



## توسعه چارچوب ترکیبی رهنگاری فناوری با استفاده از تکنیک فراترکیب

صبا صارمی نیا

دکترای مدیریت فناوری اطلاعات - دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده مدیریت و اقتصاد - گروه مدیریت فناوری اطلاعات (مسئول مکاتبات)  
saremy\_saba61@yahoo.com

علیرضا حسن زاده

دانشیار - دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده مدیریت و اقتصاد - گروه مدیریت فناوری اطلاعات

شعبان الهی

دانشیار - دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده مدیریت و اقتصاد - گروه مدیریت فناوری اطلاعات

غلامعلی منتظر

دانشیار - دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده مهندسی صنایع - گروه مدیریت فناوری اطلاعات

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۰۱

### چکیده

در محیط پرتلاطم و پویای امروز، هدایت مسیر توسعه فناوری، مشتمل بر هدف‌گذاری، اتخاذ راهبردها و تدوین سیاست‌ها؛ لازمه توسعه موفق آن به‌شمار می‌رود. اما فناوری چه درون‌زا و مبتنی بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی باشد چه با منشاء خارجی و برون‌زا تلقی شود؛ مستلیم سیاستگذاری و مدیریت صحیح بر فرایند توسعه فناوری و رهنگاری آن است. لذا رهنگاری فناوری با هدف همراستایی استراتژی‌های سازمان در جهت دستیابی به اهداف کسب و کار به عنوان یک ابزار مدیریتی پشتیبان کسب و کار قلمداد شده و بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژوهش‌های متعددی در این حوزه صورت گرفته و مدل‌ها، فرایندها و چارچوب‌های مختلفی برای نمایش رهنگاشتها و اجرای فرایند رهنگاری ارائه شده‌است. با این وجود کمبود پژوهشی که به بررسی سیستماتیک و تحلیلی این مطالعات پرداخته باشد احساس می‌شود. لذا این پژوهش می‌کوشد با استفاده از تکنیک فراترکیب و تفسیر تطبیقی ۷۳ پژوهش (از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۶) در حوزه رهنگاری فناوری، به ارائه یک چارچوب ترکیبی از مولفه‌های اصلی رهنگاری فناوری (دیدگاه‌های مختلف نسبت به رهنگاری، نیازمندی‌های رهنگاری، فرایند رهنگاری، مولفه‌های رهنگاشت، شکل و قالب رهنگاشت و تکنیک‌های اثربخش در رهنگاری) بپردازد. این چارچوب پیشنهادی تحقیقات آتی در حوزه رهنگاری (توسعه فرایند رهنگاری و یا تدوین رهنگاشت نوین در حوزه‌های تخصصی) می‌باشد. در پایان با استفاده از نظر خبرگان و آنتروپی شانون کفایت و اهمیت مولفه‌های شناسایی شده در چارچوب پیشنهادی، ارزیابی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رهنگاری، رهنگاری فناوری، تکنیک فراترکیب، چارچوب، آنتروپی شانون.

## ۱- مقدمه

Yujin Jeong, 2014). همین امر پشتیبانی کننده انعطافپذیری رهنگاری فناوری است به نحوی که هر سازمان می تواند در رهنگاری فناوری خود یک چارچوب مختص به خود داشته باشد (Carvalho, Fleury, & Ghazinoory, Dastranja, Saghafi, Lopes, 2013; Kulshreshth, & Hasanzadeh, 2017). تعدد در مدل‌ها و چارچوب‌ها سبب بروز سردرگمی در پیاده‌سازی رهنگاری در سازمان‌ها شده و با وجود تعدد تحقیقات، محدودیت‌هایی مانند پیچیدگی در پیاده‌سازی فرایندها، الزامات رهنگاری، تکنیک‌های کاربردی در فرایند رهنگاری و ... در رهنگاری وجود دارد (De Cavin, 2012) و هنوز هم کمبود یک طرح جامع، ترکیبی و تحلیلی از پژوهش‌های پیشین در حوزه رهنگاشت و فرایند رهنگاری به چشم می خورد که خود پیشنهاد تحقیقات آتی در حوزه رهنگاری (توسعه فرایند رهنگاری و یا تدوین رهنگاشت نوین در حوزه‌های تخصصی) گردد.

لذا این پژوهش می‌کوشد با استفاده از تکنیک فراترکیب و تفسیر ترکیبی پژوهش‌های حوزه رهنگاری، به ارائه یک چارچوب ترکیبی رهنگاری فناوری بپردازد. تا تجمیعی تفسیری بر مدل‌ها، فرایندها و چارچوب‌های ارائه شده در این حوزه باشد. هدف اصلی این پژوهش شناسایی مولفه‌های تاثیرگذار در فرایند رهنگاری، گام-های توسعه رهنگاشت، ویژگی‌ها و مشخصات یک رهنگاشت کارا و تکنیک‌های قابل کاربرد در فرایند رهنگاری است.

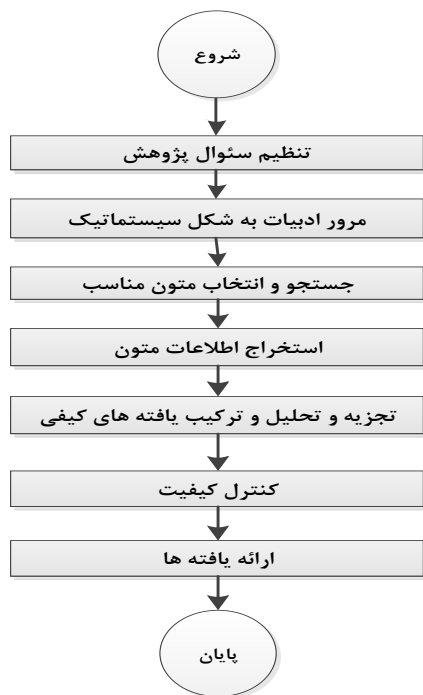
## ۲- ادبیات پژوهش

کاربرد رهنگاری در سطح سازمان، ملی، فراملی از سال ۱۹۹۰ به طور روز افزونی افزایش یافته است. بیش از ۱۵۰۰ رهنگاشت در حوزه‌های مختلف علمی، سیاسی، صنعتی و ... توسعه یافته‌اند و هر کدام از پژوهش‌ها دارای فرمت، چارچوب، مدل و رویکرد خاص خود در رهنگاری متناسب با اهداف خود می‌باشند (R. Phaal, Farrukh, Mitchell, & Probert, 2003). رهنگاشت فناوری یکی از ابزار متداول مدیریتی است که پشتیبانی کننده مدیریت استراتژیک فناوری است (S. Lee & Park, 2005; Robert Phaal et al., 2004; Rinne, 2004). رهنگاشت‌ها تامین کننده ابزار گرافیکی جهت

اغلب سازمان‌ها اذعان می‌کنند که داشتن یک رویکرد سازگار در سازمان (Robert Phaal & Muller, 2009) و یک زبان مشترک (R. Phaal, C.J.P. Farrukh, & D.R. Probert, 2001b; Robert Phaal et al., 2004; Robert Phaal & Muller, 2009) که از رهنگاری ناشی می‌شود، سبب ایجاد مزیت رقابتی می‌شوند (Bucher, 2003). لذا امروزه رهنگاشت فناوری و مشتقات آن، تبدیل به یکی از گسترده‌ترین تکنیک‌های مدیریتی در سطوح ملی، بخشی و سازمانی؛ برای پشتیبانی از استراتژی و نوآوری شده است. مهمترین مزیت این رویکرد، وجود ارتباطات همراه با توسعه و انتشار رهنگاشت؛ به خصوص در جهت همراستایی فناوری و چشم انداز تجاری، برقراری تعادل بین کشف بازار و فشار فناوری است (Robert Phaal & Muller, 2009; دسترنج، قاضینوری، ثقفی، & حسنزاده، ۱۳۹۵؛ قاضینوری & قاضینوری، ۱۳۹۱). افزایش نرخ تغییرات در محیط، پیچیدگی قوانین دولتی در اقتصاد نوین و فشار رقابتی بالا در صنعت؛ استفاده از تکنیک‌هایی مانند رهنگاری را برای سازمان‌ها با هدف توسعه کارایی و اثربخشی و تحقق اهداف بازار حیاتی کرده است. هدف رهنگاری تحقق همراستایی استراتژی‌های سازمان مشتمل بر بازار، محصول، فناوری و تحقیقات؛ جهت دستیابی به اهداف کسب و کار است. لذا همواره به عنوان یک ابزار مدیریتی که قادر به پشتیبانی از کسب و کار است قلمداد شده است (Geum, Kim, Son, & Park, 2013).

امروزه رهنگاری و تدوین رهنگاشت با توجه به اهمیت و مزایایی آن بسیار کاربردی شده و در سطوح سازمانی (R. Phaal, C.J.P. Farrukh, EIRMA, 1997; R. Phaal, C.J.P. Farrukh, EIRMA, 1997; Price, Conway, Palmer, & Summers, 2004)، صنعتی (Garcia, 1997)، ملی (METI, 2005; McMillan, 2003)؛ و فراملی (METI, 2005) مورد استفاده قرار گرفته است. هر کدام از این پژوهش‌ها به فراخور موضوعی یک مدل، چارچوب و یا فرایند اولیه را مدنظر قرار داده و متناسب با نیاز خود آن را شخصی سازی نموده‌اند و یا از تکنیک‌هایی جهت تسهیل فرایند رهنگاری استفاده کرده‌اند (David & Geum, Lee, Lee, & Park, 2015; Fenwick, 2009).

می‌شود. فرا مطالعه، تجزیه و تحلیل عمیق از کارهای پژوهشی انجام شده در یک حوزه خاص است (Patterson, Thorne, & C., 2001) که خود دارای چهار نوع اصلی: فرا تحلیل (تحلیل کمی محتوا مطالعات اولیه)، فراروش (تحلیل روش شناسی مطالعات اولیه)، فرا نظری (تحلیل نظریه های مطالعات اولیه) و فراترکیب (تحلیل کیفی محتوای مطالعات اولیه)؛ می‌باشد (Bench & Day, 2010). فراترکیب، تفسیر تفسیرهای داده های اصلی مطالعات منتخب و استفاده از یافته های آنها است. این روش پژوهش بر مطالعه کیفی پژوهش های پیشین تمرکز دارد و به جای ارائه خلاصه جامعی از یافته‌ها، یک ترکیب تفسیری از یافته را ایجاد می‌کند (Beck, 2002; Zimmer, 2006). لذا با توجه به تحقیقات صورت گرفته در حوزه رهنگاری فناوری، در این پژوهش از روش فراترکیب به منظور مقایسه، تفسیر و ترکیب چارچوب‌های مختلف رهنگاری استفاده می‌شود (بزی، زاده، & معینی، ۹۵؛ شعاعی، نقشینه، علیدوستی، & ناخدا، ۱۳۹۶؛ نامداریان، ۱۳۹۵). برای این منظور از روش هفت مرحله ای سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷) استفاده می‌کنیم که خلاصه این روش در شکل ۱ قابل مشاهده است (Sandelowski & Barros, 2007).



شکل ۱- مراحل روش فراترکیب

(Sandelowski & Barros, 2007)

کاوش و برقراری ارتباط بین بازار، محصول و فناوری در طول زمان با اتصال استراتژی کسب و کار به توسعه مشخصه های محصول هستند (R.E. Albright & Kappel, 2003; S. Lee & Park, 2005). ساختار و فرمت عمومی رهنگاشت به صورت یک نمودار لایه ای (سلسله مراتبی) مبتنی بر زمان است که نشان دهنده الگو تغییر و تحول بازار، محصول و فناوری به صورت متصل به یکدیگر و بیان روندها و تعاملات آنها است (Robert Phaal et al., 2004). هدف اصلی رهنگاری، مدیریت استراتژیک فناوری در یک محیط کسب و کار پویا است و به عنوان یک ابزار مدیریتی جهت برنامه ریزی، پیش بینی و اداره امور مورد استفاده قرار می‌گیرد (S. Lee & Park, 2005). رهنگاشت‌ها به صورت عمومی مشتمل بر برنامه‌ریزی محصول/خدمت، برنامه‌ریزی استراتژیک، برنامه‌ریزی بلند مدت، برنامه‌ریزی دارایی دانش، برنامه‌ریزی فرایند و برنامه‌ریزی یکپارچه؛ می‌باشند (Robert Phaal et al., 2004).

