

طراحی مدلی پویا از عوامل مؤثر بر طراحی ماشین‌آلات صنعتی - تولیدی در بستر استراتژی‌های نوآوری باز واحدهای تحقیق و توسعه

صابر خندان علمداری*
دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران
kamrava.omid@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۲

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۴/۰۷/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۴

چکیده

در محیط رقابتی امروز، تغییرات سریع فناوری و نیاز به بومی‌سازی تجهیزات موجب شده است طراحی ماشین‌آلات صنعتی نقشی کلیدی در ارتقای بهره‌وری و نوآوری سازمان‌های تولیدی ایفا کند. این پژوهش باهدف طراحی مدلی پویا از عوامل مؤثر بر طراحی ماشین‌آلات صنعتی - تولیدی در بستر راهبردهای نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط انجام شد. این مطالعه از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی - پیمایشی است که در سه مرحله انجام گردید. در مرحله نخست با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری، عوامل مؤثر شناسایی شد؛ سپس روابط علی آن‌ها به کمک تکنیک دیمتل فازی تعیین و در نهایت با بهره‌گیری از مدل‌سازی پویایی‌های سیستم (Vensim)، مدل نهایی تدوین گردید. داده‌ها از ۲۳۰ نفر از مدیران و کارشناسان شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط از طریق نمونه‌گیری تصادفی ساده گردآوری و با نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS تحلیل شد. نتایج نشان داد مشتریان بیشترین اثرگذاری و قابلیت سازگاری بیشترین تأثیرپذیری را دارد. همچنین مدیریت دانش، سبک رهبری و زیرساخت فناوری اطلاعات در زمره مهم‌ترین عوامل درون‌سازمانی و فناوری‌های جدید بازار و تأمین‌کنندگان در میان عوامل برون‌سازمانی قرار دارند. شاخص برازش کلی مدل نشان‌دهنده پایایی و اعتبار مناسب مدل است. یافته‌ها می‌تواند به تصمیم‌گیری مدیران تحقیق و توسعه برای هدایت فرایند طراحی مبتنی بر نوآوری باز کمک کند.

واژگان کلیدی

نوآوری باز؛ طراحی ماشین‌آلات صنعتی؛ تحقیق و توسعه؛ شرکت‌های کوچک و متوسط؛ پویایی‌های سیستم.

۱- مقدمه

اثرات بسیار مثبتی نه تنها در صنعت بلکه در سطح اجتماع ایجاد کرده است [۱]، [۲۶]. این در حالی است که بررسی‌های جدیدتر نشان می‌دهد به کارگیری رویکرد نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه با تمرکز بر زنجیره ارزش می‌تواند سید پروژه‌های تحقیقاتی را بهینه‌تر سازد و به ارتقای بهره‌وری تصمیمات فناورانه منجر شود [۲۰]. همچنین سیاست‌های ملی نوآوری در اسناد راهبردی کشور بر تقویت زنجیره ارزش نوآوری تأکید دارند و نقش آن را در هم‌ترازسازی راهبرد توسعه علم و فناوری استان‌ها برجسته ساخته‌اند [۲۰]. در چین ۲۰۰۰ و در آمریکا ۳۰۰ شرکت با فناوری بالا به ارائه خدمات در مورد طراحی ماشین‌آلات صنعتی و تولیدی مشغول هستند [۲۳]. آلمان سالانه ۵۰ میلیارد و کره جنوبی ۵۷ میلیارد دلار از صادرات خود را به ماشین‌آلات اختصاص داده‌اند؛ این در حالی است که این مقوله در کشورهای در حال توسعه متفاوت به نظر می‌رسد [۲۵]. ایران سالانه ۴۰ میلیارد دلار واردات دارد که از این بین ۵ تا ۶ میلیارد آن مربوط به ماشین‌آلات [۲]. مطالعات نشان

در تمامی صنایع شاهد آن هستیم ماشین‌آلات نقش مهمی در نحوه اجرا، هزینه‌ها و سرعت تولید، تکمیل پروژه‌ها و ارائه خدمات در سازمان‌ها ایفا می‌نمایند [۲۲]. ماشین‌آلات صنعتی به‌عنوان مهم‌ترین بخش از فرایند تولید از آن جهت اهمیت بالایی دارند که چنانچه ساختاری کارآمد داشته باشند می‌توانند باعث خلق ارزش افزوده برای سازمان و مشتریان شوند [۲۳]، [۲۴]. تصمیمات مرتبط با ماشین‌آلات از آن نظر اهمیت بالایی دارد که هرگونه تصمیمات اشتباه نه تنها باعث افزایش هزینه‌ها بلکه باعث می‌شود سطح رضایت مشتریان نیز کاهش یابد [۲۵]. در سال‌های اخیر ورود فناوری‌های جدید، تغییرات خواسته‌ها و نیازهای مشتریان، کاهش چرخه عمر محصولات، افزایش رقابت میان تولیدکنندگان و جهانی‌شدن باعث تغییرات مهمی در نحوه نگرش استفاده‌کنندگان از ماشین‌آلات صنعتی و تولیدی شده است [۲۶]. نتیجه این تغییر نگرش در صنایع، حرکت سازمان‌های صنعتی و تولیدی به سوی طراحی ماشین‌آلات است که

