شناسایی و تحلیل عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری با استفاده از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری

افسانه احمدی

مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای

afahmadi@aeoi.org.ir

سید سپهر قاضی نوری

دانشکده مدیریت دانشگاه تربیت مدرس

gazinoory@modares.ac.ir

فاطمه ثقفی (نویسنده مسئول)

دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

fsaghafi@ut.ac.ir

بهزاد سلطانی

دانشکده مکانیک دانشگاه کاشان

soltani@kashan.ac.ir

چکیده

رشد سریع فناوری، افزایش هزینه، پیچیدگی و جهانی‌شدن رقابت، تطابق سرمایه‌گذاری‌های فناورانه با نیازهای سازمان را ضروی نموده است. لذا مدیریت فناوری و نوآوری از طریق رویکردهای ساختاریافته و انعطاف‌پذیری مانند رهنگاشت فناوری برای تصمیم سازی برای سیاستگذاران ضروری می نماید. استفاده از مزایای اجرای رهنگاری بدون شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر آن غیرممکن است. هدف از این مقاله بکارگیری روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری برای تحلیل تعاملات و سطح بندی عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری است بدین منظور ابتدا با مرور ادبیات عوامل مؤثر بر موفقیت رهنگاری فناوری شناسایی گردید سپس جهت سطح‌بندی این عوامل روش مدل-سازی ساختاری تفسیری بکارگرفته شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه و توزیع آن در بین 17 نفر از خبرگان استفاده شد. با تحلیل یافته ها، عوامل مؤثر در چهار سطح و دو خوشه دسته‌بندی شدند. بیشترین تاثیرگذاری مربوط به عوامل"تامین منابع مالی"، "حمایت و تعهد مدیریت ارشد"، "پذیرش رهنگاری"، "مشارکت مناسب افراد"، " دسترسی به داده‌ها، اطلاعات و دانش مورد نیاز " و "وجود تسهیل‌گر و مشاور"، می‌باشند. بیشترین تاثیرپذیری را عامل " کیفیت سند رهنگاشت " و " انعطاف پذیری در برابر تغییرات لازم با بروز رسانی رهنگاشت " به خود اختصاص دادند.

کلیدواژه:
رهنگاری فناوری، مدل‌سازی ساختاری تفسیری، عوامل موفقیت

مقدمه

از زمان اولین کاربرد رهنگاشت در اواخر دهه1970 برای پشتیبانی برنامه ریزی یکپارچه محصول- فناوری در موتورولا مفاهیم و تکنیک‌های رهنگاری فناوری به طور وسیعی در سطوح سازمان، بخش، صنعت و ملی بکار گرفته شده است[1] و پذیرش آن به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزار مدیریتی برای برنامه ریزی توسعه فناوری و استراتژی رو به فزونی است[2]. رهنگاری فناوری لایه‌های مختلف پیشران های کسب و کار و بازار، استراتژی، محصول و خدمات، فناوری، قابلیت‌های بنگاه و منابع را به هم وصل می‌کند[3]. تا کنون کاربرد رهنگاری فناوری در صنایع مختلف به خصوص نیمه هادی‌ها و حوزه انرژی از امریکا به کانادا ، ژاپن و اخیراً اروپا و استرالیا گسترش زیادی یافته است[4]. رهنگاری فناوری، ابزاری برای پشتیبانی

برنامه ریزی راهبردی فناورانه برای کمک به شناسایی، انتخاب و توسعه گزینه‌هایی از فناوری است که نیازهای سازمان را اجابت می‌کند. گزینه‌هایی که ریسک کمتر، قابلیت بیشتر برای حصول اهداف، هزینه پایین‌تر و زمان توسعه کمتری دارند[5]. هدف اساسی از مطالعات فناوری و رهنگاشت آن، کسب اطمینان از انجام اقداماتی است که باید امروز انجام شود تا فردا فناوری‌ها، فرایندها، دانش و تجربه مورد نیاز برای تولید محصول یا ارائه خدمات را دارا باشند[6]. می‌توان بیان نمود که برخلاف سادگی ظاهر رهنگاشت فناوری، فرایند توسعه آن دشوار و پیچیده است به خصوص تأثیر عوامل انسانی باعث پیچیده‌تر شدن آن می‌شود. تنها هنگامی که رهنگاری فناوری درست بکار گرفته شود می‌تواند به سازمان‌ها در ایجاد مزیت رقابتی پایدار کمک کند لذا شناسایی و اولویت بندی موانع توسعه رهنگاشت فناوری به منظور اتخاذ اقدامات مناسب برای برطرف کردن این موانع جهت موفقیت در پروژه های رهنگاری و منتفع شدن از مزایای آن ضروری می نماید. سوالات محوری این پژوهش عبارتند از عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری کدامند؟ کدام عوامل از اولویت بالاتری برخوردار است؟ چه توصیه هایی می توان برای بهبود روند اجرای رهنگاست فناوری با توجه به نتایج این تحقیق ارائه داد؟ برای این کار از بکارگیری روش مدل سازی ساختاری تفسیری برای سطح بندی عوامل شناسایی شده موثر بر رهنگاری فناوری برایبهبود این فرایند در سازمان استفاده می شود تا تشخیص سیاست‌های مناسب سازمان برای توسعه رهنگاشت فناوری هموار گردد.

در این مقاله ابتدا ادبیات پژوهش مرور می شود سپس عوامل مؤثر بر موفقیت پروژه های رهنگاری فناوری استخراج می شود. بخش سوم به تشریح روش شناسی پژوهش شامل جمع آوری داده ها و ابزار تحلیل اختصاص دارد. در بخش چهارم تجزیه و تحلیل داده ها از طریق روش مدل سازی ساختاری تفسیری توضیح داده می شود. در بخش پنجم به بحث و بررسی درباره یافته های پژوهش، نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد برای پژوهش های آتی پرداخته شده است.