با توجه به اهمیت رهنگاری فناوری، در برنامه‌ریزی استراتژیک مطالعات زیادی در این حوزه صورت گرفته است و چارچوب‌هایی جهت رهنگاری ارائه شده است. برخی از این پژوهش‌ها به ارائه چارچوب، مدل، متدولوژی و روش اجرایی جهت ارائه چارچوب پرداخته‌اند؛ مدل فال<sup>۲</sup> و گروه سانديا<sup>۳</sup> از جمله مشهورترین آنها است (Robert Phaal et al., H. Bray & L. Garsia, 2004). برخی دیگر نیز به ارائه رهنگاری در حوزه‌های مختلف پرداخته‌اند. فال (۲۰۱۱) فهرستی از این پژوهش‌ها و نتایج آنها را اعلام نموده که به بالغ بر ۲۰۰۰ رهنگاشت در حوزه‌های علمی مختلف است (Ian F. Kaixian Chen, 2010; Robert Phaal, Akyildiz, 2014). در این پژوهش، مطالعات ذکر شده مورد بررسی سیستماتیک تفسیری قرار می‌گیرد.

### ۳- روش پژوهش

این پژوهش شامل دو فاز اصلی است، مطالعه تطبیقی پژوهش‌ها جهت توسعه چارچوب تطبیقی رهنگاری فناوری و اعتباربخشی چارچوب. در فاز اول پژوهش به منظور بررسی، ترکیب و مقایسه تطبیقی پژوهش‌های گذشته از تکنیک فرامطالعه<sup>۴</sup> شاخه فراترکیب، استفاده

; Robert Phaal et H.Bray & L.Garsia, 2004)  
(al., 2004).

۲) ارائه رهنگاشت در حوزه های مختلف. فال (۲۰۱۱) در فهرستی این پژوهش ها و نتایج آنها را اعلام نموده که بالغ بر ۲۰۰۰ رهنگاشت در حوزه های علمی مختلف است ( Ian F. Akyildiz, ) ; Kaixian Chen, 2010; Robert Phaal, 2014 (2011).

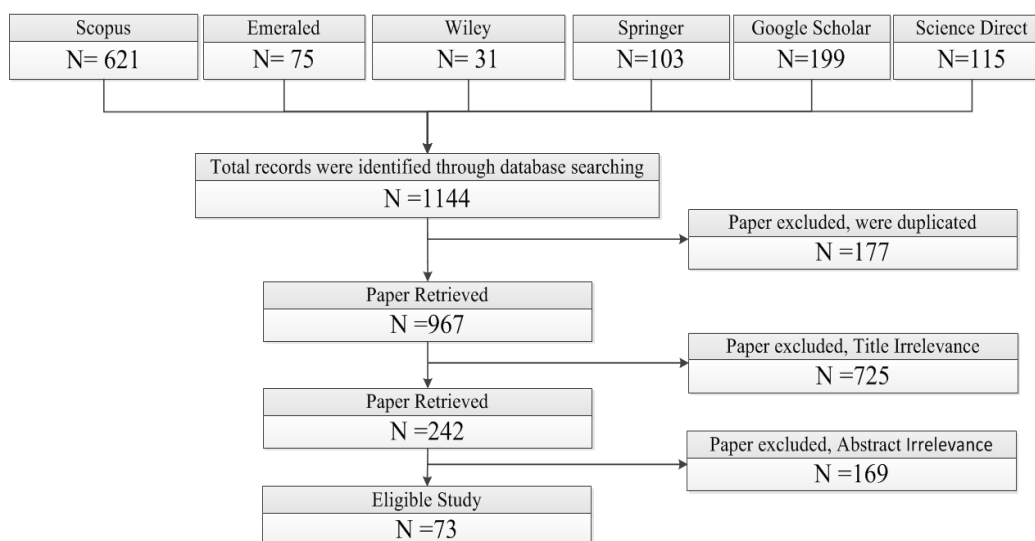
۳) ارائه راهکارهایی جهت بهبود رهنگاری (فرایند، چارچوب، مدل) با استفاده از مفاهیم و فناوری های جدید؛ مانند: بومی سازی چارچوبها بر اساس اهداف (S. Lee & Park, 2005)، استفاده از تکنیکهای سیستم های پشتیبان تصمیم برای بهبود چارچوبهای رهنگاری ( David Fenwick, ) (2009)، استفاده از تکنیکهای داده کاوی تحت عنوان "قاعده کاوی همبسته" جهت بهبود روابط درون لایه ای و میان لایه ای اطلاعات در رهنگاشت (Geum et al., 2015) و ...

لذا در این پژوهش بر اساس مطالعات دسته ۱ که خود ناشی از اجرای تحقیقات دسته ۲ هستند، مدل ترکیبی رهنگاری فناوری ارائه می گردد و با توجه به بررسی پژوهش های دسته ۳، مدل مزبور تکمیل می گردد. خلاصه روش شناسی این پژوهش در شکل ۳ قابل مشاهده است.

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه پژوهش های صورت گرفته در حوزه رهنگاری فناوری، است که از موتورهای جستجو Scopus, Google Scholar و مجلات Emerald, Wiley, Springer & Science Direct نامین شده است. فرایند شناسایی پژوهشها، محل استخراج، کلمه کلیدی مورد استفاده و محل استخراج و نحوه غربال پژوهش ها در شکل ۲ قابل مشاهده است. فرایند غربال (مشمول بر فیلترهای : تکراری بودن، عنوان و محتوای خلاصه مقاله) و نحوه کاهش تعداد مقالات به تفکیک، مجله و کلمه کلیدی نیز در پیوست ۱ قابل مشاهده است. در فاز دوم پژوهش به منظور اعتبار بخشی چارچوب پیشنهادی از تکنیک آنتروپی شانون استفاده می شود. این تکنیک ضریب اهمیت و اولویت هر یک از مفاهیم شناسایی شده در چارچوب را با استفاده از نظر خبرگان تعیین می کند. در این فاز؛ چارچوب توسعه یافته با استفاده از پرسشنامه آنلاین و دریافت نظرات متخصصان حوزه رهنگاری، مورد بررسی قرار گرفته و مولفه های آن بر اساس آنتروپی شانون از مظر اولویت و کفایت ارزیابی می شود.

با بررسی اولیه این پژوهش ها، مطالعات در این حوزه به چند دسته کلی ذیل طبقه بندی می شوند:

۱) مطالعات صورت گرفته در شکل دهی مفاهیم اولیه و ارائه مدل های پایه که از مشهورترین آنها می تواند به مدل فال و گروه سانديا<sup>۵</sup> اشاره نمود



شکل ۲- مراحل جستجو و غربال منابع داده



شکل ۳- روش شناسی پژوهش در توسعه چارچوب تطبیقی رهنگاری فناوری با تکنیک فراترکیب

محققان نسبت به این واژه از منظر نوع، حوزه های تحت پوشش و هدف.

(۲) شرایط لازم جهت اجرای کیفی فرایند رهنگاری و تدوین رهنگاشت: در این بخش آن دسته از الزاماتی که در ادبیات پژوهش جهت افزایش کیفیت فرایند رهنگاری و تدوین رهنگاشت عنوان شده است، جمع بندی و طبقه بندی شده اند.

(۳) گام های اجرای فرایند رهنگاری: تعیین گام های فرایند رهنگاری جهت تدوین رهنگاشت.

#### ۴- یافته ها (توسعه چارچوب رهنگاری فناوری با استفاده از تکنیک فراترکیب)

در بررسی اولیه پژوهش های شناسایی شده؛ می توان بیان نمود که در حوزه رهنگاری و ارائه رهنگاشت، موضوعات ذیل مورد توجه محققان قرار گرفته است و محققان در پژوهش های مختلف با تمرکز بر یک یا چند بخش به بیان موضوعات ذیل پرداخته اند:

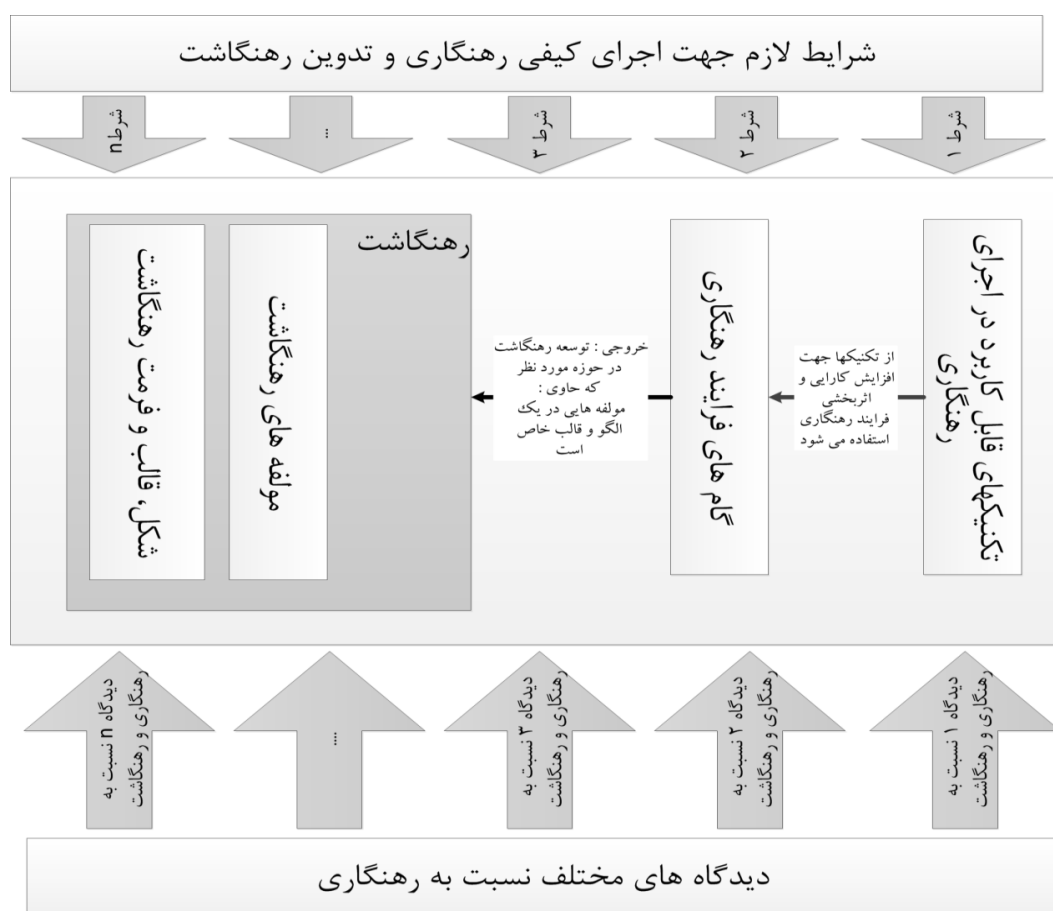
(۱) دیدگاه های مختلف نسبت به رهنگاری: تعاریف مختلفی که از رهنگاری شده است و دیدگاه های

۶) تکنیک‌های مورد استفاده در فرایند رهنگاری: انواع تکنیک، فناوری، ابزار و روش‌هایی که برای تسهیل اجرای فرایند رهنگاری پیشنهاد شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

شکل ۴ این طبقه بندی اولیه را نمایش می‌دهد. در ادامه هر کدام از این مولفه‌های اصلی رهنگاری فناوری و زیرمولفه‌های آنها توصیف می‌شوند.

۴) مولفه‌های رهنگاشت خروجی: دانش رهنگاشت خروجی که مشتمل بر مولفه‌های نظام ساختاری و محتوای درون رهنگاشت می‌باشد.