راهبردهای نوآوری باز واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های تولیدی کوچک و متوسط " در سه مرحله انجام می شود:

- مرحله اول: شناسایی مهم ترین عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در بستر راهبردهای نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های تولیدی کوچک و متوسط با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی مبتنی بر مدل سازی معادلات ساختاری.
- مرحله دوم: شناسایی روابط علی و معلولی مهم ترین عوامل شناسایی شده و مطالعه ضرایب اثرگذاری هر یک از عوامل بر دیگر عوامل متناظرش با استفاده از تکنیک دیمتل فازی^۱.
- مرحله سوم: طراحی مدلی پویا از رتبه بندی عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در بستر راهبردهای نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های تولیدی کوچک و متوسط با استفاده از مدل سازی پویایی های سیستم.

بررسی ها نشان می دهد مطالعات انجام شده در حوزه انتخاب ماشین آلات اساساً به دو بخش تقسیم می شوند [۲۳]: دسته اول مطالعاتی مانند [۳۸]، [۳۹]، [۴۰]، [۴۱] است که به دنبال ارائه مدل هایی برای بهینه سازی تصمیم گیری در مورد انتخاب ماشین آلات می باشند و دسته دوم مطالعاتی مانند [۶]، [۷]، [۸]، [۴۲] است که معیارهای مؤثر بر این تصمیم گیری را مورد تحقیق قرار می دهد. به عبارت دیگر اکثر مطالعات انجام شده در این حوزه با هدف بهینه سازی فرایند انتخاب ماشین آلات تولیدی در سازمان های صنعتی انجام شده و همواره یکی از تلاش پژوهشگران این بوده است که شاخص های جامعی را در قالب مسائل تصمیم گیری چند شاخصه برای انتخاب ماشین آلات معرفی نمایند [۸]. بر همین اساس، با توجه به شکل گیری راهبرد نوآوری باز و فراهم سازی امکان توسعه مخصوصاً در شرکت های تولیدی کوچک و متوسط، اهمیت واحدهای تحقیق و توسعه در شرکت های تولیدی و نیاز داخلی به استقلال در حوزه طراحی ماشین آلات صنعتی با توجه به شرایط تحریم مطالعه عوامل مؤثر بر این حوزه از اهمیت بالایی برخوردار است. اگرچه بیشتر تحقیقات داخلی با تمرکز بر عوامل درون سازمانی انجام شده اند؛ پژوهش حاضر با توجه به مطالعاتی همچون [۹]، [۳۴]، [۳۷]، [۳۳]، [۲۸] عوامل اولیه مؤثر نوآوری باز را به دو گروه عوامل مؤثر برون سازمانی و درون سازمانی تقسیم می نمایند که عوامل درون سازمانی از I_1 تا I_{17} به ترتیب هزینه طراحی، هزینه بهره برداری، هزینه نگهداری، مدت زمان طراحی، قابلیت اطمینان، قابلیت سازگاری، رعایت مسائل زیست محیطی در طراحی، راهبرد و ساختار سازمانی، سبک رهبری و حمایت مدیران، فرهنگ سازمانی، منابع مالی سازمان، انتخاب فرایندهای نوآوری باز، سطح فناوری سازمان، مدیریت دانش، زیرساخت فناوری اطلاعات، ظرفیت جذب و کارکنان و عوامل برون سازمانی از O_1 تا O_{13} به ترتیب عوامل اقتصادی، عوامل سیاسی، انتشار یافته های پژوهشی، همکاری

می دهد طراحی و ساخت ماشین آلات و تجهیزات تولیدی بومی می تواند در قطع وابستگی و کاهش هزینه های تولید نقش داشته باشد [۱].

از سوی دیگر، مطابق با تعریف مرکز آمار ایران فعالیت های تحقیق و توسعه عبارت است از مجموعه فعالیت های منظم و برنامه ریزی شده ای که هدف آن گسترش دانش موجود، دستیابی به دانش یا فنون جدید، حل مسائل و یا نوآوری در زمینه های مختلف است [۳]. از جدیدترین رویکردهای تحقیق و توسعه استفاده از پارادایم نوآوری باز است [۲۷]، [۲۸]. نوآوری باز بیان می دارد شرکت ها نمی توانند تنها بر تحقیقات درون خود تکیه کنند و در صورت لزوم می توانند از ایده های خارجی از جانب شرکا، تأمین کنندگان و غیره همانند ایده های داخلی بهره برداری نمایند [۲۹]. بر مبنای این نگرش، راهبردهای تحقیق و توسعه به سه دسته تقسیم می شوند: (۱) راهبرد خارج به داخل (۲) راهبرد داخل به خارج، (۳) راهبرد همراه [۳۰]، [۳۱]. مطالعات نشان می دهد راهبرد نوآوری باز منجر به عملکرد بهتر واحدهای تحقیق و توسعه می شود [۳۲]، [۳۳] و نرخ موفقیت تحقیق و توسعه را تا ۶۰ درصد افزایش دهد [۳۴].