پیشینه پژوهش

علی رغم وجود مطالعات زیاد در خصوص بکارگیری روش رهنگاری فناوری در سطوح مختلف بنگاه، صنعت و بخش ، ملی و فرا ملی به منظور برنامه ریزی توسعه فناوری و نوآوری متاسفانه مقالات کمی در خصوص مطالعه عوامل موفقیت پروژه های رهنگاری فناوری منتشر شده است[7]. نتایج حاصل از پیمایش در حدود 2000 شرکت در بریتانیا نشان می‌دهد که توسعه اولین رهنگاشت و تداوم فعالیت رهنگاری از مهم‌ترین چالش‌های رهنگاری فناوری می‌باشند[8]. یافته های پژوهش فال و همکاران نشان می دهند که مهم‌ترین عوامل موفقیت رهنگاری عبارتند از: نیازهای شفاف کسب و کار، تعهد مدیریت ارشد، مشارکت درست افراد و گروه‌ها، تمایل و علاقه به توسعه فرایندهای کسب و کار اثربخش، حمایت فرهنگ و سیاست شرکت، مناسب بودن زمان بندی اقدام، ابزار و تکنیک‌های اثربخش، فرایند شفاف و اثربخش رهنگاری، تسهیل گری مناسب و بالاخره در دسترس بودن اطلاعات و دانش مورد نیاز. طبق تعریف کانادا صنعت موفقیت رهنگاشت فناوری بر اساس میزان حصول اهداف و نتایج رهنگاری تعریف می شود و به اینکه چقدر اهداف به اقدامات و سیاست‌ها ترجمه شده باشند، بستگی دارد[9]. داکوستا ویژگی‌های اصلی رهنگاشت‌های موفق را شفافیت با تمرکز بر نمایش بصری اطلاعات می‌داند که به تصمیم گیرندگان برای تمرکز بر اطلاعاتی که جنبه راهبردی دارد به جای اینکه توسط جزئیات بیش از حد منحرف شوند، کمک می‌کند[10]. دلات و مک کبین در مقاله‌ای با عنوان "شرایط برای اثربخشی رهنگاری فناوری"

با بررسی 78 مورد تجربیات موفق رهنگاری ضمن تقسیم بندی فرایند رهنگاری به سه مرحله اصلی آماده سازی، توسعه و پیگیری چک لیستی از عوامل کلیدی موثر در این مراحل را ارائه نموده‌اند. عوامل کلیدی موفقیت شناسایی شده در سطح ملی و بخش برای توسعه سیاست نوآوری استخراج شده است که در سطح بنگاه نیز مصداق دارد[11].

اگر چه رهنگاشت‌ها در سازمان‌ها تدوین می‌شوند اما در فرایندهای مدیریت و برنامه‌های واقعی تحقیق و توسعه دیده نمی‌شوند زیرا در عمل استفاده کنندگان در سازمان به آن اهمیتی نمی‌دهند و از مزایا و منافع آن آگاهی ندارند و در برابر پیگیری آن مقاومت می‌کنند. این پیامدی منفی بر استفاده و نگهداری رهنگاری دارد . لی و همکاران فاکتورهای مدیریتی و ساختاری موثر بر مفید بودن رهنگاری از دید استفاده کنندگان را شناسایی کرده‌اند[12]. نوآورانه بودن فناوری، ثبات شغلی افراد در پروژه‌های تحقیق و توسعه به عنوان فاکتورهای ساختاری، شفافیت و روشنی فرایندهای رهنگاری، مشاوره فنی و آموزش به عنوان فاکتورهای مدیریتی در سازمان شناسایی شده‌اند. یکپارچه کردن فشار فناوری با کشش بازار، انعطاف پذیری و قادر بودن به خلق گزینه‌ها و بدیل‌ها، فراهم کردن اطلاعات به طوری که براحتی توسط همه ذی‌نفعان، توسعه دهندگان و کاربران درک شود، همگی فاکتورهای موثر بر توانایی رهنگاری در پیش بینی نیازهای فناوری آینده است که توسط بارکر و اسمیت پیشنهاد شده اند[13].

لی و همکاران برای تحلیل عوامل موثر بهبود دهنده اعتبار رهنگاشت از نظریه ارتباطات برلو استفاده نموده اند [14]. در مدل ارتباط برلو عناصر سازنده فرایند شامل دهنده، گیرنده، محتوای پیام و کانال ارتباطی می‌تواند بر نگرش و رفتار دریافت کننده پیام تأثیر داشته باشند از این رو در تحقیق آنان، تمایل به همکاری با استفاده کنندگان رهنگاری و تمایل به کاهش عدم قطعیت اطلاعاتی و دانشی تیم توسعه دهنده رهنگاری، میزان تعامل و ارتباط میان توسعه دهندگان و استفاده کنندگان رهنگاری و نیز میزان استفاده از کانال‌های ارتباطی مکتوب و رو در رو به عنوان عوامل موثر بر اعتبار و به‌کارگیری رهنگاشت در سطح سازمان معرفی شده‌اند. نتایج پیمایش 120 شرکت بکارگیرنده رهنگاری نشان داده است هنوز چگونگی بهبود تعامل بین توسعه دهندگان رهنگاری و ذی‌نفعان مورد سوال است. تعاملات سطح بالا باعث افزایش اعتبار رهنگاشت با به‌کارگیری کانال‌های انتخابی می‌شود.

جفری و همکاران[7] با اشاره به کم بودن منابع و پژوهش‌ها در خصوص تعیین عوامل موفقیت رهنگاشت‌ها علی رغم افزایش به‌کارگیری آن‌ها در دهه اخیر با توجه به اهمیت عوامل موفقیت در توسعه رهنگاشت‌ها در سطح بخش و کنسرسیوم چند سازمان، با مطالعه موردی بخش انرژی تجدید پذیر صنعت باد و آب، 9 شاخص اندازه گیری سطح موفقیت رهنگاشت را اساساً با تمرکز بر اثربخشی و یکپارچه شدن با سایر فعالیت‌ها شناسایی کرده‌اند. گردسری و همکاران[15] در سه فاز برنامه ریزی، توسعه و اجرا و بروز رسانی، عوامل موفقیت رهنگاری را شناسایی کرده‌اند. به‌طور کلی می توان برای رهنگاری فناوری، طبیعتی دوگانه در نظر

گرفت که منعکس کننده دو جنبه فرایندی و محصولی آن است. بعد فرایند در برگیرنده فعالیت‌های جمعی و گروهی حاصل از تعاملات و ارتباطات افراد و مکانیزم‌های مربوط به تبادل اطلاعات و ارتباط بین آن‌ها می‌باشد بعد محصول شامل نمایش بصری اطلاعات و روابط بین آن‌هاست که به عنوان خروجی فرایند رهنگاری محسوب می‌شود. در حالی که رهنگاشت چارچوبی است که در آن داده‌های صریح در قالب نمودارها، متن، اطلاعات مختلف و ارتباط آن‌ها ذخیره می‌شوند[1] اما در فرایند رهنگاری، تسهیم چشم اند ازها، تعامل میان افراد و ارتباطات، خلاقیت، بصیرت و یادگیری رخ می‌دهد[16]. همانطور که در جدول1 مشاهده می شود می توان عوامل موفقیت پروژه های رهنگاری را در این دو بعد دسته بندی کرد.