۵) شکل و قالب رهنگاشت تدوین شده: انواع فرمت‌های پیشنهادی جهت نمایش کارتر و اثربخش تر رهنگاشت.



شکل ۴- طبقه بندی اولیه مباحث حوزه رهنگاری ناشی از مطالعه پژوهش‌های حوزه رهنگاری

توانمندسازها ایجاد شده است" (Richey & Grinnell, 2004; Willyard & McClees, 1987).

برخی از محققان رهنگاری فناوری را به عنوان یک تکنیک قدرتمند برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی و مدیریت فناوری در سازمان، معرفی کردند (R. Phaal, Farrukh, Mitchell, et al., 2003). برخی دیگر آن را فرایندی مشتمل بر خلق، ارتباطات و کاربرد فعالانه فناوری (Bucher, 2003) معرفی می‌کنند. آلینت (۲۰۰۶) آن را

#### ۴-۱- دیدگاه‌های مختلف نسبت به رهنگاری

تعاریف مختلفی در مورد رهنگاری و رهنگاشت وجود دارد که هر کدام دیدگاه محقق (محققان) را نسبت به این موضوع نشان می‌دهد. به عنوان مثال رابرت گالوین، مدیر عامل موتورولا، بیان می‌کند که "رهنگاشت یک تصویر گسترده نسبت به آینده از موضوعات مورد علاقه است که از دانش تجمعی سازمان و توانایی تجسم سازی

می‌توان گفت که محققان رهنگاشت را وسیله‌ای برای برنامه‌ریزی استراتژیک فناوری، یکپارچه سازی توسعه فناوری با استفاده از شناسایی محرک‌های بازار و بررسی تغییرات معرفی کرده اند. در **Error! Reference source not found.** قیاس بین برداشت‌های مختلف از رهنگاری و رهنگاشت را بر اساس نوع، حوزه تحت پوشش و هدف از رهنگاری، ارائه شده است.

جدول ۱ قیاس بین برداشت‌های مختلف از رهنگاری و رهنگاشت را بر اساس نوع، حوزه تحت پوشش و هدف از رهنگاری، ارائه شده است.

فعالیت خطاب کرده (Alignent, 2006) و انجمن مدیریت تحقیقات صنعتی اروپا آن را چارچوب معرفی نموده است (EIRMA, 1997).

اغلب محققان، حوزه‌های تحت پوشش رهنگاشت را کلیه حوزه‌های کسب و کار معرفی کردند ( Bucher, 2003; EIRMA, 1997; R. Phaal, Farrukh, Mitchell, et al., 2003). اما برخی از پژوهشگران حوزه‌های تحت پوشش رهنگاری را به پروژه‌های تحقیقاتی ( Zurcher & Kostoff, 1997) و یا بازار و فناوری (Alignent, 2006) محدود نمودند. (Price et al., 2004) در این دیدگاه‌های مختلف، اهداف مختلف (اما همراستا) برای رهنگاری بیان شده است؛ به طور خلاصه

جدول ۱- مقایسه تعاریف رهنگاری و رهنگاشت در پژوهش‌های مختلف

| طبقه بندی دیدگاه‌های مختلف                             |   |        |                |        |             |        | رفرنس  |
|--|---|--------|----------------|--------|-------------|--------|--|
| هدف  | حوزه‌های تحت پوشش                       | نوع    |                |        |             |        |  |
|  |   | چارچوب | سبک، چشم انداز | فعالیت | مدل گرافیکی | فرایند |  |
| شناسایی محرک‌های بازار                                 | حوزه ترکیبی کسب و کار                   | *      |                |        |             |        | Robert Galvin<br>موتورولا                    |
| یکپارچگی در کلیه جنبه‌های فناوری در استراتژی کسب و کار | بازاریابی، ساخت و تولید و مولفه‌های فنی | *      |                |        |             |        | (EIRMA, 1997)                                |
| موقعیت توسعه فناوری و تغییرات آن                       | پروژه‌های تحقیق و توسعه                 | *      |                |        |             |        | Robert Zurcher & Ronald N. Kostoff, (1997)   |
| کاربرد فعالانه فناوری، برنامه‌ریزی فناوری استراتژیک    | بازاریابی، تولید، تحقیق و توسعه، مالی   | *      |                |        |             |        | (Bucher, 2003)                               |
| برنامه‌ریزی و مدیریت فناوری                            | بازار، محصول و فناوری                   | *      |                |        |             |        | R. Phaal, Farrukh, ( Mitchell, et al., 2003) |
| تجمیع و نمایش اطلاعات                                  | بازار و فناوری                          | *      |                |        |             |        | (Price et al., 2004)                         |
| پشتیبانی فرایند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استراتژیک     | بازار و فناوری                          | *      |                |        |             |        | (Alignent, 2006)                             |

کیفیت و کمیت مناسب داده‌های ورودی ( McMillan, 2003) و استفاده از ابزارهای گرافیکی برای نمایش ( Y. Yamashita, Y. Nakamori, & A.P. Wierzbicki, 2009)؛ در فرایند رهنگاری بسیار حیاتی است. برخی از الزامات عمومی اند و در بیشتر حوزه‌های مدیریتی، تصریح شده اند؛ اما برخی از آنها مختص رهنگاری بوده و به عنوان یک نیاز یا معیار بلوغ سازمان در فرایند

#### ۴-۲- نیازمندی‌های رهنگاری

در بسیاری از پژوهش‌های حوزه رهنگاری؛ الزاماتی معرفی شده است که سبب افزایش کارایی رهنگاری و اثربخشی رهنگاشت می‌شوند. به عنوان مثال یک تیم مناسب با ترکیبی از تخصص‌های ضروری ( Kostoff, 2004; McMillan, 2003; Boylan, & Simons, 2004)؛

- الزامات مرتبط با فرایندهای کاری: بازتاب کننده آندسته از الزامات می باشد که به نحوی با ورودی ها و فرایند رهنگاری در ارتباط اند. این الزامات عبارتند از: کیفیت و کمیت داده های ورودی، وجود یک تصویر واقع گرایانه از محدودیت های فنی و غیر فنی، شناخت دقیق فناوری های رقیب، ریالی سازی نتایج رهنگاشت و ...
- الزامات مرتبط با فناوری: بازتاب کننده فناوری ها، ابزار و متدهای مورد نیاز جهت فرایند رهنگاری می باشد و عبارتند از: یکپارچه سازی رهنگاری با ابزارهای مدیریتی، بهره برداری از ابزارهای نمایشی گرافیکی، کاربرد ابزار تحت وب و ...

رهنگاری معرفی شده اند. در این پژوهش، شرایط لازم جهت تدوین و پیاده سازی رهنگاشت ( Cagnin & R. Phaal, Farrukh, Mills, & Ko'nnola, 2014 Probert, 2003; Robert Phaal et al., 2004; Robert Phaal, Farrukh, & Probert, 2010) به سه دسته کلی ذیل طبقه بندی شده اند که در شکل ۵ نمایش داده شده است:

- الزامات مرتبط با منابع انسانی: به آندسته از الزاماتی اطلاق می شود که مرتبط با افراد درگیر در فرایند رهنگاری می باشد و مشتمل بر: ترکیب بندی و کفایت تیم رهنگاری، تعهد تیم و مشارکت کنندگان، مشخصات رهبری و مدیریت، تعهد مدیریت ارشد و ذینفعان، می باشد.

|                   |                         |                               |                 |                            |                        |                               |   |                                    |                             |                                       |   |                                     |                |                         |   |                                    |   |   |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------|---|------------------------------------|---|---|
| ترکیب تیم رهنگاری | کیفیت اعضای تیم رهنگاری | میزان تعهد و مشارکت اعضای تیم | انتخاب رهبر تیم | تعهد ذینفعان و مدیران ارشد | تضمین کیفیت داده ورودی | تضمین کمیت و کفایت داده ورودی | ایجاد شناخت کامل از موانع فنی و غیر فنی | ایجاد شناخت کامل از فناوریهای رقیب | تبدیل رهنگاشت به معادل مالی | ارائه راه حل های بومی و شخصی سازی شده | استفاده از روش هایی جهت فرایند کارایی اثر بخشی فرایند | نرمال سازی و استاندارد سازی رهنگاشت | ارزایی رهنگاشت | تعهد پیاده سازی رهنگاشت | یکپارچه سازی ابزار TRM با ابزار مدیریتی | استفاده از ابزار گرافیکی جهت نمایش | استفاده از ابزار های مختلف جهت اجرای فرایند | استفاده از فناوری های تحت وب جهت بهبود مشارکت |
| R-1-1             | R-1-2                   | R-1-3                         | R-1-4           | R-1-5                      | R-2-1                  | R-2-2                         | R-2-3                                   | R-2-4                              | R-2-5                       | R-2-6                                 | R-2-7   | R-2-8                               | R-2-9          | R-2-10                  | R-3-1                                   | R-3-2                              | R-3-3                                       | R-3-4   |
| الزامات فردی      |                         |                               |                 |                            | الزامات فرایندی        |                               |   |                                    |                             |                                       |   |                                     |                |                         | الزامات فناورانه                        |                                    |   |   |

شکل ۵- نیازمندی ها (الزامات) شناسایی شده جهت توسعه و پیاده سازی رهنگاشت؛ منتج از مطالعه تطبیقی

گردد؛ فاز دوم که "توسعه نقشه راه" است و فاز سوم که "پیگیری و کاربرد" رهنگاشت می باشد؛ توصیف می شود. هر کدام از این فازها دارای فعالیتهای متعددی است که کل فرایند رهنگاری پشتیبانی میکند. این فرایند در آزمایشگاه ملی سانديا توسعه افته است ( H.Bray & L.Garsia, 2004).

انجمن تحقیقات صنعتی اروپا نیز ۸ گام (فاز آغازین، تشکیل تیم، طرح اولیه رهنگاشت فناوری، پردازش ورودی ها، فشرده سازی و ایجاد یک سند کاری (رهنگاشت)، برنامه ریزی برای بررسی، مشاوره و ارتباطات، تدوین یک سند تصمیم گیری و به روز رسانی)

#### ۴-۳- فرایند رهنگاری

رهنگاشت ها علاوه بر اینکه خود یک منبع دانشی محسوب می شوند، فرایند توسعه آنها نیز منبع دانشی بسیار ارزشمند است که در بسیاری از مواقع حتی ارزشمندتر از خود رهنگاشت معرفی می شود ( Robert Phaal & Muller, 2009). فرایندهای مختلفی جهت انجام رهنگاری پیشنهاد و در نتیجه پیاده سازی شده اند، به عنوان مثال یکی از متداول ترین فرایندها، فرایند رهنگاری در SEMATECH می باشد. بر اساس مطالعات این فرایند رهنگاری در سه فاز اصلی "فعالیت های ابتدایی" که در این مرحله عملاً نقشه راهی تعریف نمی-



فناوری در سازمان است (N. Gindy, Morcos, Cerit, & Hodgson, 2008). این متدولوژی به سه فاز اصلی تقسیم بندی می‌شود: "فاز مقدماتی"، "فاز STAR"، که همان فرایندهای اجرایی این متدولوژی (مشمتمل: بر تعیین محرک‌های استراتژیک کسب و کار، تعیین استراتژی رقابتی و بازار، استراتژی محصول، استراتژی فناوری و استراتژی تحقیق و توسعه)، می‌باشد و "فاز نهایی" است (N. N. Z. Gindy, Arman, & Cavin, 2009).

روش رهنگاری دانش نورث وسترن برای تسریع نوآوری در فناوری به رهبری پروفیسور راندور<sup>۱۱</sup> توسعه یافت. بوچر (۲۰۰۳) به توصیف این روش می‌پردازد و بیان می‌کند که این روش رهنگاری در قدم اول اقدام به سازماندهی مجدد برنامه محصول و فناوری می‌کند، در این سازماندهی مجدد آیتم‌های بحرانی بر اساس اولویت و اهمیت در اهداف بازار، مشخص می‌شوند. این اولویتها به مجموعه‌ای از محرکها، محصولات رقابتی و گزینه‌های فناورانه در یک افق زمانی به عنوان یک برنامه داخلی جهت تیم رهنگاری؛ متصل می‌شوند. این روش به سه بخش کلی تقسیم بندی می‌شود: "خلاصه، اکشن پلان و مدیریت ریسک" (R.E. Albright & Kappel, 2003).