حرکت به سمت پارادایم نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه یکی از مهم ترین موضوعات مطرح در حوزه شرکت های کوچک و متوسط است [۲۷]. مطالعات نشان می دهد کسب و کارهای کوچک و متوسط به عنوان اکثریت فعال در بخش تولید و خدمات مشارکت مهمی در خلق نوآوری دارند و نقشی حیاتی در رشد، توسعه و صنعتی سازی بسیاری از اقتصادهای دنیا ایفا می کنند [۳۵]. این در حالی است که این شرکت ها به دلیل اندازه، محدودیت منابع و نداشتن قدرت نقدینگی با چالش هایی جدی برای رسیدن به نوآوری در واحدهای تحقیق و توسعه روبرو هستند [۳۶]. در ایران، نزدیک به ۳۰ درصد بهره وری اقتصادی مربوط به شرکت های کوچک و متوسط است و ۷۵ درصد این شرکت ها را، شرکت های تولیدی کوچک و متوسط تشکیل می دهند [۳۷]. این در حالی است که وجود تحریم های اقتصادی و چالش های ارزی تأمین ماشین آلات و تجهیزات تولیدی باعث گردیده است تا واردات ماشین آلات و تجهیزات تولیدی جدید مشکلات فراوانی را برای این شرکت ها ایجاد نماید [۱].

با توجه به اهمیت مقوله طراحی ماشین آلات صنعتی و تولیدی، مشکلات بین المللی، بحران های اقتصادی موجود [۴]، امروزه طراحی و ساخت ماشین آلات به عنوان یکی از تصمیمات مهم و جهت گیری های کلان سازمان های صنعتی فعال در ایران محسوب می شود [۱] و فعالیت واحدهای تحقیق و توسعه در راستای طراحی ماشین آلات تولیدی و صنعتی برای اعتلای صنعت کشور بیش از پیش مورد توجه سیاست گذاران سازمان قرار گرفته است [۵]. با این حال تاکنون تحقیقاتی جامع در حوزه طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در میان شرکت های تولیدی کوچک و متوسط بر مبنای راهبردهای نوآوری باز واحدهای تحقیق و توسعه مشاهده نشده است. بر همین اساس پژوهش حاضر با هدف "طراحی مدلی پویا از عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در بستر

1. Fuzzy Dematel

رفتاری و نگرشی محیط های فرهنگی و سازمانی نیز در حد امکان مورد توجه قرار گیرد؛ به گونه ای که گویه ها بازتاب دهنده شرایط اجتماعی و فرهنگی واحدهای تحقیق و توسعه در شرکت های ایرانی باشند. روایی ظاهری و محتوایی پرسش نامه با استفاده از مبانی نظری تحقیق و نظرات خبرگان دانشگاهی و صنعت به تأیید رسیده است، همچنین پایایی با استفاده از روش آلفای کرونباخ و روش پایایی ترکیبی مورد بررسی قرار می گیرد که در هر دو روش مذکور ضریب پایایی بایستی بیشتر از ۰/۷ باشد. در ادامه، پیش از ورود به مجموع آزمون های تحلیل عاملی بایستی روایی، پایایی، آزمون کفایت نمونه گیری (KMO) با میزان مطلوبیت بالاتر از ۰/۶ و آزمون بارتلت با میزان مطلوبیت $\text{Sig}^2 \leq 0.05$ مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت آزمون های مدل سازی معادلات ساختاری در سه سطح مدل های اندازه گیری، ساختاری و کلی مورد سنجش قرار می گیرند. این آزمون ها عبارت اند از: بارعاملی، روایی همگرا، روایی واگرا، مقدار معناداری، R^2 ، Q^2 و GOF . به منظور بررسی روایی همگرا و پایایی سازه ها، شاخص های پایایی ترکیبی (CR)، آلفای کرونباخ و میانگین واریانس استخراج شده (AVE) محاسبه گردید. مطابق جدول (۱)، تمامی مقادیر CR بالاتر از ۰/۷ و مقادیر AVE بیش از ۰/۵ بوده است که بیانگر روایی و پایایی مناسب مدل اندازه گیری می باشد.

جدول ۱- شاخص های پایایی و روایی سازه های مدل اندازه گیری

نوع سازه	آلفای کرونباخ (α)	پایایی ترکیبی (CR)	میانگین واریانس استخراج شده (AVE)
عوامل درون سازمانی	۰/۸۳۴	۰/۸۸۱	۰/۶۰۷
عوامل برون سازمانی	۰/۸۶۹	۰/۹۱۴	۰/۶۵۸

منبع: یافته های پژوهش (خروجی نرم افزار SmartPLS)

جامعه آماری پژوهش در این مرحله شامل افرادی است که حداقل سه سال سابقه کار داشته و فعالیت اجرایی آن ها مرتبط با بخش های تحقیق و توسعه، مدیریت واحدهای تولیدی، توسعه محصول و نوآوری بوده است. گردآوری داده ها با همکاری بخش تحقیق و توسعه و کارشناسان فنی شرکت گاز استان سمنان و چند واحد تولیدی همکار در زنجیره تأمین صنعتی انجام شده است. این ترکیب موجب گردید داده های پژوهش علاوه بر پشتوانه نظری، از اعتبار میدانی و تجربی نیز برخوردار باشند. حجم نمونه آماری با توجه به استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری بر مبنای رویکرد حداقل مربعات جزئی [10] حداقل ۱۷۰ تعیین شده است که به صورت تصادفی ساده انتخاب می شوند.