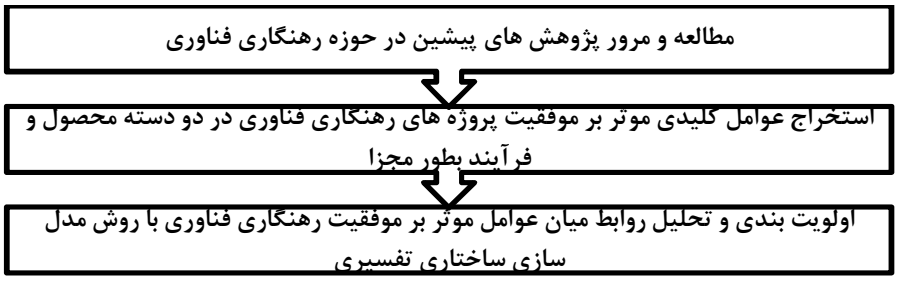
جدول (1) دسته بندی عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری توسط پژوهشگر

	ردیف	عامل	توضیحات	سند
عوامل موثر بر موفقیت محصول رهنگاشت	1	تعریف چشم انداز مشترک و تعیین دقیق اهداف رهنگاشت همراستا با راهبردها و سیاست کلان	نیازهای شفاف کسب و کار شفافیت اهداف و اولویت بندی آن‌ها شناسایی رویکردها و اهداف مختلف مخاطبین رهنگاشت داشتن چشم انداز و اهداف مشترک ارتباط رهنگاشت با برنامه راهبردی کسب و کار	phaal 2001 Jeffrey et al 2013 DE LAAT 2004 Gerdsri 2008
	2	دسترسی به داده ها، اطلاعات و دانش مورد نیاز	داشتن افراد مناسب با خبرگی در حوزه‌ها و سطوح مختلف نوآورانه بودن فناوری تسهیم دانش میان افراد و گروه‌های کاری مختلف میزان خبرگی و دانش افراد در تیم ها استفاده از ابزار و تکنیک های اثربخش تحلیل	phaal 2001 Lee 2009 Jeffrey et al 2013 Gerdsri 2008 DE LAAT 2004
	3	مستند سازی دقیق و کیفیت سند رهنگاشت	استفاده از زبان دقیق به حد کافی فنی چیدمان موثر ساختار و استفاده از گراف‌ها و چارت‌های بصری شکستن اهداف به اقدامات با محدوده زمانی تمرکز بر اطلاعات راهبردی به جای جزئیات شفافیت با تمرکز بر نمایش بصری اطلاعات سهولت درک اهداف و رهنگاشت توسط همه ذی‌نفعان	phaal 2001 Jeffrey et al 2013 Gerdsri 2008 Da Costa 2005 Barker 1995
	4	انعطاف پذیری در برابر تغییرات لازم	زنده نگه‌داشتن و بروز رسانی رهنگاشت پایش و ارزیابی خروجی، نتایج و پیامدهای اجرای رهنگاشت انعطاف پذیری و قادر بودن به خلق گزینه‌ها و بدیل‌ها یکپارچه کردن فشار فناوری با کشش بازار	Jeffrey et al 2013 DE LAAT 2004 Barker 1995 Gerdsri 2008
عوامل موثر بر	5	حمایت و تعهد مدیریت ارشد	تعهد مدیریت ارشد، حمایت مدیریت ارشد	phaal 2001

	6	تامین منابع مالی	تعیین دقیق تأمین کننده هزینه‌های مراحل مختلف رهنگاری	DE LAAT 2004
	7	پذیرش رهنگاری	آگاهی از مزایا و منافع رهنگاری توسط ذی‌نفعان درک ضرورت رهنگاری توسط ذی نفعان رهنگاری به عنوان یک فرایند جاری	Lee 2009 Gerdsri 2008 DE LAAT 2004
	8	مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها	حمایت فرهنگ سازمانی از تسهیم دانش، یادگیری و خلاقیت تمایل و تعهد به مشارکت در رهنگاری توسط ذی نفعان تمایل و علاقه به توسعه فرایندهای اثربخش استفاده از کانال های ارتباطی مکتوب و رو در رو تعامل و ارتباط میان توسعه دهندگان و استفاده کنندگان رهنگاری تمایل به کاهش عدم قطعیت اطلاعاتی تیم توسعه دهنده رهنگاری عدم مقاومت در برابر اجرای رهنگاری درگیری مخاطبان هدف به عنوان ذی‌نفعان کلیدی برای اطمینان از اجرا داشتن ذهن باز و پرهیز از تفکر بسته گروهی در تیم ها ارتباط شفاف با تصمیم گیرندگان مانند تخصیص دهندگان بودجه	phaal 2001 Lee 2012 Lee 2009 Jeffrey et al 2013 DE LAAT 2004
	9	وجود مشاور و تسهیل گر توانا	تسهیل گری مناسب آموزش مشاوره فنی حفظ ممنتم شرکت کنندگان با به‌کارگیری تسهیل گر فعال	phaal 2001 Lee 2009 DE LAAT 2004
	10	انتخاب متدلوژی مناسب رهنگاری	روشنی فرایندهای رهنگاری روش قوی برای توسعه رهنگاشت سفارشی سازی فرایند فرایند با گام های روشن و ورودی و خروجی و محدوده زمانی مشخص	phaal 2001 Lee 2009 Jeffrey et al 2013 Gerdsri 2008 DE LAAT 2004

روش پژوهش

در این پژوهش برای شناسایی عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری از روش کتابخانه ای و بررسی ادبیات موجود استفاده شد و پس از اعمال نقطه نظرات خبرگان رهنگاری فناوری به صورت جدول 1 نشان داده شده است. در مرحله بعد برای سطح بندی و تعیین روابط بین این عوامل، روش مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM) بکار گرفته می شود. فرایند اجرای پژوهش در شکل1 نشان داده شده است.