لی و فال<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۳) یک فرایند سه مرحله‌ای (فعالیت‌های مقدماتی، توسعه و یکپارچه سازی رهنگاشت و فعالیت‌های پیگیری) را در ۸ فاز که هر فاز نیز دارای گام‌ها و فعالیت‌های مخصوص به خود است؛ توسعه دادند. فعالیت‌های مقدماتی، فرایند رهنگاری را برنامه ریزی نموده و تیم رهنگاری را سازماندهی می‌کند. توسعه و یکپارچه سازی رهنگاشت خود مشتمل بر ۶ فاز است: تعیین نیاز، تعیین خدمات، تعیین ابزار و وسایل، تعیین فناوری، توسعه پیش نویس رهنگاشت و همراستا سازی رهنگاشت‌ها. فعالیت‌های پیگیری نیز به دنبال توسعه برنامه اجرایی و اجرای آن برنامه می‌باشد (J. H. Lee, & Phaal, 2013).

با توجه به توصیفات مطرح شده، علی‌الرغم تنوع و تمایز بین گام‌های فرایند رهنگاری در پژوهش‌های مختلف، یک اجماع کلی روی برخی از گام‌های رهنگاری مشهود است، لذا در این پژوهش فازهای فرایند رهنگاری به شرح ذیل توصیف می‌شود:

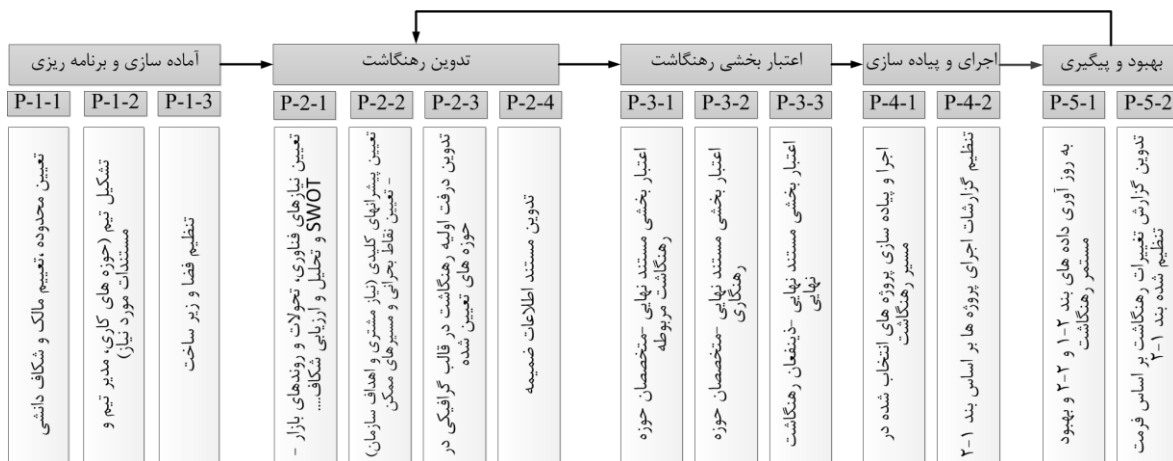
را جهت اجرای فرایند رهنگاری پیشنهاد نموده اند که دارای حلقه‌های بازخورد احتمالی بین گام‌های هشت گانه می‌باشد (EIRMA, 1997).

آلبرایت و کاپل<sup>۱۳</sup> (۲۰۰۳) فرایند چهار مرحله‌ای (تحلیل بازار، کد گذاری محصول، شناسایی فناوری و اجرا) را برای پیاده سازی رهنگاشت در شرکت فناوری فلورسین<sup>۱۴</sup> پیشنهاد کرده اند. آنها در این پروژه خود از تعدادی فرمت و قالب از پیش تعیین شده جهت هدایت تیم رهنگاری استفاده کردند (R.E. Albright & Kappel, 2003).

فرایند T-Plan یا شروع سریع نیز توسط دانشگاه کمبریج برای مدیریت فناوری توسعه یافت و یک فرایند مبتنی بر کارگاه است. این فرایند یک فرایند مصور سازی و همکارانه است که اتصال بین برنامه‌های تحقیق و توسعه‌ای، اهداف توانمندساز و نیازمندی‌ها را برقرار می‌کند. هدف این فرایند کمک به مدیر ارشد جهت تصمیم بهینه در فرایند سرمایه‌گذاری فناوری است (Wells, Phaal, Farrukh, & Probert, 2004). این رویکرد مشتمل بر سه مرحله است: برنامه ریزی، کارگاه و نهایی سازی. مرحله کارگاه خود مشتمل بر چهار کارگاه: بازار، محصول، فناوری و زمانبندی است (R. Phaal, Farrukh, Mitchell, et al., 2003). این متدولوژی با کارگاه بازاریابی شروع شده و در کارگاه محصول و فناوری ادامه می‌یابد و در کارگاه نهایی رهنگاشت، شکل می‌گیرد. بعد از برگزاری این کارگاه‌ها؛ و تدوین رهنگاشت، فاز نگهداری و به‌روزرسانی رهنگاشت آغاز می‌شود (R. Phaal, Farrukh, Mitchell, et al., 2003; Robert Phaal Phaal, Farrukh, Mitchell, et al., 2003 & Muller, 2009; R. Phaal, C.J.P. Farrukh, & D.R. Probert, 2004, 2006; R.Phaal, C.J.P.Farrukh, & D.R.Probert, 2009).

متدولوژی رهنگاری فناوری استراتژیک<sup>۱۵</sup> (STAR) نیز یک متدولوژی است که توسط پروفیسور گیندی<sup>۱۶</sup> با همکاری گروه همراستا سازی استراتژیک فناوری در دانشگاه ناتینگهام؛ توسعه یافته است. متدولوژی STAR به عنوان فرایند "برنامه ریزی نیازمندیهای فناوری" تعریف شده است و هدف آن اتصال و همراستا سازی پروژه‌های تحقیق و توسعه با نیازمندیهای کسب و کار به خصوص استراتژی‌های کسب و کار، بازار، محصول و

- فاز برنامه ریزی و آماده سازی که با تعریف شکاف دانشی و تعیین دامنه رهنگاشت، آغاز می شود. بر اساس دامنه تعیین شده و نیازمندی‌ها، تیم مناسب جهت رهنگاری تشکیل می شود. زیرساخت‌های لازم اعم از سخت افزاری و نرم افزاری تامین می گردد.
  - توسعه رهنگاشت با تعیین روند بازار و تحلیل نیازمندی‌های محیطی (با استفاده از ابزارهایی چون SWOT, PET, STEEP, ...) آغاز می شود. این فرایند با تعیین محرک‌های کلیدی و نقاط بحرانی ادامه می یابد. کلیه این فعالیت‌ها در کارگاه‌ها انجام شده و پیش نویس رهنگاشت به همراه مستندات راهنما تدوین می گردد.
  - اعتبار بخشی و نهایی سازی که با تعریف شکاف دانشی و تعیین دامنه رهنگاشت، آغاز می شود. بر اساس دامنه تعیین شده و نیازمندی‌ها، تیم مناسب جهت رهنگاری تشکیل می شود. زیرساخت‌های لازم اعم از سخت افزاری و نرم افزاری تامین می گردد.
  - توسعه رهنگاشت با تعیین روند بازار و تحلیل نیازمندی‌های محیطی (با استفاده از ابزارهایی چون SWOT, PET, STEEP, ...) آغاز می شود. این فرایند با تعیین محرک‌های کلیدی و نقاط بحرانی ادامه می یابد. کلیه این فعالیت‌ها در کارگاه‌ها انجام شده و پیش نویس رهنگاشت به همراه مستندات راهنما تدوین می گردد.
- لذا مولفه های استخراجی (گام های فرایندی) ناشی از مطالعه تطبیقی پژوهش های حوزه رهنگاری در شکل ۶ قابل مشاهده است.



شکل ۶- مولفه های گام های فرایندی جهت توسعه و پیاده سازی رهنگاشت: منتج از مطالعه تطبیقی

#### ۴-۴- مولفه های رهنگاشت

نظام، سامانه و ...) تعبیر کرده است و مفهوم رهنگاری را عمومیت بخشیده است (Groenveld, 1997).

گروه مدیریت فناوری<sup>۱۴</sup> فرمت ساده‌ای برای رهنگاشت ارائه کرده که در آن محور X نمایش دهنده زمان و محور Y نمایش دهنده میزان افزایش و توسعه عملکرد در طول زمان مورد نظر است و هر پروژه را نیز به صورت یک بیضی در این فضای دو بعدی نمایش می دهد (Grossman, 2004).

فال و همکارانش در مطالعات دانشگاه کمبریج، مولفه های رهنگاشت را منابع، فناوری، محصول/خدمت، کسب و کار و بازار؛ معرفی می کنند (R. Phaal, Farrukh, & Mitchell, et al., 2003; R. Phaal, Farrukh, & Mitchell, et al., 2003; Probert, 2000; R. Phaal, C.J.P. Farrukh, & D.R. Probert, 2001b; Robert Phaal et al., 2004; R Phaal,

مولفه های رهنگاشت، دانش رهنگاشت خروجی مشتمل بر مولفه‌های نظام ساختاری (لایه های رهنگاشت) و محتوای درون رهنگاشت می باشد. لایه های تعریف شده در هر رهنگاشت انواع مختلف دانش (چیستی، چرایی، چه کسی، چه موقع، کجا و چگونه) در فرایند رهنگاری را پشتیبانی می کند. فرمت‌ها و مولفه‌های مختلفی برای نمایش یک رهنگاشت، ارائه شده است. پیتر گرونولد<sup>۱۳</sup> (۱۹۹۷) در منبع الکترونیکی فیلیپس فرایند رهنگاری محصول-فناوری را توسعه داده است و بر یکپارچه سازی استراتژی فناوری و کسب و کار تمرکز نموده است. او اصطلاح محصول را در یک دامنه وسیعی از مفاهیم (محصول، سیستم، خدمت، عملکرد،

رهنگاشت بیان می‌کنند ( R.E. Albright & Kappel, 2003). لذا مولفه‌های استخراجی (محتوای رهنگاشت) ناشی از مطالعه تطبیقی پژوهش‌های حوزه رهنگاری در شکل ۷ قابل مشاهده است.