۲-۲- مرحله دوم: دیمتال فازی

پس از شناسایی مهم ترین عوامل مورد مطالعه، با هدف شناسایی روابط علی و ضرایب اثرگذاری هر یک عوامل می رسد. به همین منظور از تکنیک دیمتال فازی استفاده می شود. دیمتال از روش های خبره محور

با دانشگاه ها، همکاری با مؤسسات تحقیقاتی، رقبا، همکاران، تأمین کنندگان، شبکه سازی، مشتریان، فناوری های جدید در بازار، عمق جستجوی خارجی و وسعت جستجوی خارجی می باشند. بررسی مطالعات پیشین نشان می دهد بیشتر تحقیقات انجام شده در حوزه طراحی ماشین آلات تولیدی یا انتخاب تجهیزات صنعتی، بر ابعاد فنی و تصمیم گیری چندمعیاره تمرکز داشته اند و کمتر به پیوند نظام مند میان نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه و طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی پرداخته اند. پژوهش های بین المللی نظیر [۵۴]، [۳۴]، [۳۳] نقش سازوکارهای نوآوری باز را در ارتقای عملکرد R&D تأیید کرده اند، در حالی که مطالعات داخلی نظیر [۹]، [۱۵] بیشتر بر عوامل درون سازمانی مانند حمایت مدیران، ساختار سازمانی و زیرساخت فناوریانه متمرکز بوده اند. با این حال، هنوز پژوهشی که به صورت تلفیقی و پویا، اثر عوامل درون سازمانی و برون سازمانی بر طراحی ماشین آلات صنعتی را در بستر راهبردهای نوآوری باز مدل سازی کند، مشاهده نشده است. این پژوهش در راستای پرکردن این شکاف تجربی طراحی و اجرا گردیده است. با وجود مطالعات متعدد در حوزه انتخاب و بهینه سازی ماشین آلات تولیدی، اغلب تحقیقات پیشین تنها بر جنبه های فنی یا درون سازمانی تمرکز داشته اند و ارتباط میان راهبردهای نوآوری باز واحدهای تحقیق و توسعه و طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی را مورد توجه قرار نداده اند. از این رو، شکاف دانشی موجود در زمینه تلفیق رویکرد پویایی های سیستم با تحلیل روابط علی مؤلفه های نوآوری باز احساس می شود. پژوهش حاضر با هدف پرکردن این خلأ و ارائه مدلی پویا برای تبیین عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات در بستر نوآوری باز انجام شده است.

۲-۱ روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از منظر متغیر، شامل متغیرهای کیفی است و در دسته پژوهش های توصیفی قرار می گیرد که به صورت پیمایشی در سه مرحله انجام شده است.

۲-۱-۲ مرحله اول: تحلیل عاملی تأییدی

مرحله اول شامل دو بخش کلی است. بخش اول، مطالعات کتابخانه ای است. همچنین از نظرات کارشناسان دانشگاه و صنعت جهت استخراج، جرح و تعدیل شاخص ها، تصدیق و تأیید چهارچوب مفهومی پیشنهادی استفاده شده است. بخش دوم، مطالعات میدانی است. در این بخش به دنبال پاسخی برای اولین سؤال اصلی این پژوهش "مهم ترین عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در بستر راهبردهای نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های تولیدی کوچک و متوسط کدام اند؟" هستیم. ابزار مورد استفاده به منظور گردآوری داده برای این مرحله از پژوهش پرسش نامه بسته مشتمل بر دو بخش اصلی عوامل درون سازمانی و برون سازمانی مؤثر بر نوآوری باز با مجموع ۳۰ سؤال (۱۷ گویه عوامل درون سازمانی و ۱۳ گویه عوامل برون سازمانی) می باشند. در طراحی پرسش نامه و تدوین شاخص های مفهومی، تلاش شده است تا تفاوت های

پس از محاسبه ماتریس ارتباط کامل قطعی، با هدف ترسیم نقشه علی عوامل مورد مطالعه تحت عنوان نقشه روابط شبکه (NRM^۱) ابتدا مقدار آستانه ماتریس ارتباط کامل قطعی باید محاسبه شود. به همین منظور میانگین درایه های ماتریس ارتباط کامل محاسبه شده و روابطی که مقادیر آن ها کمتر از مقدار آستانه باشد حذف می شود [۱۱]. در آخر هر یک از عوامل شناسایی شده در هر سطر ماتریس NRM را با یک پیکان به عامل متناظرش که در ستون های ماتریس مقدار غیر از صفر دارد متصل می نماییم. علاوه بر ماتریس نقشه روابط شبکه و ترسیم دیاگرام علی، از دیگر خروجی های این مرحله محاسبه ضریب اثرگذاری هر یک از عوامل بر عوامل متناظرش است. جمع درایه های هر ردیف در ماتریس نقشه روابط شبکه، میزان کل اثرگذاری آن عامل بر کل سیستم مورد بررسی یا مجموعه عوامل مورد مطالعه است. پس از مشخص شدن میزان کل اثرگذاری هر یک از عوامل بر کلیت سیستم، برای محاسبه ضرایب اثرگذاری هر عامل بر عوامل نظیرش هر یک از عناصر ماتریس NRM در هر سطر بر مجموع سطر متناظرش تقسیم گردد.