شکل (1) الگوی اجرای پژوهش

جمع آوری داده ها مورد نیاز برای این پژوهش به دو صورت کتابخانه ای و میدانی است. روش کتابخانه ای شامل مطالعه انواع متون فارسی و انگلیسی در رابطه با ادبیات مربوط به رهنگاری فناوری و تکنیک مدلسازی ساختاری تفسیری در بازه زمانی از سال 1995 تا سال 2013 می باشد. در روش میدانی از مصاحبه اکتشافی با 4 تن از خبرگان برای بررسی و تایید عوامل موفقیت استخراج شده از مرور کتابخانه ای استفاده شد و از پرسشنامه برای اظهار نظر خبرگان در خصوص اثرگذاری این عوامل بطور زوجی با پر نمودن خانه های صفر و یکی ماتریس خودتعاملی استفاده گردید. با توزیع پرسش نامه ها در بین 17 نفر از متخصصان و مدیران دانش، فناوری و نوآوری مراکز مختلف، داده های مورد نیاز برای انجام پژوهش جمع آوری شد. در روش ISM تعداد خبرگان برای نظر سنجی 10-12 نفر توصیه شده است[17]. روش نمونه گیری به صورت مبتنی بر هدف صورت گرفت. اطلاعات جمیعت شناختی نمونه آماری در جدول 2 نشان داده شده است و بیانگر این است که 76,5 درصد پاسخ دهندگان را مردان و 23,5 درصد را زنان تشکیل داده اند. سن 23,5 درصد از آن ها بین 20 تا 30، 47,1 درصد بین 30 تا 40 و 29,4 بین 40 تا 50 می باشد. میزان تحصیلات 11,8 درصد از آن ها کارشناسی، 70,6 درصد کارشناسی ارشد و 17,6 درصد دکتری بوده است. 17,6 درصد از افراد پاسخ دهنده به پرسش نامه بین 0 تا 5 سال، 23,5 درصد بین 5 تا 10 سال، 23,5 درصد بین 10 تا 15 سال، 11,8 درصد بین 15 تا 20 سال و 23,5 درصد بیشتر از 20 سال سابقه ی کار داشته اند. میزان آشنایی 11,8 درصد از این افراد با تی آر ام ضعیف، 70,6 درصد متوسط، 5,9 درصد زیاد و 11,8 درصد خیلی زیاد ارزیابی شده است. از آنجائیکه حداقل میزان آشنایی برای معتبر بودن پاسخ ها در سطح متوسط، لازم فرض شده بود 2 پاسخ نامه در سطح آشنایی ضعیف با رهنگاری فناوری حذف گردید.

جدول(2) اطلاعات جمیعت شناختی نمونه آماری

ویژگی	گروه ها	تعداد
جنسیت	زن	4
	مرد	13
سن	21 تا 30 سال	4
	31 تا 40 سال	8
	41 تا 50 سال	5
	بالاتر از 50 سال	-
تحصیلات	کارشناسی	2
	کارشناسی ارشد	12
	دکتری	3

سابقه کار	5سال و کمتر	3
	6 تا 10 سال	4
	11 تا 15 سال	4
	16 تا 20 سال	2
	21 سال و بالاتر	4
میزان آشنایی با رهنگاری فناوری	ضعیف	2
	متوسط	12
	زیاد	1
	خیلی زیاد	2

روایی و پایایی ابزار گردآوری داده ها

درپژوهش حاضر برای بررسی روایی پرسشنامه از روش روایی محتوا1 استفاده شده است و با مصاحبه با 4 تن از خبرگان در مورد ساختار پرسشنامه و روشن بودن مفاهیم نظر سنجی شد و نقطه نظرات آنان اعمال شده است. به دلیل آنکه در روش مقایسه زوجی، تمام عوامل با یکدیگر سنجیده می شوند، در نتیجه تمام احتمالات مرتبط با درنظر گرفته نشدن یک عامل، از بین می رود لذا می توان گفت که پرسشنامه های مربوطه از روایی قابل قبولی برخوردارند. به منظور تعیین پایایی می توان از روش موازی همتا استفاده شد، و از طریق نرم‌افزار SPSS ضریب همبستگی میان پاسخ ها برابر 0,75 محاسبه شد.

ابزار تحلیل

برای انجام این پژوهش از روش مدل سازی ساختاری تفسیری استفاده شد [18]. یکی از اصلی ترین منطق های این روش آن است که همواره عناصری که در یک سیستم اثرگذاری بیشتری بر سایر عناصر دارند از اهمیت بالاتری برخوردارند. مدل سازی ساختاری تفسیری ضمن فراهم نمودن بینش و درک مناسب درباره روابط میان عناصر مختلف یک سیستم، ساختاری را مبتنی بر اهمیت و یا تاثیرگذاری عناصر برهم ارائه می دهد این روش تفسیری است، چون وجود، نوع و شدت روابط بین عناصر با قضاوت گروهی از افراد تعیین می شود[19]. با توجه به هدف این پژوهش؛ اولویت بندی و تعیین سطح عوامل مؤثر بر موفقیت رهنگاری فناوری، دلیل انتخاب این روش به عنوان ابزار تحلیل آن است که روش مدل سازی ساختاری تفسیری، توانایی خوبی در اولویت بندی و تعیین نحوه ارتباط و تعامل میان عوامل مؤثر بر یک موضوع یا سیستم را دارد. در سال های اخیر پژوهش های متعددی با بکارگیری از این روش شناسی انجام شده است می توان به مواردی مانند کاربرد آن در تحلیل ارتباط میان موانع استقرار مدیریت کیفیت جامع [20]،تحلیل موانع مدیریت دانش در صنایع تولیدی [21]، رابطه میان عوامل مؤثر بر لجستیک معکوس[22]، تحلیل متغیرهای اثرگذار بر چابکی زنجیره تامین و دسته بندی این متغیرها بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی[23]، موانع ذخیره سازی انرژی در چین [24] و تجزیه و تحلیل موانع اجرای مدیریت تامین سبز[25] اشاره کرد. گام های اجرای مدلسازی ساختاری تفسیری ISM طبق مدل چاران[19] عبارتند از:

1) ابتدا لیست عوامل موثر بر موفقیت پروژه رهنگاری فناوری تهیه می شوند.(جدول 1)

2) یک رابطه محتوایی2 یا ارتباط مفهومی میان عوامل تهیه شده در گام قبل با توجه به هر جفت از معیارها تعریف می شود به گونه ای که از نظر معنی و محتوا متناسب با اهداف سیستم باشد[18]. در این پژوهش از رابطه تاثیری استفاده شده است.