Farrukh, & Probert, 2005; Robert Phaal & Muller, 2009; R. Phaal et al., 2004, 2006). انجمن تحقیقات صنعتی اروپا مهمترین مولفه‌های رهنگاری فناوری را زمان، قابل تحویل‌ها (محصول)، فناوری، مهارت-علم و منابع معرفی می‌کند (EIRMA, 1997). آلبرایت و کاپل منابع، فناوری، محصول و بازار را به عنوان مولفه‌های

| محور افقی | محور عمودی                      |                        |                                 |                                     |               |       |       |                                |                     |        |                      |            |              |               |                |       |
|-----------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------|-------|-------|--------------------------------|---------------------|--------|----------------------|------------|--------------|---------------|----------------|-------|
|           | اثرات بیرونی                    |                        |                                 |                                     | قابل تحویل‌ها |       |       |                                | راه حل              |        |                      | منابع      |              |               |                |       |
|           | C-1-1                           | C-2-1                  | C-2-2                           | C-2-3                               | C-2-4         | C-3-1 | C-3-2 | C-3-3                          | C-3-4               | C-4-1  | C-4-2                | C-4-3      | C-5-1        | C-5-2         | C-5-3          | C-5-4 |
| بعد زمان  | مولفه‌های فرهنگی و جامعه‌شناختی | قوانین و مقررات، سیاست | محرك، استراتژی‌ها و اثرات بازار | محرك، استراتژی‌ها و اثرات کسب و کار | سیستم         | خدمت  | محصول | تغییر در فرمت، عملکرد و کاربرد | پروژه تحقیق و توسعه | فناوری | علم، مهارت، دانش فنی | منابع مالی | منابع انسانی | منابع ساختاری | منابع فناورانه |       |

شکل ۷- مولفه‌های رهنگاشت؛ منتج از مطالعه تطبیقی

است که مشتمل بر لایه‌هایی چون: بازار، محصول و فناوری است. با توجه به اینکه رهنگاشت یک چارت چند لایه مبتنی بر زمان است، می‌تواند تغییرات و پیشرفت الگوهای بازار، محصول و فناوری را در طول زمان نمایش دهد و ارتباط بین آنها را بیان کند (Robert Phaal et al., 2004). این فرمت رهنگاشت اجازه می‌دهد که تحولات درون هر لایه بررسی و نگاشته شود و در کنار آن، وابستگی‌های میان لایه‌های یکپارچگی فناوری در محصولات، خدمات و نظام‌های کسب و کار را تسهیل کند (R. Phaal, 2003). اما رهنگاشت‌ها همواره با فرمت بیان شده ارائه نمی‌شوند بلکه با توجه به حوزه رهنگاشت، سطح آن و اهداف رهنگاشت از فرمت‌های متعددی پیروی می‌کنند. فال (۲۰۰۳) برخی از انواع فرمت‌های رهنگاشت را در قالب فرمت میله‌ای، جدول، گراف، تصویری، فلوجارت، تک لایه و متنی؛ معرفی می‌کند (R. Phaal, 2003). کر و فال (۲۰۱۵) چهار دامنه اصلی را به عنوان الزامات و ویژگی‌های ظاهری رهنگاشت را جهت افزایش کارایی و اثربخشی آن، عنوان نموده‌اند: داشتن

#### ۴-۵- شکل و قالب رهنگاشت (ویژگی‌های تصویری)

بر اساس نظر کر و فال ( Valls, Gibert, Sánchez, & Batet, 2010): "مصورسازی رهنگاشت، صرفاً یه مشخصه ظاهری نیست بلکه انتقال دهنده نقطه نظر خاص مبتنی بر بافت و پس زمینه خلق و کاربرد رهنگاشت است. با توجه به اینکه رهنگاشت با هدف برقراری ارتباط استراتژیک و همراستا سازی برنامه‌ها ایجاد می‌شود؛ لذا باید در یک فرمت تصویری بسیار شفاف، خلاصه، جامع و یکپارچه که بازتاب‌کننده مفاهیم و اطلاعات مورد نیاز مخاطب است، نمایش داده شود."

یکی از مهمترین ویژگی‌های رهنگاشت فرمت گرافیکی و مصور آن است که قادر است مرتبط‌ترین اطلاعات را در ساده‌ترین حالت در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار دهد. برای تحقق این هدف، فرمت‌های متعددی معرفی و مورد استفاده قرار گرفته است؛ اما عمومی‌ترین آنها فرمتی است که توسط دانشگاه کمبریج ارائه شده است. این فرمت، یک چارت مبتنی بر زمان

#### ۴-۶- تکنیک‌های مورد استفاده در فرایند رهنگاری

پیاده‌سازی کارا و موثر رهنگاری نیازمند استفاده از ابزار، تکنیک‌ها، فناوری‌ها، به‌روشها و متدهای مناسب است. پیتر گرنولد (۱۹۹۷) در فرایند رهنگاری از ابزارهای مدیریتی ای چون: توسعه عملکرد کیفی (QFD)<sup>۱۵</sup>، مدیریت پورترفوی، تحلیل SWOT و ماتریس نوآوری استفاده می‌نماید (Groenveld, 1997). انجمن تحقیقات صنعتی اروپا بر تکنیک‌های هدفگذاری، ممیزی، الگو برداری، تحلیل شکاف و مزایا و .. تاکید می‌کند (EIRMA, 1997). برخی از پژوهش‌ها بر تکنیک‌های سناریو نویسی جهت شناسایی گزینه‌ها و مسیرهای رهنگاری تمرکز کرده اند (Geum, Lee, & Park, 2014; C. Lee, Song, & Park, 2015; M. Landherr, 2012; Ringland, 1998; Saritas & Aylene, 2010).

فنیوک (۲۰۰۹) سعی کرده است از تکنیک‌های سیستم‌های پشتیبان تصمیم برای بهبود چارچوب‌های رهنگاری استفاده نماید؛ وی در چارچوب پیشنهادی خود معیار ارزش اطلاعات را ملاک اصلی ورود به چارچوب مدنظر قرار داده است (David Fenwick, 2009). جانگ<sup>۱۶</sup> در سال ۲۰۱۴ به دنبال ارائه چارچوبی برای رهنگاری بازار با استفاده از چارچوب‌های رهنگاری فناوری بوده است (Yujin Jeong, 2014). جم<sup>۱۷</sup> و همکارانش (۲۰۱۵) برای بهبود روابط درون لایه ای و میان لایه ای اطلاعات در رهنگاشت از تکنیک‌های داده کاوی تحت عنوان "قاعده کاوی همبسته"<sup>۱۸</sup> استفاده کرده اند (Geum et al., 2015). تورو-جارین<sup>۱۹</sup> و همکارانش، از مفهوم بوم مدل کسب و کار<sup>۲۰</sup> در خلق یک متدولوژی جدید در رهنگاری استفاده کرده اند (Miguel Angel Toro-Jarrín, Idalia Estefania Ponce-Jaramillo, & Güemes-Castorena, 2016).

واتانا و گردسری<sup>۲۱</sup> (۲۰۱۰) ابزاهایی که در فرایند رهنگاری و توسعه رهنگاشت، توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است را به سه دسته کلی طبقه بندی کرده اند:

- ابزارهای تحلیل بازار که عموماً در در لایه های بالایی رهنگاری مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای شناخت بازار و تصمیم‌گیری روی بیانیه نیازمندی‌ها کاربرد

چارچوب زمانی، داشتن ساختار سلسله مراتبی و لایه ای، نمایش دهنده ارتباطات و جهت‌گیری‌ها (Valls et al., 2010).

با وجود تنوع تصویری رهنگاشت‌ها؛ اما یک سری ویژگی‌هایی در اکثریت آنها به چشم می‌خورد به عنوان مثال فال و همکارانش داشتن بعد زمان، داشتن فرمت لایه‌ای و سلسله مراتبی بودن را جزو مهمترین ویژگی‌های تصویری رهنگاشت‌ها معرفی می‌کنند (R. Phaal, R. Phaal et al., Farrukh, Mitchell, et al., 2003 2000; R. Phaal et al., 2001b; Robert Phaal et al., 2004; R Phaal et al., 2005; Robert Phaal & Muller, 2009; R. Phaal et al., 2004, 2006). در برخی از رهنگاشت‌های ارائه شده کدگذاری مفاهیم برای افزایش کارایی رهنگاشت به کار برده شده است (Richard E. Albright & Kappel, 2003; Albright, 2003; Grossman, 2004; Richey & Grinnell, 2004). زوجر و کوستاف در ابزار رهنگاری خود تحت عنوان GMS؛ ارتباطات فی مابین مفاهیم را نیز کدگذاری می‌نمایند (Zurcher & Kostoff, 1997) و هم مفاهیم و هم ارتباطات را از منظر هزینه‌ای طبقه‌بندی می‌کنند (N. N. Z. Gindy et al., 2009; Gindy et al., 2008; Zurcher & Kostoff, 1997).

در نهایت مولفه‌های استخراجی (ویژگی‌های ظاهری رهنگاشت) ناشی از مطالعه تطبیقی پژوهش‌های حوزه رهنگاری در شکل ۸ قابل مشاهده است.

|  |     |
|--|-----|
| بعد زمان   | F-1 |
| لایه بندی بر اساس مولفه ها                                 | F-2 |
| کد گذاری مفاهیم (Concept) در محتوای رهنگاشت                | F-3 |
| کد گذاری ارتباطات (Attribute) بین مفاهیم در محتوای رهنگاشت | F-4 |
| کد گذاری خاص مبتنی بر هزینه برای مفاهیم و ارتباطات         | F-5 |

شکل ۸- مولفه های ویژگی های ظاهری و فرمت رهنگاشت؛ منتج از مطالعه تطبیقی

تحلیل متصل، دلفی، PET, SWOT, STEEP, PETS، فرایند سلسله مراتبی تحلیل (AHP)، ماتریس مورفولوژی، ماتریس مشخصه های رقابتی، ابزار های ارزش گذاری و کارت امتیاز دهی متوازن (BSC).

- ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های آینده نگاری و پیش بینی مانند: آینده نگاری، آینده پژوهی، سناریو نویسی، تکنیک‌ها پشتیبانی تصمیم.
- ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های شناسایی گزینه مانند: توسعه عملکرد کیفی (QFD)، مدیریت پورتهوی، ماتریس نوآوری، TRIZ، گروه‌های تمرکز، رتبه بندی نگاشت ادراکی، ارزش گذاری، بایلیومتری، متدولوژی سافت سیستم، تحلیل پتنت، تحلیل مورفولوژی و فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP).
- ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های شناسایی مسیر مانند: سناریو نویسی، داده کاوی، متن کاوی و...
- ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های عمومی مانند: ابزارهای مدیریت، فناوری‌های مبتنی بر وب و فناوری‌های همکارانه.

لازم به ذکر است ممکن است، یک ابزار، متد، تکنیک و یا فناوری در بیش از یک گروه قابل استفاده باشد. مولفه‌های استخراجی (ابزار، تکنیک‌ها و فناوری‌های مورد کاربرد در رهنگاری) ناشی از مطالعه تطبیقی پژوهش های حوزه رهنگاری در شکل ۹ قابل مشاهده است.

دارند. برخی از این ابزارها عبارتند از: منحنی تجربه، پنج نیروی رقابتی پورتر، SWOT, STEEP, PET، سناریو سازی و مصورسازی مفهوم و ... .

- ابزارهای تحلیل فناوری که عموماً در در لایه‌های پایینی رهنگاری مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای تعیین، ارزیابی و نگاشت فناوری، دانش، مهارتها و توانمندی ها می باشد. برخی از این ابزارها عبارتند از: بایلیومتری، متدولوژی سافت سیستم، تحلیل پتنت، تحلیل مورفولوژی، فرایند سلسله مراتبی تحلیل (AHP) و ... .
- ابزارهای پشتیبان که عموماً پشتیبانی کننده توسعه رهنگاشت از طریق پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده در طول رهنگاری هستند. برخی از این ابزارها عبارتند از: توسعه عملکرد کیفی (QFD)، ماتریس نوآوری، روش‌های امتیاز دهی متوازن و ... .

سایر روش‌هایی که در فرایند رهنگاری مورد استفاده قرار گرفته اند توسط فال و همکارانش (۲۰۱۰) عنوان شده اند و عبارتند از: سطح آمادگی سیستم و فناوری، آینده پژوهی فناوری، هوشمندی فناوری، شبکه‌های تحلیل متصل، مدیریت پورتهوی، ابزارهای ارزش گذاری، کارت امتیاز دهی متوازن، زنجیره ارزش پورتر و تریز (TRIZ) (Ilevbare, Phaal, Probert, & Padilla, 2011) ; (Robert Phaal et al., 2010).