۲-۳- مرحله سوم: مدل سازی پویایی های سیستم

در این مرحله، نوبت به ارائه مدلی پویای از عوامل مورد مطالعه می رسد. نگرش پویایی های سیستم به منظور مدل نمودن سیستم های پیچیده و پویا مبتنی بر روابط علی است [۴۳]. در ترسیم نمودارهای جریان موجودی سه ابزار اساسی استفاده می شود [۴۴]. ابزار اول متغیرهای موجودی که بیان گر متغیرهای تجمعی است و با نماد مستطیل نمایش داده می شوند [۴۵]. ابزار دوم جریان های ورودی/خروجی که بیانگر متغیرهایی هستند که منجر به افزایش یا کاهش متغیرهای موجودی می شوند [۴۶]. سومین ابزار اتصال دهنده ها است که وظیفه برقراری ارتباط میان متغیرها را بر عهده دارند و به صورت یک پیکان نمایش داده می شوند [۴۷]. در ترسیم مدل پویای پژوهش از نرم افزار ونسیم استفاده شده است.

در طراحی مدل پویای پژوهش در گام نخست، برای هر یک از عوامل شناسایی شده یک متغیر موجودی همراه با جریان های ورودی و خروجی ترسیم می شود. گام دوم، جریان خروجی هر یک از موجودی ها براساس نمودار علی تحقیق با استفاده از اتصال دهنده ها به جریان های ورودی عوامل متناظرش متصل می شود. جریان خروجی برای هر یک از متغیرهای موجودی ها مقداری ثابت است که با استفاده از جمع سطر متناظر با عامل موردنظر (R) در ماتریس NRM به دست می آید.

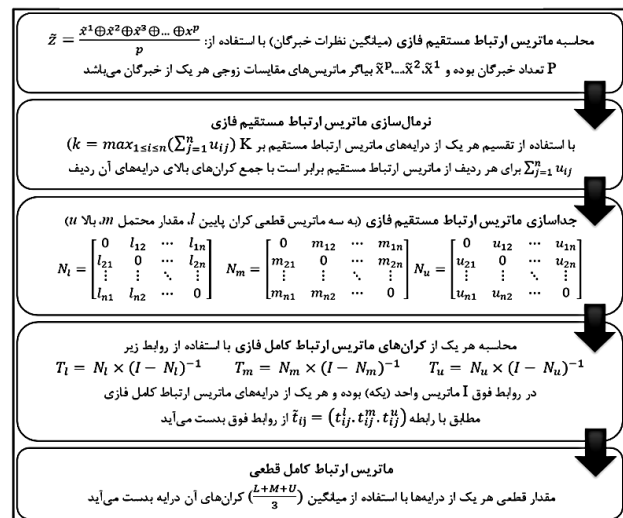
فرمول ریاضی هر یک از جریان های ورودی مدل برابر با مجموع حاصل ضرب های ضرایب اثرگذاری هریک از عوامل متناظر با جریان ورودی موردنظر با میزان اثرگذاری آن عامل بر کل سیستم خواهد بود. فرمول ریاضی متغیرهای موجودی برابر است با: موجودی اولیه تمام متغیرها برابر

تصمیم گیری بر پایه مقایسات زوجی است که جهت شناسایی الگوی روابط علی میان مجموعه ای از متغیرها و ضرایب اثرگذاری هر یک از آن ها بر عوامل متناظرش استفاده می شود [۱۱]. جامعه آماری در این مرحله مجموعه ای از خبرگان فعال در حوزه طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی و شرکت های تولیدی کوچک و متوسط است که تمامی شروط ذیل را دارا باشند: (۱) برخورداری از سابقه کاری حداقل ۱۰ سال در حوزه مورد مطالعه، (۲) داشتن حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد مرتبط با حوزه مورد مطالعه. همچنین، نمونه آماری با توجه به شروط در نظر گرفته شده تعداد نمونه آماری ۱۰ الی ۱۵ نفر از خبرگان [۱۲]، [۱۳] می باشند که با استفاده از روش های نمونه گیری قضاوتی- هدفمند و شبکه ای انتخاب می شوند. به منظور گردآوری داده ها از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می شود که تعداد سطر و ستون آن برابر با تعداد مهم ترین عوامل شناسایی شده است. به منظور استفاده از تکنیک دیمتل فازی در فاز نخست پس از جمع آوری نظرات خبرگان براساس جدول ۲ به اعداد فازی مثلی $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ تبدیل می شود [۱۱].