3) ایجاد ماتریس ساختاری خود تعاملی3 که نمایشگر روابط زوجی میان متغیرهای شناسایی شده در سیستم مورد مطالعه است برای عوامل موفقیت رهنگاری استخراج شده از ادبیات و نظر خبرگان این ماتریس توسعه داده می شود .

4)ایجاد ماتریس دسترسی4 با استفاده از ماتریس قبل به منظور بررسی تسری5 رابطه محتوایی که یک فرض مهم در ISM است به این معنا که اگر متغیر 1 بر متغیر 2 اثر دارد و متغیر 2 بر متغیر 3، لزوما متغیر 1 بر3 اثر خواهد داشت.

5) افراز یا بخش بندی ماتریس دسترسی حاصل از مرحله قبل

6)ترسیم گراف جهت دار بر اساس روابط تعیین شده در ماتریس دسترسی و حذف روابط تسری

7)تبدیل دیاگرام نهایی با استفاده از جایگزینی نام متغیرها یا معیارها به جای گره ها به یک مدلسازی ساختاری تفسیری

8) بازنگری مدل توسعه داده شده در مرحله قبل به منظور عدم ناسازگاری محتوایی و در صورت وجود انجام اصلاحات

تجزیه و تحلیل یافته‌ها از طریق روش مدل سازی ساختاری تفسیری

ایجاد ماتریس خودتعاملی ساختاری :

در این پژوهش برای تعیین روابط محتوایی میان عوامل موثر بر رهنگاری فناوری، از نظر سنجی تعداد 17 خبره استفاده شد که در حوزه مدیریت فناوری دارای سابقه اجرایی و از حد قابل قبولی دانش مربوط به موضوع رهنگاری فناوری برخوردار بودند. در خصوص هر زوج معیار از خبرگان سوال شد تا در باره وجود رابطه میان هر دو معیار اظهار نظر نمایند. از 4 عدد به منظور نشان دادن چگونگی روابط میان دو متغیر استفاده شده است :

1: اگر معیار i بر معیار j تاثیر گذارد (عدد1). 2: اگر هم معیار i بر معیار j و هم معیار j بر i تاثیر بگذارد(عدد2). 3 : اگر معیار j بر معیار i تاثیر یگذارد(عدد 1-). 4: اگر هیچ رابطه تاثیرگذاری میان دو معیار وجود نداشته باشد(عدد صفر). طبق دستورالعمل وارفیلد[18] به منظور تعیین نوع رابطه میان موانع توسعه رهنگاشت فناوری، ازمد نظرات خبرگان استفاده شده است. جدول 3 ماتریس خود تعاملی ساختاری به دست آمده را نشان می دهد. برای مثال عدد 1- در سطح اول و زیر ستون 8 به این معناست که از نظر اکثر خبرگان عامل ستون 8 یعنی " مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها " بر عامل سطر 1 یعنی "تعیین شفاف و دقیق اهداف و چشم انداز مشترک" اثرگذار است.

جدول (3) ماتریس خودتعاملی ساختاری عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری

عامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری	J i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
تعریف چشم انداز مشترک و تعیین دقیق اهداف رهنگاشت همراستا با راهبردها و سیاست کلان	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	*
وجود و دسترسی به داده ها، اطلاعات و دانش مورد نیاز	2	2	-1	2	2	-1	2	1	1	*	*

کیفیت سند رهنگاشت	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	*	*	*	
انعطاف پذیری در برابر تغییرات لازم با بروز رسانی رهنگاشت	4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	*	*	*	*	
حمایت و تعهد مدیریت ارشد	5	0	2	1	1	2	*	*	*	*	*	
تامین منابع مالی	6	1	1	1	1	*	*	*	*	*	*	
پذیرش رهنگاری با درک ضرورت و منافع آن	7	0	-1	2	*	*	*	*	*	*	*	
مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها	8	1	-1	*	*	*	*	*	*	*	*	
وجود مشاور و تسهیل گر توانا	9	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
انتخاب متدلوژی مناسب رهنگاری	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

ماتریس دسترسی اولیه یا ماتریس قابلیت حصول:

در ادامه ماتریس خودتعاملی ساختاری به دست آمده در مرحله قبل به ماتریس صفر و یک به نام ماتریس دسترسی اولیه یا ماتریس قابلیت محصول تبدیل مطابق جدول 4 تبدیل شد.

جدول(4) ماتریس دسترسی اولیه بدست آمده از ماتریس خود تعاملی ساختاری

عامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری	j i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
تعریف چشم انداز مشترک و تعیین دقیق اهداف رهنگاشت همراستا با راهبردها و سیاست کلان	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
وجود و دسترسی به داده ها، اطلاعات و دانش مورد نیاز	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
کیفیت سند رهنگاشت	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
انعطاف پذیری در برابر تغییرات لازم با بروز رسانی رهنگاشت	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
حمایت و تعهد مدیریت ارشد	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
تامین منابع مالی	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
پذیرش رهنگاری با درک ضرورت و منافع آن	7	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها	8	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
وجود مشاور و تسهیل گر توانا	9	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
انتخاب متدلوژی مناسب رهنگاری	10	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1

سازگار کردن6 ماتریس اولیه و ایجاد ماتریس دسترسی نهایی7

بعد از ایجاد ماتریس روابط یا ماتریس دسترسی اولیه، باید سازگاری درونی آن برقرار شود . به عنوان نمونه اگر متغیر 1منجر به متغیر 2 شود و متغیر 2 منجر به متغیر3 شود، باید متغیر 1 نیز منجر به متغیر 3 شود و اگر در ماتریس دسترسی این حالت برقرار نبود، باید ماتریس اصلاح شود. برای سازگار کردن ماتریس روش های مختلفی پیشنهاد شده است. گروهی از محققین اعتقاد دارند بعد از بدست آوردن ماتریس خودتعاملی ساختاریافته و دسترسی اولیه، در صورت

وجود ناسازگاری درون ماتریس دسترسی، باید پرسشنامه مجددا بوسیله خبرگان پر شود و آنگاه دوباره سازگاری ماتریس دسترسی بررسی شود و این کار باید آنقدر ادامه پیدا کند تا اینکه سازگاری برقرار گردد. گروهی دیگر از محققین از قوانین ریاضی برای ایجاد سازگاری در ماتریس دستیابی استفاده می کنند، به این صورت که ماتریس اولیه به توان K+1 می رسد تا حالت پایدار برقرار شود. عملیات توان رساندن ماتریس باید طبق قاعده بولین باشد . طبق این قاعده 1=1+1 و 1=1*1 است.