با توجه به موارد ذکر شده، بخش اعظم ابزارها، در گام های مختلف فرایند رهنگاری قابلیت کاربرد دارند. لذا آگاهی از ابزار عملیاتی و کارا در هر گام از فرایند بسیار اثربخش خواهد بود. در این پژوهش ابزارها، تکنیک‌ها و فناوری‌های کاربردی در رهنگاری بر اساس کاربردشان در فازهای رهنگاری به شرح ذیل طبقه بندی می شوند:

- ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های هدف گذاری مانند: تعیین اهداف SMART، مصورسازی مفهوم، الگوبرداری، منحنی تجربه و مدل مدیریتی یکپارچه.
- ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های تحلیل مانند: ممیزی، تحلیل استراتژی، تحلیل شکاف، تحلیل سود و زیان، پنج نیروی رقابتی پورتر، شبکه های

| تکنیکهای هدفگذاری |                          |   | تکنیکهای تحلیل و ارزیابی |                         |                              |                              |                                 | تکنیکهای پیش بینی                               |   |   | تکنیکهای شناسایی گزینه ها |                        |                        |                              |                                 |                            | تکنیکهای شناسایی مسیر                            |   | تکنیک ها و فناوری های عمومی |                    |                             |                      |                          |
|-------------------|--------------------------|---|--------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|---|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|
| T-1-1             | T-1-2                    | T-1-3   | T-2-1                    | T-2-2                   | T-2-3                        | T-2-4                        | T-2-5                           | T-2-6   | T-2-7                                     | T-3-1   | T-3-2                     | T-3-3                  | T-4-1                  | T-4-2                        | T-4-3                           | T-4-4                      | T-4-5  | T-4-6   | T-5-1                       | T-5-2              | T-6-1                       | T-6-2                | T-6-3                    |
| هدفگذاری SMART    | الگو برداری Benchmarking | مدیریت مدل‌های یکپارچه Integrated Management Models | ممیزی Auditing           | تحلیل شکاف Gap Analysis | تحلیل مزایا Benefit Analysis | تحلیل SWOT, PEST, STEEP, ... | فرایند ارزیابی سلسله مراتبی AHP | Morphologic Matrix, Competitive Features Matrix | ابزارهای مصور ساز، کارت امتیاز دهی متوازن | تکنیکهای پیش بینی و روشهای آینده پژوهی Foresight & Forecast | سناریو Scenario           | تکنیکهای پشتیبان تصمیم | توسعه قابلیت کیفیت QFD | مدیریت پورتفو Portfolio Mgt. | ماتریس نوآوری Innovation Matrix | گروه های تمرکز Focus Group | Perceptual Map Rank Valuation, Value Proposition | Bibliometrics, Soft Systems Methodology, Patent Analysis, Morphology Analysis, Analytic Hierarchy Process | سناریو Scenario             | Data & Text Mining | Technology Management Tools | Web Based Technology | Collaborative Technology |

شکل ۹- تکنیک‌ها، ابزار و فناوری‌های مورد استفاده در رهنگاری؛ منتج از مطالعه تطبیقی

و مشتمل بر پنج بخش: آماده سازی، تدوین رهنگاشت، اعتباربخشی، اجرا و بهبود مستمر است. هر فاز نیز دارای گام‌های مشخص می‌باشد.

۴) **لایه مولفه‌های رهنگاشت:** این لایه نمایش دهنده انواع دانش ساختاری و محتوایی در هر رهنگاشت بر اساس مطالعه تطبیقی پژوهش‌های حوزه رهنگاری است و مشتمل بر: زمان (چه وقت)، محرک‌های محیطی (چرایی): مشتمل بر محرک‌های اجتماعی- فرهنگی، سیاست و قوانین، کسب و کار و بازار، قابل تحویل‌ها (چیستی): مشتمل بر سیستم، خدمت، محصول و عملکرد، راه حل‌ها (چگونه): انواع این راهکارها مشتمل بر پروژه، فناوری، مهارت و علم می‌باشد) و منابع (کجا و چه کس: مشتمل بر منابع فنی، مالی، انسانی و ساختاری): می‌باشد.

۵) **لایه فرمت رهنگاشت:** این لایه نمایش دهنده ویژگی‌های پیشنهادی در نمایش یک رهنگاشت است و مشتمل بر: زمان، لایه بندی، کد گذاری مفاهیم، کد گذاری ارتباطات و نمایش هزینه‌ها؛ می‌باشد.

۶) **لایه ابزارهای کاربردی در فرایند رهنگاری:** این لایه پشتیبانی کننده لایه فرایندی است و بیان کننده ابزار، تکنیک، روش، فناوری و به‌روش‌هایی برای اجرای کار و موثر فرایند رهنگاری می‌باشد. این مجموعه بر اساس میزان و نحوه کاربردشان در فازهای توسعه رهنگاشت به شش گروه ابزار، تکنیک، روش، فناوری‌های: هدفگذاری، تحلیل و ارزیابی،

در پایان با جمع بندی یافته‌های ناشی از مطالعه تطبیقی پژوهش‌های رهنگاری فناوری، چارچوب پیشنهادی جهت رهنگاری فناوری مطابق با شکل ۱۰ می‌باشد. همانطوری که پیش از این عنوان شد، این چارچوب، مولفه‌های اصلی رهنگاری، زیر مولفه‌ها و ارتباط بین آنها را نمایش می‌دهد و مشتمل بر شش لایه ذیل می‌باشد:

۱) **لایه دیدگاه‌ها:** در این لایه دیدگاه‌های مختلف نسبت به رهنگاری و رهنگاشت از منظر نوع، دامنه و هدف نمایش داده می‌شود و لایه زیرین این چارچوب می‌باشد. لایه‌های دیگر به موازات یکدیگر و تکمیل کننده یکدیگر می‌باشند. این لایه مشتمل بر هفت نوع دیدگاه نسبت به رهنگاری می‌باشد: ابزار/ روش/ تکنیک، ابزار گرافیکی/ مدل، متدولوژی/ فرایند، فعالیت، رویکرد/ چشم انداز، برنامه و چارچوب/ پلاتفرم.

۲) **لایه نیازمندی‌های رهنگاری:** پیاده سازی کارا و موثر رهنگاری نیازمند مجموعه‌ای از الزامات است. این الزامات کیفیت فرایند رهنگاری و توسعه رهنگاشت را افزایش می‌دهند. مجموعه این الزامات در این لایه در سه دسته کلی افراد، فرایند و فناوری طبقه بندی شده‌اند.

۳) **لایه فرایندهای رهنگاری:** این لایه نمایش دهنده گام‌های پیشنهادی جهت فرایند رهنگاری بر اساس مطالعه تطبیقی پژوهش‌های حوزه رهنگاری می‌باشد

ویژه‌ای در فرایند رهنگاری و رهنگاشت هستند. لایه "تکنیک‌ها و ابزار کاربردی" (وزن=۰,۰۳) دارای اهمیت کمتری نسبت به سایر لایه‌ها در فرایند رهنگاری و رهنگاشت، می‌باشد. کفایت و کیفیت مولفه‌های استخراج شده در این چارچوب در "لایه فرایند رهنگاری" از همه ضعیف‌تر است و نیاز به بررسی بیشتری دارد. علاوه بر این با توجه به وزن‌های محاسبه شده، مولفه‌های شناسایی شده که دارای اولویت و اهمیت بالاتر در رهنگاری و رهنگاشت هستند به شرح ذیل می‌باشد:

- مولفه "کدگذاری روابط" در لایه "فرمت و قالب رهنگاشت" (F-4, weight: 0.061)
- مولفه "ارائه اطلاعات جامع و کامل از فناوری رقیب" در لایه "نیازمندی‌های رهنگاری" (R-2-4, weight: 0.043)
- مولفه "نمایش هزینه" در لایه "فرمت و قالب رهنگاشت" (F-5, weight: 0.042)
- مولفه "استانداردسازی و نرمال کردن" در لایه "نیازمندی‌های رهنگاری" (R-2-8, weight: 0.037)
- مولفه "انتصاب رهبر" در لایه "نیازمندی‌های رهنگاری" (R-1-4, weight: 0.033)
- مولفه "بهره‌برداری از ابزار کارا" در لایه "نیازمندی‌های رهنگاری" (R-2-7, weight: 0.033)
- مولفه "مدنظر قراردادن محرک‌های کسب و کار" در لایه "مولفه‌های محتوایی رهنگاشت" (C-2-4, weight: 0.033)

همانطوری که از این مولفه‌ها نمایان است، اغلب این مولفه‌ها در لایه "نیازمندی‌های رهنگاری" و لایه "شکل و قالب رهنگاشت" هستند. این بدان معنا است که تامین نیازمندی‌های رهنگاری و ارائه یک تصویر نهایی با ارائه اطلاعات در سطح بهینه؛ سبب افزایش کارایی و اثربخشی رهنگاشت از منظر خبرگان می‌شود. در نمودار ۱ اهمیت (اولویت) لایه‌ها در چارچوب و کفایت مولفه‌های شناخته شده در هر کدام از آنها از منظر خبرگان نمایش داده شده است.

پیش بینی، شناسایی گزینه، شناسایی مسیر و عمومی) طبقه بندی شده اند.

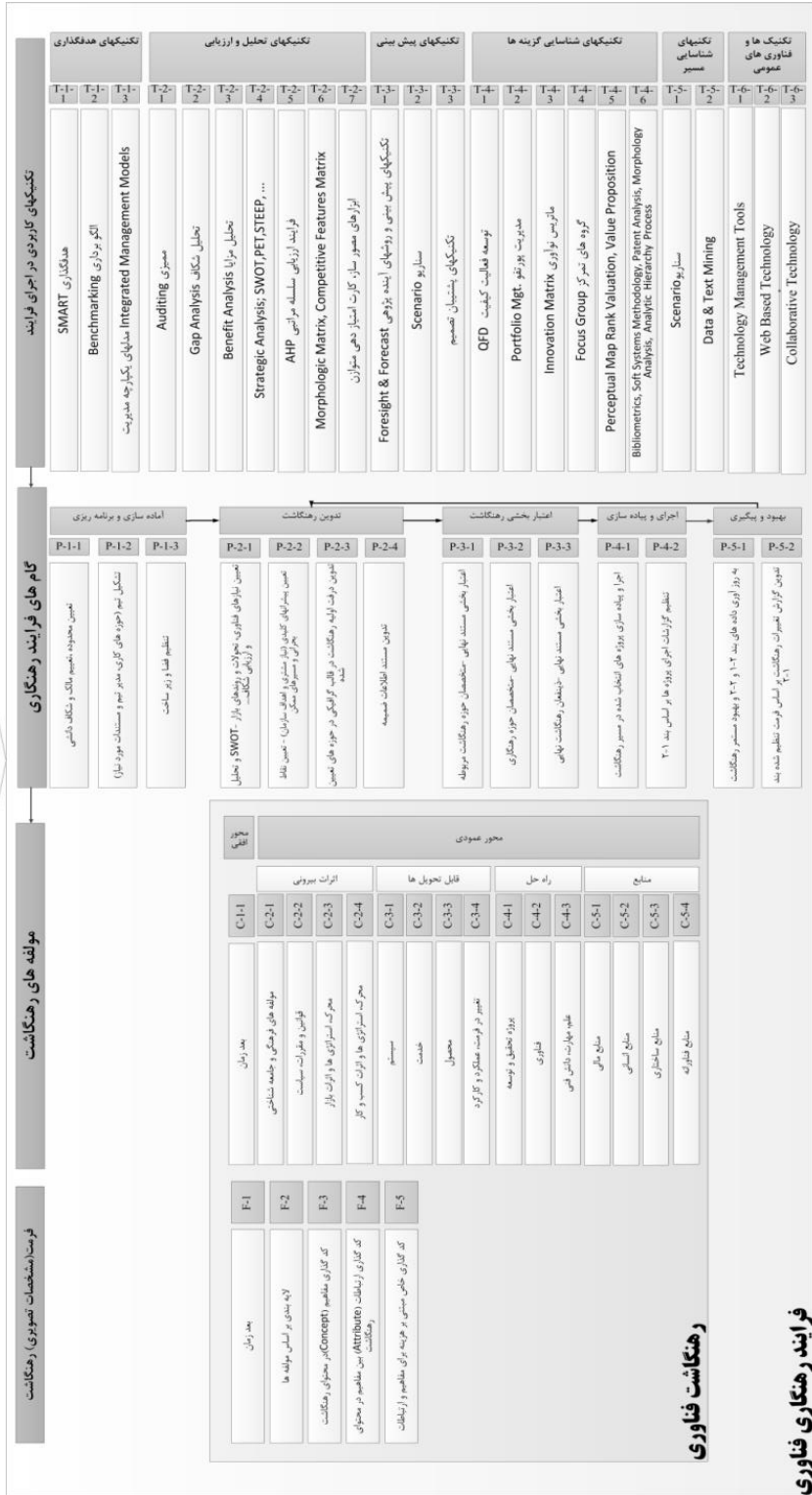
#### ۴-۷- اعتباربخشی مولفه های چارچوب نهایی