جدول ۲- طیف فازی معادل در تکنیک دیمتل

متغیر زبانی	معادل قطعی	معادل فازی
بدون تأثیر	۰	(۰/۰، ۰/۰، ۱/۳)
تأثیر کم	۱	(۰/۰، ۱/۰، ۳/۵)
تأثیر متوسط	۲	(۰/۰، ۳/۰، ۵/۷)
تأثیر زیاد	۳	(۰/۰، ۵/۰، ۷/۹)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(۰/۰، ۷/۱، ۹/۱۰)

در ادامه پس از تبدیل ماتریس مقایسات زوجی قطعی نظرات خبرگان به ماتریس نظرات فازی، مراحل انجام تکنیک دیمتل فازی با هدف محاسبه ماتریس ارتباط کامل قطعی مطابق با شکل ۱ انجام می پذیرد.



شکل ۱- مراحل انجام محاسبات تکنیک دیمتل فازی

اعداد روی قطر اصلی درواقع جذر AVE هر یک از سازه‌ها است. براساس موارد مطرح در روش پژوهش، از آنجایی که اعداد روی قطر اصلی برای عوامل برون‌سازمانی و درون‌سازمانی به ترتیب ۰/۷۷۹۲۸۳ و ۰/۸۱۱۵۶۲ بوده از اعداد ستون هر یک از ابعاد یعنی ۰/۷۶۵۳۴۶ بیشتر است می‌توان نتیجه گرفت که روایی واگرا فورنل و لارکر مورد تأیید قرار گرفته است.

در بررسی برازش مدل‌های ساختاری، در نخستین گام مقدار معناداری برای تمامی روابط و شاخص‌های مدل پژوهش بزرگ‌تر از ۱/۹۶ بوده و مورد تأیید قرار گرفته‌اند. معیار R^2 ضعیف، متوسط و قوی بودن بخش ساختاری مدل را نشان می‌دهد. که برای عوامل برون‌سازمانی و درون‌سازمانی به ترتیب ۰/۸۳۸۸۳۲ و ۰/۸۶۸۳۱۲ بوده و لازم به ذکر است این شاخص تنها برای متغیرهای درون‌زای محاسبه می‌گردد.

مطابق با نتایج به‌دست آمده بخش ساختاری مدل پیشنهادی را می‌توان قوی ارزیابی نمود و معیار R^2 مورد تأیید قرار گرفته است. در ادامه معیار Q^2 (قدرت پیش‌بینی مدل) برای متغیرهای درون‌زای مدل مورد محاسبه قرار می‌گیرد و با حد مطلوبیت بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۱ قدرت پیش‌بینی مدل را مورد بررسی قرار می‌دهد. که برای عوامل برون‌سازمانی و درون‌سازمانی به ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۵۷ می‌باشد.

براساس نتایج به‌دست آمده معیار Q^2 مورد تأیید قرار گرفته است و مدل تحت بررسی قدرت پیش‌بینی مطلوبی دارد. در نهایت نوبت به بررسی برازش مدل کلی پژوهش با استفاده از شاخص GOF می‌رسد. این مقدار برابر است با:

$$R^2_{Average} = 0.853572, AVE_{Average} = 0.632958$$

$$R^2_{Average} \times AVE_{Average} = 0.540275225976$$

$$GOF = \sqrt{R^2_{Average} \times AVE_{Average}} \approx 0.73503416653$$

کسب مقدار ۰/۷۳ برای این شاخص نشان از برازش بسیار مناسب مدل کلی دارد. بر همین اساس مطابق با جدول ۳ عوامل باقیمانده مهم‌ترین عوامل درون‌سازمانی و برون‌سازمانی مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی در بستر راهبردهای نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط می‌باشند که عبارت‌اند از: $I_{12}, I_{11}, I_9, I_8, I_6, I_{15}, I_{14}, I_{13}, O_{13}, O_{12}, O_{11}, O_{10}, O_8, O_5, O_4$.

۲-۲- مرحله دوم: دیمتل فازی

پس از توزیع و جمع‌آوری ماتریس‌های مقایسات زوجی در میان تعداد ۱۵ نفر از خبرگان و به‌دست آوردن ماتریس ارتباط مستقیم با استفاده از روش میانگین فازی، به‌منظور نرمال‌سازی این ماتریس $K = 12/70$ محاسبه می‌گردد. با تقسیم K بر تمامی درایه‌های ماتریس ارتباط مستقیم ماتریس نرمال ارتباط مستقیم به‌دست می‌آید. در نهایت با محاسبه ماتریس ارتباط کامل فازی و تبدیل درایه‌های فازی به اعداد قطعی ماتریس ارتباط کامل قطعی به شرح جدول ۴ به‌دست آمده است.