$M = D + I$ و $M^* = Mk = Mk+1 , k > 1$

در سیستم های بزرگ و پیچیده، فرض می شود که تعامل هر جزء با خودش برابر یک است. از این رو کلیه درایه های قطر اصلی ماتریس نهایی سیستم همواره 1 است. به همین منظور ماتریس همانی را با ماتریس دسترسی اولیه جمع مینماییم تا ماتریس نهایی اولیه بدست آید. از خواص ماتریس نهایی عبارتند از:

M=M2

به همین منظور، ماتریس اولیه بدست آمده را آنقدر به توان می رسانیم تا حالت فوق روی دهد و ماتریس بدست آمده ماتریس نهایی خواهد بود. در این جا به ازای K=3 ماتریس نهایی مطابق جدول 5 به دست آمده است. تعداد 1 هایی که در سطر اول قرار می گیرد نشان دهنده تاثیراتی است که ناشی از معیار اول می باشد .تعداد 1 هایی که در ستون اول قرار می گیرد، نشان دهنده تاثیراتی است که بر معیار اول گذاشته می‌شود

جدول (5) ماتریس دسترسی نهایی بدست آمده از ماتریس اولیه به توان 3

عامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری	J i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	شدت اثرگذاری
تعریف چشم انداز مشترک و تعیین دقیق اهداف رهنگاشت همراستا با راهبردها و سیاست کلان	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	**3**
وجود و دسترسی به داده ها، اطلاعات و دانش مورد نیاز	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
کیفیت سند رهنگاشت	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	**2**
انعطاف پذیری در برابر تغییرات لازم با بروز رسانی رهنگاشت	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
حمایت و تعهد مدیریت ارشد	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
تامین منابع مالی	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
پذیرش رهنگاری با درک ضرورت و منافع آن	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
وجود مشاور و تسهیل گر توانا	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
انتخاب متدلوژی مناسب رهنگاری	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
شدت تاثیرپذیری یا وابستگی		**8**	**7**	**9**	**10**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	

سطح بندی عوامل

منظور ازسطح محلی است که یک عنصر در مدل ISM قرار می گیرد . هر چه یک عنصر دارای اثرگذاری بیشتری بر دیگر عوامل باشد، در سطح پایین تری قرار می گیرد و هرچه دارای اثرپذیری بیشتری از عوامل دیگر باشد، در سطح بالاتر قرار می گیرد. هر یک از اجزای سیستم (عوامل موفقیت) دارای دو مجموعه متقدم و متاخر است که در ساختار ماتریس نهایی و نیز طراحی سیستم نقش اساسی دارند. برای اینکه بتوان عوامل را سطح بندی کرد، ابتدا باید این مجموعه های تعریف گردد:

مجموعه دسترس پذیری[8] برای هر عنصر i : شامل عواملی است که عنصر i بر آنها اثر می گذارد؛ به علاوه خود عنصر i

مجموعه متقدم[9] برای هر عنصر i : شامل عواملی است که بر عنصر i اثر می گذارند؛ به علاوه خود عنصر i

مجموعه اشتراک برای هر عنصر i : شامل اشتراک بین مجموعه دسترس پذیری و متقدم.

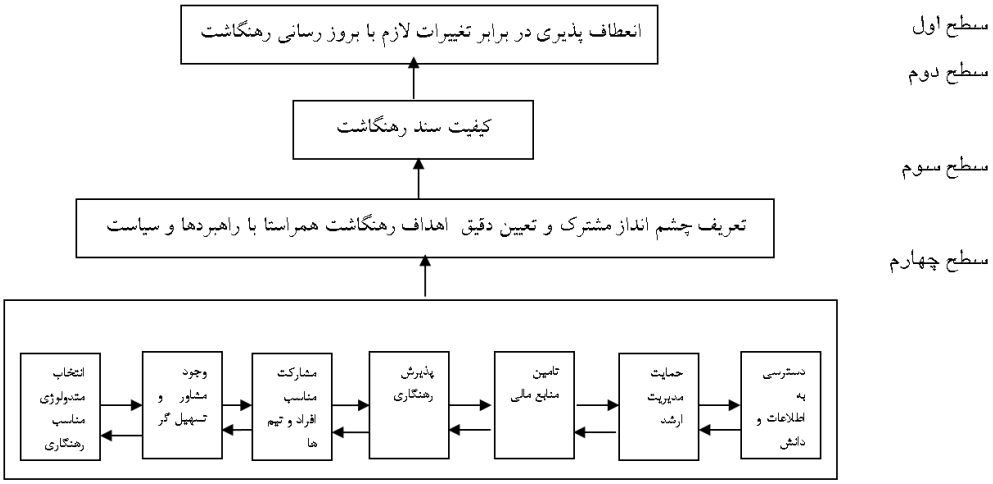
نحوه سطح بندی عوامل بدین گونه است که هرعنصری که مجموعه دسترس پذیری و اشتراک یکسان دارد، ، سطح اول اولویت را به خود اختصاص می‌دهند .با حذف این عوامل و تکرار این فرایند برای سایر معیارها، سطوح سایر عوامل نیز مشخص می شود. جدول 6 نتایج آخرین تکرار (تکرار چهارم) را نشان می دهد.

جدول(6)مجموعه های مرتبط با تکرار چهارم

ردیف	عامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری	مجموعه دسترسی R_i	مجموعه متقدم A_j	$R_i \cap A_j$	سطح
2	وجود و دسترسی به داده ها، اطلاعات و دانش مورد نیاز	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم
5	حمایت و تعهد مدیریت ارشد	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم
6	تامین منابع مالی	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم
7	پذیرش رهنگاری با درک ضرورت و منافع آن	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم
8	مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم
9	وجود مشاور و تسهیل گر توانا	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم
10	انتخاب متدلوژی مناسب رهنگاری	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	2و5و6و7و8و9و10	چهارم

ترسیم مدل ساختاری تفسیری عوامل موثر بر موفقیت پروژه رهنگاری فناوری (دیاگرام ISM)