همانطوری که در روش شناسی پژوهش مطرح شد، به منظور تعیین ضریب اهمیت، کفایت و اولویت هر یک از مفاهیم شناسایی شده در چارچوب، از روش کمی آنتروپی شانون استفاده شده است. در این مرحله؛ چارچوب توسعه یافته با استفاده از پرسشنامه آنلاین و دریافت نظرات متخصصان حوزه رهنگاری، مورد بررسی قرار گرفته و مولفه‌های آن بر اساس آنتروپی شانون ارزیابی می‌شود. در ابتدا، کارشناسان حوزه رهنگاری فناوری با استفاده از روش نمونه برداری هدفمند و تکنیک گلوله برفی تعیین شدند. ده کارشناس در این مرحله به رسمیت شناخته شد و هفت کارشناس به پرسشنامه پاسخ دادند. هفت خبره ای که در فرایند ارزیابی و اعتباربخشی چارچوب شرکت کردند؛ دارای مدرک کارشناسی ارشد و یا بالاتر در حوزه مدیریت (۲خبره)، مهندسی صنایع (۳ خبره)، مهندسی متالورژی (۱ خبره) و مهندسی شیمی (۱خبره) بوده اند. تجربیات مرتبط این خبرگان در حوزه برنامه ریزی استراتژیک، مدیریت دانش و فناوری و رهنگاری می‌باشد. در حدود ۳۰٪ از این خبرگان دارای تجربه ۱۰-۲۰ سال بوده و ۷۰٪ آنها دارای تجربه ۵-۱۰ سال می‌باشند. پس از آن، "رتبه مولفه های" چارچوب طراحی شده بر اساس آنتروپی شانون از طریق یک پرسشنامه آنلاین مورد بررسی قرار گرفت. پرسشنامه دارای سوالاتی است که به سه دسته تقسیم می‌شوند: برخی از آنها نظر کارشناسان در مورد مولفه های چارچوب دریافت می‌کنند (۷۷ سوال)، برخی از آنها نظر کارشناس در مورد اهمیت لایه در رهنگاری فناری (۵ سوال) را دریافت نموده و برخی از آنها نظر کارشناس را در مورد کفایت و شایستگی لایه در چارچوب ارائه شده (۵ سوال) را دریافت می‌کنند.

وزن برآورد شده هر مولفه بر اساس روش آنتروپی شانون در پیوست ۲ آمده است. بر اساس وزن های محاسبه شده، لایه های "فرایند" و "شکل و قالب رهنگاشت" (وزن= ۰,۰۰۶) از نظر خبرگان دارای اهمیت

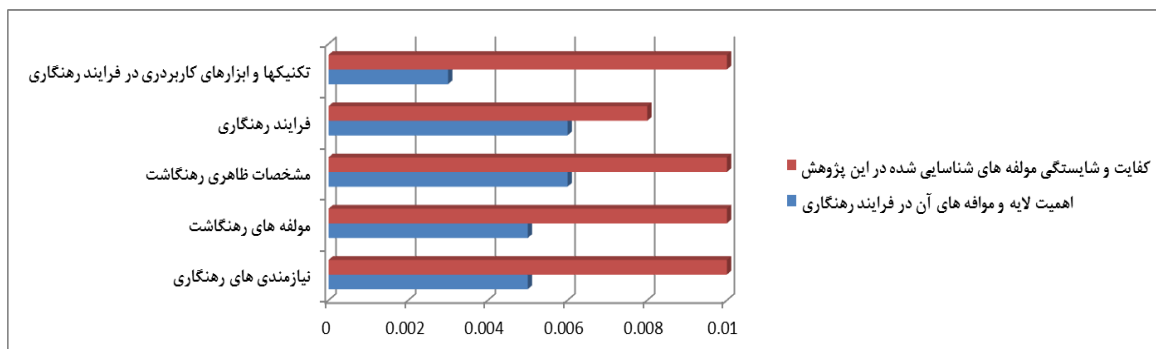
|             |        |             |        |             |        |
|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| تکمیل کننده | R-1-1  | تکمیل کننده | R-2-1  | تکمیل کننده | R-3-1  |
| تکمیل کننده | R-1-2  | تکمیل کننده | R-2-2  | تکمیل کننده | R-3-2  |
| تکمیل کننده | R-1-3  | تکمیل کننده | R-2-3  | تکمیل کننده | R-3-3  |
| تکمیل کننده | R-1-4  | تکمیل کننده | R-2-4  | تکمیل کننده | R-3-4  |
| تکمیل کننده | R-1-5  | تکمیل کننده | R-2-5  | تکمیل کننده | R-3-5  |
| تکمیل کننده | R-1-6  | تکمیل کننده | R-2-6  | تکمیل کننده | R-3-6  |
| تکمیل کننده | R-1-7  | تکمیل کننده | R-2-7  | تکمیل کننده | R-3-7  |
| تکمیل کننده | R-1-8  | تکمیل کننده | R-2-8  | تکمیل کننده | R-3-8  |
| تکمیل کننده | R-1-9  | تکمیل کننده | R-2-9  | تکمیل کننده | R-3-9  |
| تکمیل کننده | R-1-10 | تکمیل کننده | R-2-10 | تکمیل کننده | R-3-10 |
| تکمیل کننده | R-1-11 | تکمیل کننده | R-2-11 | تکمیل کننده | R-3-11 |

**شرایط لازم جهت اجرای رهنگاری و تدوین رهنگاشت**



شکل ۱۰- چارچوب رهنگاری استخراج شده از مطالعه تطبیقی پژوهش‌ها در این حوزه





نمودار ۱- مقایسه اولویت لایه ها و کفایت مولفه های شناخته شده در هر لایه

## ۵- بحث و نتیجه گیری

امروزه استفاده از تکنیک‌هایی مانند رهنگاری برای سازمان‌ها با هدف توسعه کارایی و اثربخشی و تحقق اهداف بازار، حیاتی شده و پژوهش‌های متعددی در این حوزه صورت گرفته است که مدل‌ها، فرایندها و چارچوب‌های مختلفی برای نمایش رهنگاشت‌ها و اجرای فرایند رهنگاری ارائه نموده‌اند. از سوی دیگر بسیاری از محققان با توجه به مزایای رهنگاری؛ در سطوح سازمانی، صنعتی، ملی و فراملی؛ هر کدام به فراخور موضوعی یک مدل، چارچوب و یا فرایند اولیه را مد نظر قرار داده و متناسب با نیاز خود آن را شخصی سازی نموده‌اند و یا از تکنیک‌هایی جهت تسهیل فرایند رهنگاری استفاده کرده‌اند. با این وجود هنوز هم کمبود یک طرح جامع تحلیلی از مولفه‌های تاثیر گذار در فرایند رهنگاری و فرایند توسعه رهنگاشت به چشم می‌خورد که خود پیشنهاد تحقیقات آتی در حوزه رهنگاری (توسعه فرایند رهنگاری و یا تدوین رهنگاشت نوین در حوزه‌های تخصصی) گردد. لذا این پژوهش با استفاده از تکنیک فراترکیب و تفسیر ترکیبی ۷۳ پژوهش در حوزه رهنگاری، به ارائه یک چارچوب ترکیبی رهنگاری فناوری می‌پردازد.

این چارچوب از شش لایه اصلی تشکیل شده است: لایه زیرین، "دیدگاه" های مختلف نسبت به رهنگاری است. لایه‌های بعدی که به نحوی تکمیل کننده یکدیگرند، عبارتند از: "لایه الزامات رهنگاری" (مشمتمل بر سه دسته کلی: الزامات فردی، فرایندی و فناورانه)، "لایه فرایند رهنگاری" (مشمتمل بر پنج زیرلایه: آماده سازی، تدوین رهنگاشت، اعتباربخشی، اجرا و بهبود)، "لایه مولفه‌های رهنگاشت" (مشمتمل بر: زمان، اثرات

بیرونی، قابل تحویل‌ها، راه حل‌ها و منابع)، "لایه فرمت رهنگاشت" (مشمتمل بر: زمان بندی، لایه بندی، کد گذاری مفاهیم، کد گذاری ارتباطات و نمایش هزینه‌ها) و "لایه تکنیک‌های کاربردی" در فرایند رهنگاری (مشمتمل بر تکنیک‌های: هدفگذاری، تحلیل و ارزیابی، پیش بینی، شناسایی گزینه‌ها و شناسایی مسیرها). هر کدام از لایه‌ها دارای مولفه‌ها و زیر مولفه‌های مرتبط با خود هستند.

در پایان با توجه به نظر خبرگان گام‌های فرایند رهنگاری و فرمت رهنگاشت از اهمیت و اولویت ویژه‌ای در رهنگاری برخوردار است و از سوی دیگر تکنیک‌های قابل کاربرد در فرایند رهنگاری در مقایسه با سایر لایه‌های شناسایی شده از الزام کمتری برخوردار می‌باشد.

چارچوب نهایی از منظر تفویض می‌تواند به عنوان پیشنهاد تحقیقات آتی در شخصی سازی رهنگاری یک حوزه تخصصی و یا استفاده از تکنیک‌هایی برای بهبود فرایند رهنگاری مورد استفاده قرار گیرد. از منظر عملیاتی نیز با ارائه یک تصویر تک برگی از: الزامات، فرایند، مولفه‌های الزامی، ویژگی‌های ظاهری رهنگاشت و ابزارهای کاربردی در فرایند رهنگاری، به کاربر این امکان را می‌دهد که قبل از شروع رهنگاری، روش و مسیر مناسب سازمان خود را انتخاب نموده و با توجه به سطح آمادگی سازمان خود اقدام نماید و یا حتی با توجه به هدف رهنگاری، قابلیت سازمان خود را افزایش دهد. از سوی دیگر با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌گردد؛ لایه تکنیک‌های کاربردی در فرایند رهنگاری با توجه به شرایط اقتضایی اثرگذار در انتخاب نوع تکنیک و ابزار تقویت گردد.