با صفر است. از آنجایی که پژوهش حاضر به دنبال تعیین ماهیت علی یا معلولی بودن عوامل است، فرمول ریاضی هر یک از موجودی‌ها برابر با تفاضل کل اثرگذاری هر یک از عوامل بر سیستم (جریان خروجی) با کل اثرپذیری آن عامل از سیستم (جریان ورودی) است. رابطه ۱ فرمول ریاضی متغیرهای موجودی را در مدل پویای پژوهش نشان می‌دهد.

$$Stock(t) = \int_{t_0}^t Outflow(s) - Inflow(s) + 0 \quad \text{رابطه ۱}$$

در نهایت، برای شناسایی عوامل با بیشترین و کمترین اثرگذاری، مقادیر جریان‌های خروجی می‌بایست نسبت به یکدیگر مورد مقایسه قرار بگیرند. همچنین، جهت شناسایی عوامل با بیشترین و کمترین اثرپذیری، مقادیر جریان‌های ورودی می‌بایست نسبت به یکدیگر مقایسه شوند. به‌منظور بررسی ماهیت علی یا معلولی عوامل مورد مطالعه، دیاگرام^۱ هر یک از متغیرهای موجودی باید ترسیم شود. اگر نمودار دارای شیب مثبت باشد آن متغیر یک عامل علی است و در غیر این صورت یک عامل معلولی است.

۳- یافته‌های پژوهش

۳-۱- مرحله اول: تحلیل عاملی تأییدی

پس از تأیید روایی ظاهری و محتوایی دو پرسشنامه عوامل درون‌سازمانی و برون‌سازمانی از میان ۲۸۰ پرسشنامه کاغذی و الکترونیکی تعداد ۲۳۰ پرسشنامه برای تحلیل‌های آماری مناسب تشخیص داده شده است (نرخ پاسخ: ۸۲ درصد). در ادامه پیش‌شرط‌های ورود به مجموعه آزمون‌های معادلات ساختاری به شرح جدول ۳ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۳- پیش‌شرط‌های ورود به آزمون‌های معادلات ساختاری

آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی CR	کفایت نمونه‌گیری	آزمون بارتلت
۰/۹۱۶	۰/۹۳۱	۰/۸۴۱	Sig = ۰/۰۰۰
۰/۸۷۸	۰/۹۰۲	۰/۷۶۹	Sig = ۰/۰۰۰

در نخستین گام از سنجش مدل‌های اندازه‌گیری، بارهای عاملی مورد بررسی قرار گرفتند. بر همین اساس بار عاملی برای شاخص‌های $I_3, I_2, I_1, I_4, I_5, I_7, I_{10}, I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, I_{15}, O_1, O_2, O_3, O_6, O_7, O_9$ کمتر از ۰/۷ است؛ پس از حذف این شاخص‌ها از مدل بارعاملی مجدد مورد بررسی قرار گرفته و مورد تأیید قرار می‌گیرد. با توجه به آنکه حد مطلوبیت برای روایی همگرا (AVE)^۲ بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۵ در نظر گرفته شده است، این مقدار برای سازه عوامل برون‌سازمانی و درون‌سازمانی به ترتیب ۰/۶۰۷ و ۰/۶۵۸ محاسبه شده است که نشان از تأیید آن دارد. در آخرین مرحله از بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری روایی واگرا فورنل و لارکر^۳ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