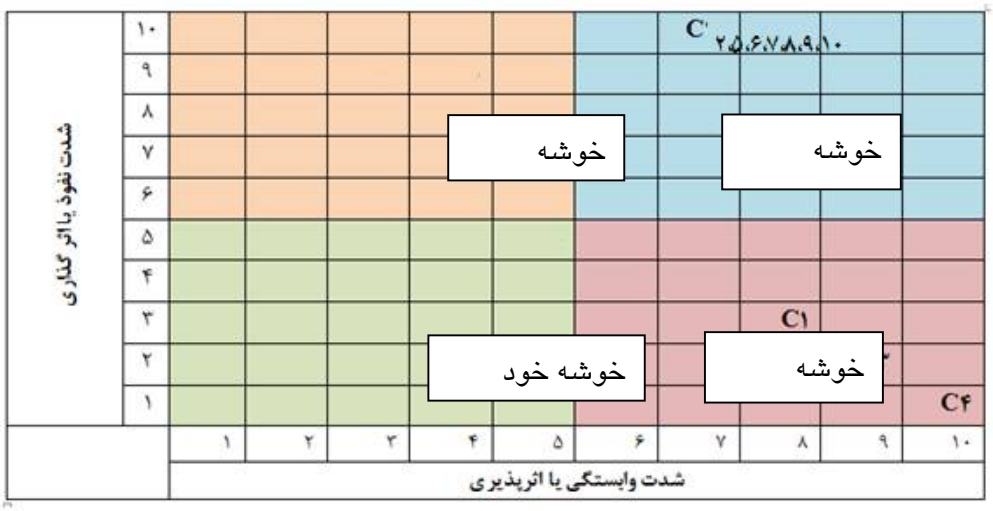
پس از اینکه کلیه عوامل سطح بندی شدند و محل قرار گرفتن آنها در مدل مشخص گردید، مدل ساختاری تفسیری شامل عوامل و روابط میان آنها ترسیم می گردد .مدل ساختاری تفسیری مربوط به عوامل مؤثر بر پروژه های توسعه رهنگاشت فناوری در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل (2)مدل ISM عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری

تحلیل خوشه بندی عوامل

هدف از انجام این تحلیل، خوشه بندی یا دسته بندی عوامل یک سیستم پیچیده بر اساس شدت اثرگذاری و شدت اثرپذیری آنهاست. بر این اساس، عوامل به چهار دسته تقسیم می شوند خوشه ی اول شامل عوامل خودمختارهستند که دارای شدت اثرگذاری و شدت اثر پذیری ضعیفی هستند. این عوامل در واقع پیوندهای اندکی با سایر عناصر سیستم دارند. خوشه ی دوم شامل عوامل وابسته هستند که شدت نفوذ یا شدت اثرگذاری ضعیفی دارند اما شدت اثر پذیری زیادی دارند. در خوشه ی سوم عوامل پیوندی قرار دارند که هم شدت اثرگذاری زیاد و هم شدت اثر پذیری زیاد دارند . این معیارها غیر پایدار می باشند، به این دلیل که هر اقدامی روی این معیارها تأثیری بر دیگر معیارها و یا بازخوردی به خودشان خواهد داشت. خوشه ی چهارم، شامل عوامل مستقل هستند که شدت نفوذ یا شدت اثرگذاری زیادی به همراه شدت وابستگی یا اثر پذیری کمی دارند .نتایج محاسبه شدت نفوذ و وابستگی هر یک از عوامل در جدول 5 و در شکل 3 آورده شده است.



شکل (3) خوشه بندی عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری

نتیجه گیری

بر خلاف پژوهش های محدودی که به بررسی عوامل کلیدی موثر بر موفقیت رهنگاری فناوری پرداخته اند(فال،2001؛ دلات و مککیبن،2004، لی و همکاران، 2009 ؛ جفری و همکاران،2012؛ لی و همکاران،2012 ؛ گردسری و همکاران،2008) در این پژوهش ضمن شناسایی عوامل کلیدی موثر بر موفقیت پروژه های رهنگاری فناوری، با استفاده از روش مدل سازی ساختاری تفسیری به اولویت بندی و تعیین سطح این عوامل پرداخته شده است. اولین یافته این پژوهش مدل گرافیکی ترسیمی از روش ISM است در این مدل 10عامل موفقیت پروژه های رهنگاری فناوری بر اساس میزان اثرگذاری بر موفقیت این پروژه ها سطح بندی شده اند. عوامل دسترسی به داده ها و اطلاعات مورد نیاز، حمایت مدیریت ارشد، تامین منابع مالی، مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها ، وجود مشاور و تسهیل گر مناسب، پذیرش رهنگاری و انتخاب متدولوژی مناسب رهنگاری به عنوان عوامل زیر بنایی در موفقیت پروژه رهنگاری فناوری تعیین شده اند. در ضمن این عوامل با یکدیگر ارتباط دو جانبه دارند لذا این عوامل بایستی در اولویت توجه قرار گیرند و اطمینان از وجود آن ها بر موفقیت در پروژه رهنگاری اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل دارد.

عوامل کیفیت سند رهنگاشت و انعطاف پذیری در برابر تغییرات با بروز رسانی در سطح اول و دوم مدل ISM قرار می گیرند که به معنای وابسته بودن این عوامل به عوامل زیر بنایی در سطوح پایین تر است. با توجه به ماتریس شدت نفوذ و وابستگی این سه عامل در خوشه عوامل وابسته قرار می گیرد که بیشترین تاثیر پذیری از سایر عوامل و کمترین تاثیر گذاری بر دیگر عوامل را دارند.

عوامل "دسترسی به اطلاعات و دانش مورد نیاز"، "پذیرش رهنگاری با درک ضرورت و منافع آن "، "حمایت مدیریت ارشد "، "تامین منابع مالی "، "وجود تسهیلگر و مشاور توانا "، "انتخاب متدولوژی مناسب" و بالاخره "مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها "در خوشه عوامل پیوندی قرار می گیرند و دارای بیشترین اثر گذاری و تاثیر پذیری هستند و هر گونه تغییر در آن ها منجر به تغییر در عوامل سطح بالاتر یعنی "تعریف چشم انداز مشترک و تعیین دقیق اهداف

رهنگاشت"، "کیفیت سند رهنگاشت" و "انعطاف پذیری در برابر تغییرات لازم با بروز رسانی رهنگاشت" و تغییر در عوامل هم سطح خود به صورت بازخورد خواهد داشت.

قابل توجه است هیچ یک از عوامل موثر بر موفقیت رهنگاری در خوشه های مستقل و خودمختار قرار نگرفته‌اند. این موضوع بیانگر این است که نمی توان هیچ یک از عوامل را مستقل یا دارای پیوند اندک با سایر متغیرهای سیستم دانست. در مدل ارائه شده پنج عامل از شش عامل موثر بر موفقیت فرایند رهنگاری در سطح چهارم یا زیر بنایی قرار می گیرند که از اهمیت انجام فرایند رهنگاری درست برای کسب نتایج یا محصول درست رهنگاشت حکایت می‌کند.