## فهرست منابع

- roadmapping exercise on manufacturing systems. *Futures*, 59(1), 27-38.
- 13) Carvalho, M. M., Fleury, A., & Lopes, A. P. (2013). An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. *Technological Forecasting & Social Change*, 80, 1418-1437.
- 14) David Fenwick, T. U. D., Nathasit Gerdri. (2009). Value Driven Technology Road Mapping (VTRM) process integrating decision making and marketing tools: Case of Internet security technologies. *Technological Forecasting & Social Change*, 76, 1055-1077.
- 15) De Cavin, S. G. M. P. (2012). An Integrated Framework For Implementing Technology Roadmapping In Industry. ( degree of Doctor of Philosophy ۲ مقاله), University of Nottingham
- 16) EIRMA. (1997). Technology roadmapping: delivering business vision. In E. I. R. M. Association (Ed.), *European Industrial Research Management Association*. Paris.
- 17) Garcia, M. L. (1997). Introduction to Technology Roadmapping: The Semiconductor Industry Association's Technology Roadmapping Process.
- 18) Geum, Y., Kim, J., Son, C., & Park, Y. (2013). Development of dual technology roadmap (TRM) for open innovation: Structure and typology. *International Journal of Technology Management*, 30, 309-325.
- 19) Geum, Y., Lee, H., Lee, Y., & Park, Y. (2015). Development of data-driven technology roadmap considering dependency: An ARM-based technology roadmapping. *Technological Forecasting & Social Change*, 91, 264-279.
- 20) Geum, Y., Lee, S., & Park, Y. (2014). Combining technology roadmap and system dynamics simulation to support scenario-planning: A case of car-sharing service. *Computers & Industrial Engineering*, 71, 37-49.
- 21) Ghazinoory, S., Dastranja, N. D., Saghafi, F. S., Kulshreshth, A. K., & Hasanzadeh, A. (2017). Technology roadmapping architecture based on technological learning: Case study of social banking in Iran. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 231-242.
- 22) Gindy, N., Morcos, M., Cerit, B., & Hodgson, A. (2008). Strategic technology alignment roadmapping STAR® aligning R&D investments with business needs. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21, 957-970.
- 23) Gindy, N. N. Z., Arman, H., & Cavin, S. (2009). Linking R&D investment strategies to business needs: strategic technology alignment
- ۱) بزى، ح.، زاده، ع. ح.، & معینی، ع. (۹۵). ارائه چارچوب ابتکاری عوامل موثر بر پذیرش فناوری رایانش ابری با استفاده از رویکرد فراترکیب. پژوهش نامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۰(۰).
- ۲) دسترنج، ن.، قاضینوری، س.، ثقفی، ف.، & حسنزاده، ع. (۱۳۹۵). تغییر ساختاری در رهنگاشت فناوری برای کشورهای دنباله رو. نشریه علمی - پژوهشی بهبود مدیریت، ۱(۳۱)، ۵-۳۱.
- ۳) شعاعی، ف. ش.، نقشینه، ن.، علیدوستی، س.، & ناخدا، م. (۱۳۹۶). بنیانی برای طراحی مدل بلوغ کتابخانه دیجیتالی: کاربرد روش فراترکیب. پژوهش نامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳(۳۲).
- ۴) قاضینوری، س.، & قاضینوری، م. (۱۳۹۱). رهنگاری برای راهبرد و نوآوری (همراستا سازی فناوری و بازار در یک جهان پویا Vol. (انتشارات صفار). تهران.
- ۵) نامداریان، ل. (۱۳۹۵). سیاستگذاری مبتنی بر شواهد و نقش آمار و اطلاعات در آن. پژوهش نامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳(۳۱).
- 6) Albright, R. E. (2003). Roadmapping Convergence. In R. October 31, 1/15/04, 1/23/05 (Ed.). 2003-2005 Albright Strategy Group, LLC
- 7) Albright, R. E., & Kappel, T. A. (2003). Roadmapping in the corporation. *Research Technology Management*, 46(2), 31-40.
- 8) Aligent. (2006). Roadmapping Technology: Roadmapping Frequently Asked Questions. Aligent Software. from [http://www.roadmappingtechnology.com/resources/strateva\\_faq.htm](http://www.roadmappingtechnology.com/resources/strateva_faq.htm)
- 9) Beck, C. (2002). Mothering multiples: A meta-synthesis of the qualitative research. *MCN, The American Journal of Maternal Child Nursing*, 28(2), 93-99.
- 10) Bench, S., & Day, T. (2010). The user experience of critical care discharges: a meta-synthesis of qualitative research. *International journal of nursing studies*, 47(4), 487-499.
- 11) Bucher, P. (2003). Integrated technology roadmapping: design and implementation for technology-based multinational enterprises. Institute of Technology Zurich, Zurich.
- 12) Cagnin, C., & Ko'nnola, T. (2014). Global foresight: Lessons from a scenario and

- 37) Miguel Angel Toro-Jarrín, Idalia Estefania Ponce-Jaramillo, & Güemes-Castorena, D. (2016). Methodology for the of building process integration of Business Model Canvas and Technological Roadmap. *Technological Forecasting & Social Change*.
- 38) Patterson, B., Thorne, C., C., & C., J. (2001). *Meta- study of qualitative health research: a practical guide to meta-analysis and metasynthesis*. : California Sage.
- 39) Phaal, R. (2003). *Technology Roadmapping*”. Foresight methodologies Training Module 2. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- 40) Phaal, R. (2011). *Public-Domain Roadmaps*. University of Cambridge.
- 41) Phaal, R., Farrukh, C., Mitchell, R., & Probert, D. (2003). *Technology roadmapping: Starting-up roadmapping fast*. *Research Technology Management*, Washington, 46(2), 52-59.
- 42) Phaal, R., Farrukh, C. J., Mills, J. F., & Probert, D. R. (2003). *Customizing the Technology Roadmapping Approach*, . Paper presented at the Proceedings of the PICMET’03, Portland.
- 43) Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2000). *Fast-Start Technology Roadmapping*. Paper presented at the IAMOT 2000
- 44) Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2001a). *Characterization of Technology Roadmaps: Purpose and Format*,. Paper presented at the Proceedings of the PICMET’97, Portland.
- 45) Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2001b). *T-Plan: the faststart to technology roadmapping - planning your route to success*. ISBN 1-902546-09-1, Institute for Manufacturing, University of Cambridge.
- 46) Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2004). *Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution*. *Technological Forecasting & Social Change*, 71(1-2), 5-26.
- 47) Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2005). *Developing a Technology Roadmapping System*. 99-111.
- 48) Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2010). *Roadmapping for Strategy & Innovation (Alighning Technology & Markets in Dynamic World)*. Cambridge: University of Cambridge
- 49) Center of Technology Management.
- 50) Phaal, R., & Muller, G. (2009). *An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy*. *Technological Forecasting & Social Change*, 76(1), 39-49.
- 51) Price, S., Conway, P., Palmer, P., & Summers, R. (2004). *Technology Roadmapping – a new roadmapping (STAR)*. Paper presented at the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET '09), Portland.
- 24) Groenveld, P. (1997). *Roadmapping integrates business and technology*. *Research Technology Management*, 40(5), 48-55.
- 25) Grossman, D. S. (2004). *Putting Technology on The Road*. *Research Technology Management*. Washington, 47(2), 41-46.
- 26) H.Bray, O., & L.Garsia, M. (2004). *Fundamentals of Technology Roadmapping*. Albuquerque, NM 87185-1378: Sandia National Laboratories
- 27) Ian F. Akyildiz, A. L., Pu Wang, Min Luo, Wu Chou. (2014). *A roadmap for traffic engineering in SDN-OpenFlow networks*. *Computer Networks*, 71, 1-30.
- 28) Ilevbare, I., Phaal, R., Probert, D., & Padilla, A. T. (2011). *Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving: Centre for Technology Management, University of Cambridge, UK*.
- 29) Kaixian Chen, Q., Jiarui Wu. (2010). *Science & Technology on Public Health in China: A Roadmap to 2050*. Science Press Beijing: Springer.
- 30) Kostoff, R. N., Boylan, R., & Simons, G. R. (2004). *Disruptive technology roadmaps*. *Technological Forecasting & Social Change*, 71, 141-159.
- 31) Lee, C., Song, B., & Park, Y. (2015). *An instrument for scenario-based technology roadmapping: How to assess the impacts of future changes on organisational plans*. *Technological Forecasting & Social Change*, 90, 285–301.
- 32) Lee, J. H., Phaal, R., & Lee, S.-H. (2013). *An integrated service-device-technology roadmap for smart city development*. *Technological Forecasting & Social Change*, 80, 286-306.
- 33) Lee, S., & Park, Y. (2005). *Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules*. *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 567 – 583.
- 34) M. Landherr, C. C. (2012). *Intelligent Management of Manufacturing Knowledge: Foundations, Motivation Scenario and Roadmap Paper presented at the 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2012*.
- 35) McMillan, A. (2003). *Roadmapping-Agent of change*. *Research Technology Management*, 42(2), 40-47.
- 36) METI. (2005). *Strategic Technology Roadmap in Energy Field- Energy Technology Vision 2100*.

- 66) Zurcher, R., & Kostoff, R. N. (1997). Modeling Technology Roadmaps. *Journal of Technology Transfer*, 22(3), 73-80.

### یادداشت‌ها

<sup>۱</sup> اول مارچ ۲۰۱۶

<sup>2</sup> Phaal

<sup>3</sup> Sandia

<sup>4</sup> Meta Study

<sup>5</sup> Sandia

<sup>6</sup> Associated Rule Based Mining

<sup>7</sup> Albright and Kappel

<sup>8</sup> Fluorescein Technology Company

<sup>9</sup> Strategic Technology Roadmapping (STAR) Methodology

<sup>10</sup> Nabil Gindy

<sup>11</sup> Michael Radnor

<sup>12</sup> Lee and Phaal

<sup>13</sup> Pieter Groenveld

<sup>14</sup> Technology Management Group (TMG)

<sup>15</sup> Quality function deployment (QFD)

<sup>16</sup> Jeong

<sup>17</sup> Geum

<sup>18</sup> Associated Rule Based Mining

<sup>19</sup> Toro-Jarrín

<sup>20</sup> Business Model Canvas

<sup>21</sup> Vatananan and Gerdstri

- perspective. Paper presented at the EU-US Seminar: New technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, Seville.
- 52) R. Phaal, C.J.P. Farrukh, & D.R. Probert. (2004). A framework for supporting the management of technological knowledge. *International Journal of Technology Management*, 27(1).
- 53) R. Phaal, C.J.P. Farrukh, & D.R. Probert. (2006). Technology management tools: concept, development and application. *Technovation*, 26(3), 336-344.
- 54) R.Phaal, C.J.P.Farrukh, & D.R.Probert. (2009). Visualising strategy: a classification of graphical roadmap forms. *International Journal of Technology Management*, 47(4), 286-305.
- 55) Richey, J., & Grinnell, M. (2004). Evolution of Roadmapping At Motorola. *Research Technology Management*. Washington, 47(2), 37-41.
- 56) Ringland, G. (1998). Scenario planning: managing for the future. Chichester: John Wiley & Sons.
- 57) Rinne, M. (2004). Technology roadmaps: Infrastructure for innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, 71, 67-80.
- 58) Sandelowski, M., & Barros, J. (2007). *Handbook for Synthesizing Qualitative Research*: Springer publishing company Inc.
- 59) Saritas, O., & Aylen, J. (2010). Using scenarios for roadmapping: The case of clean production. *Technological Forecasting & Social Change*, 77, 1061-1075.
- 60) Valls, A., Gibert, K., Sánchez, D., & Batet, M. (2010). Using ontologies for structuring organizational knowledge in Home Care assistance. *International Journal of Medical Informatics*, 79, 370-387.
- 61) Wells, R., Phaal, R., Farrukh, C., & Probert, D. (2004). Technology Roadmapping for a Service Organization. *Research Technology Management*. Washington, 7(2), 46-51.
- 62) Willyard, C. H., & McClees, C. W. (1987). Motorola's technology roadmap process. *Research Management*, Sept-Oct 13-19.
- 63) Y. Yamashita, Y. Nakamori, & A.P. Wierzbicki. (2009). Knowledge synthesis in technology development. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 18(2), 184-202.
- 64) Yujin Jeong, B. Y. (2014). Development of patent roadmap based on technology roadmap by analyzing patterns of patent development. *Technovation*.
- 65) Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts. *Journal of Advanced Nursing*, 53(3), 311-318.

## Developing Technology Roadmapping Combinational Framework by Meta Synthesis Technique

### **Saba Sareminia**

PH.D of IT Management, School of Management and Economics, Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author)  
saremy\_saba61@yahoo.com

### **Alireza Hasanzadeh**

Associate Professor, School of Management and Economics, Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

### **Shaaban Elahi**

Associate Professor, School of Management and Economics, Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

### **Gholamali Montazer**

Associate Professor, School of Industrial Engineering, Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

### **Abstract**

In recent years, technological advances have motivated industries, companies and even governments to look for an improved alignment between strategic objectives and technology management, preferably through the application of structured and flexible approaches that use techniques such as technology roadmapping. There are a lot of studies that have presented various models, processes, and frameworks to develop technology roadmap and more studies have developed roadmaps based on these contributions. Most of these studies have mentioned that the roadmapping process must be customized in every case. Accordingly; having a model or a framework that represents the most prominent findings of these studies in one view, is so helpful for customizing the process. But there is no research that accumulates previous studies and achieving this purpose. This paper presents the outcomes of a Meta-synthesis review of technology roadmapping literature that was published between 1997 and 2016 (73 papers) and develops a framework from important roadmapping components which affected the roadmapping process and roadmaps. Finally, the components of the proposed framework have been evaluated by survey benefiting from experts' opinion and Shannon's entropy technique.

**Keywords:** Roadmapping, Technology Roadmapping, Meta Synthesis Technique, Framework, Shannon's entropy.