پیشنهادات را می توان در دو گروه یکی برای مدیران و سازمان هایی که می خواهند رهنگاری را اجرا کنند دوم برای پژوهشگران در حوزه رهنگاری فناوری ارائه داد. در گروه اول با توجه به اهمیت عوامل با بیشترین اثر گذاری مانند "دسترسی به اطلاعات و دانش مورد نیاز"، "پذیرش رهنگاری با درک ضرورت و منافع آن "، "حمایت مدیریت ارشد "، "تامین منابع مالی " و "مشارکت و تعامل مناسب افراد و گروه ها "پیشنهاد می شود با تمرکز بر آن ها موفقیت رهنگاری را با اتخاذ اقدامات و فعالیت های پشیبان افزایش دهند. در خصوص گروه دوم یعنی محققان از آنجائیکه در این پژوهش عوامل محدودی شناسایی شده اند در حالیکه ممکن است عوامل کلیدی دیگری نیز وجود داشته باشند و نیز وابستگی شدید تعیین روابط بین متغیرها به نظرات خبرگان جامعه آماری پژوهش ممکن است با تغییر خبرگان نتایج تغییر کند. بکارگیری روش مدل سازی معادلات ساختاری[10] با نرم افزار لیزرل یا روش مدلسازی ماتریس طراحی ساختار نیز به منظور تلفیق روش های تحلیلی برای تقویت یافته های پژوهش پیشنهاد می شود.

منابع

[1] R. Phaal and G. Muller, “An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 76, no. 1, pp. 39–49, 2009.

[2] C. Kerr, R. Phaal, and D. Probert, “Cogitate, articulate, communicate: The psychosocial reality of technology roadmapping and roadmaps,” *R D Manag.*, 2012.

[3] B. DE LAAT, “Conditions for effectiveness of roadmapping A CROSS-SECTIONAL ANALYSIS OF 80 DIFFERENT ROADMAPPING EXERCISES BASTIAAN DE LAAT,” *EU-US Semin. NEW Technol. FORESIGHT, Forecast. Assess. Methods-sev. 13-14 May 2004*.

[4] R. Phaal, E. O’Sullivan, M. Routley, S. Ford, and D. Probert, “A framework for mapping industrial emergence,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 78, no. 2, pp. 217–230, Feb. 2011.

[5] R. N. Kostoff and R. R. Schaller, “Science and technology roadmaps,” *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 48, no. 2, pp. 132–143, 2001.

[6] S. Lee and Y. Park, “Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, 2005.

[7] H. Jeffrey, J. Sedgwick, and C. Robinson, "Technology roadmaps: An evaluation of their success in the renewable energy sector," *Technol. Forecast. Soc. Change*, 2013.

[8] R. Phaal, C. Farrukh, and D. Probert, "A framework for supporting the management of technological innovation," 2001.

[9] "canada industry-2007-eng." [Online]. Available: http://ic.gc.ca/trm.

[10] O. Da Costa, M. Boden, and M. Friedewald, "Science and Technology Roadmapping for Policy Intelligence – Lessons for Future Projects," *Eur. Comm. - JRC - IPTS*, p. 15, 2005.

[11] S. de Laat, B. and McKibbin, "The Effectiveness of Technology Road Mapping: Building a Strategic Vision.," *Minist. Econ. Aff.*, 2003.

[12] S. M. Lee, D. Y. Shin, and W. I. Lee, "Utilizing adopted organizational practices: the actual utilization of technology road map in R&D organizations," *Korean Strateg. Manag. Soc.*, vol. 12(2), pp. 53–81, 2009.

[13] D. Barker and D. Smith, "Technology foresight using roadmaps," *Long Range Plann.*, 1995.

[14] J. H. Lee, H. il Kim, and R. Phaal, "An analysis of factors improving technology roadmap credibility: A communications theory assessment of roadmapping processes," *Technol. Forecast. Soc. Change*, 2012.

[15] N. Gerdsri, P. Assakul, and R. S. Vatananan, "Applying Change Management Approach to Guide the Implementation of Technology Roadmapping (TRM)," 2008.

[16] N. Geoff, "Industry Canada technology roadmapping: A strategy for success," *2008-03-17]. http//strategis. ic. gc. ca/epic/internet/ …*, 2004.

[17] صفدری رنجبر, "نوآوری باز نگاهی جامع بر مفاهیم، رویکردها، روندها و عوامل کلیدی موفقیت," *فصل نامه رشد فناوری*, 1393.

[18] J. . Warfield, "Developing interconnected matrices in structural modeling," *IEEE Transcr. Syst. Men Cybern.*, vol. 4, no. 1, pp. 51–81, 1974.

[19] P. Charan, R. Shankar, and R. K. Baisya, "Analysis of interactions among the variables of supply chain performance measurement system implementation," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 14, pp. 512–529, 2008.

[20] F. Talib, Z. Rahman, and M. Qureshi, "Analysis of interaction among the barriers to total quality management implementation using interpretive structural modeling approach," *Benchmarking*, vol. 18, no. 4, pp. 563–587, 2011.

[21] M. D. Singh and R. Kant, "Knowledge management barriers : An interpretive structural modeling

approach," vol. 3, no. 2, pp. 141–150, 2008.

[22] V. Ravi and R. Shankar, "Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. Technological Forecasting & Social Changes," 2004.

[23] A. Agarwal, R. Shankar, and M. K. Tiwari, "Modeling agility of supply chain," *Ind. Mark. Manag.*, vol. 36, no. 4, pp. 443–457, 2007.

[24] G. Wang, Y. Wang, and T. Zhao, "Analysis of interactions among the barriers to energy saving in China," *Energy Policy*, vol. 36, no. 6, pp. 1879–1889, 2008.

[25] K. Mathiyazhagan, K. Govindan, A. NoorulHaq, and Y. Geng, "An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management," *J. Clean. Prod.*, vol. 47, pp. 283–297, 2013.

پی نوشت

[1] Content Validity

[2] contextual relation

[3] Structural Self Intraction Matrix

[4] Initial reachability matrix

[5] Transitivity

[6] Transitivity

[7] Final reachability matrix

[8] Reachability Set

[9] Antecedent Set

[10] Structural Equation Modeling