1. Diagram
2. Average Variance Extracted
3. Fornell & Larcker

جدول ۴- ماتریس ارتباط کامل قطعی

	O ₄	O ₅	O ₈	O ₁₀	O ₁₁	O ₁₂	O ₁₃	I ₆	I ₈	I ₉	I ₁₁	I ₁₂	I ₁₃	I ₁₄	I ₁₅
O ₄	۰/۱۴۶	۰/۲۱۱	۰/۱۴۷	۰/۱۵۵	۰/۱۷۷	۰/۱۷۶	۰/۱۷۴	۰/۲۱۹	۰/۱۸۰	۰/۱۹۰	۰/۱۸۲	۰/۱۷۱	۰/۱۷۰	۰/۲۰۸	۰/۱۵۸
O ₅	۰/۲۲۲	۰/۱۵۶	۰/۱۶۵	۰/۱۶۴	۰/۱۹۰	۰/۱۷۰	۰/۱۸۳	۰/۲۰۵	۰/۱۹۴	۰/۱۸۴	۰/۱۸۶	۰/۱۷۴	۰/۱۸۳	۰/۲۱۴	۰/۱۸۲
O ₈	۰/۱۹۹	۰/۲۰۱	۰/۱۵۶	۰/۱۷۵	۰/۱۸۶	۰/۱۸۶	۰/۱۹۳	۰/۲۱۳	۰/۲۰۶	۰/۲۰۱	۰/۲۰۸	۰/۱۹۰	۰/۱۸۹	۰/۱۹۵	۰/۱۸۲
O ₁₀	۰/۲۱۵	۰/۲۱۲	۰/۱۹۹	۰/۱۶۶	۰/۲۰۷	۰/۱۹۷	۰/۲۱۴	۰/۲۲۴	۰/۲۱۲	۰/۲۱۲	۰/۲۰۹	۰/۲۰۶	۰/۲۰۵	۰/۲۱۱	۰/۲۰۳
O ₁₁	۰/۱۹۱	۰/۲۰۷	۰/۲۰۰	۰/۲۰۳	۰/۱۷۴	۰/۱۸۵	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹	۰/۲۱۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۷	۰/۲۰۵	۰/۲۰۴	۰/۲۱۰	۰/۲۰۲
O ₁₂	۰/۲۰۶	۰/۲۰۴	۰/۲۳۳	۰/۱۷۴	۰/۱۸۱	۰/۱۴۷	۰/۱۷۸	۰/۱۸۲	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۹۲	۰/۱۸۰	۰/۱۷۹	۰/۱۸۴	۰/۱۷۷
O ₁₃	۰/۲۰۶	۰/۲۱۸	۰/۲۱۱	۰/۲۰۵	۰/۲۲۳	۰/۲۰۷	۰/۱۸۳	۰/۲۳۱	۰/۲۳۲	۰/۲۱۹	۰/۲۲۶	۰/۲۱۷	۰/۲۱۱	۰/۲۲۲	۰/۲۰۵
I ₆	۰/۱۹۴	۰/۲۰۶	۰/۱۸۹	۰/۱۹۳	۰/۱۹۲	۰/۱۸۶	۰/۲۰۳	۰/۱۷۹	۰/۲۱۰	۰/۲۲۰	۰/۲۲۶	۰/۲۱۸	۰/۲۱۳	۰/۲۱۹	۰/۲۰۶
I ₈	۰/۲۲۶	۰/۲۰۴	۰/۲۱۰	۰/۲۰۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۹	۰/۱۹۸	۰/۱۵۹	۰/۲۳۲	۰/۱۸۹	۰/۲۳۵	۰/۱۷۶	۰/۱۹۱	۰/۱۷۹
I ₉	۰/۱۸۳	۰/۱۸۹	۰/۲۲۵	۰/۲۱۹	۰/۲۰۴	۰/۲۲۴	۰/۱۸۲	۰/۱۸۶	۰/۱۸۴	۰/۱۵۶	۰/۱۸۶	۰/۱۷۴	۰/۱۷۸	۰/۲۲۴	۰/۲۳۰
I ₁₁	۰/۲۳۳	۰/۲۴۱	۰/۲۲۳	۰/۲۱۸	۰/۲۲۱	۰/۲۱۹	۰/۲۲۸	۰/۲۳۹	۰/۲۳۲	۰/۲۳۷	۰/۱۹۶	۰/۲۲۰	۰/۲۱۹	۰/۲۲۶	۰/۲۲۹
I ₁₂	۰/۲۴۸	۰/۲۵۷	۰/۲۳۳	۰/۲۳۲	۰/۲۵۲	۰/۲۳۴	۰/۲۵۴	۰/۲۴۶	۰/۲۵۲	۰/۲۵۷	۰/۲۵۰	۰/۱۹۹	۰/۲۳۹	۰/۲۵۱	۰/۲۳۶
I ₁₃	۰/۲۴۵	۰/۲۵۳	۰/۲۳۴	۰/۲۳۴	۰/۲۴۳	۰/۲۳۵	۰/۲۴۵	۰/۲۴۲	۰/۲۳۶	۰/۲۳۶	۰/۲۴۷	۰/۲۳۷	۰/۱۹۴	۰/۲۴۷	۰/۲۳۳
I ₁₄	۰/۲۲۵	۰/۲۲۸	۰/۲۲۴	۰/۲۲۴	۰/۲۲۷	۰/۲۲۰	۰/۲۳۵	۰/۲۴۴	۰/۲۲۸	۰/۲۲۴	۰/۲۳۴	۰/۲۳۴	۰/۲۲۸	۰/۱۹۴	۰/۲۳۱
I ₁₅	۰/۲۲۶	۰/۲۳۰	۰/۲۱۲	۰/۲۱۶	۰/۲۱۵	۰/۲۰۸	۰/۲۱۳	۰/۲۲۲	۰/۲۲۴	۰/۲۱۹	۰/۲۳۱	۰/۲۲۲	۰/۲۱۶	۰/۲۱۸	۰/۱۷۷

پس محاسبه مقدار آستانه و مشورت با خبرگان پژوهش، مقدار آستانه
برابر با ۰/۲ تعیین شده است تا نقشه روابط شبکه قابل دستیابی باشد. در
نهایت ماتریس ضرایب اثرگذاری هر یک از عوامل بر عوامل متناظرش
براساس نقشه روابط شبکه مطابق با جدول ۵ به دست می آید.

جدول ۵- ضرایب اثرگذاری هر یک از عوامل مورد مطالعه بر عوامل متناظرش

	O ₄	O ₅	O ₈	O ₁₀	O ₁₁	O ₁₂	O ₁₃	I ₆	I ₈	I ₉	I ₁₁	I ₁₂	I ₁₃	I ₁₄	I ₁₅
O ₄	۰	۰/۳۳۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۴۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۲۶	۰
O ₅	۰/۳۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۳۴	۰
O ₈	۰	۰/۱۹۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۰۷	۰/۲۰۰	۰/۱۹۶	۰/۲۰۲	۰	۰	۰	۰
O ₁₀	۰/۰۸۵	۰/۰۸۴	۰	۰	۰/۰۸۲	۰	۰/۰۸۵	۰/۰۸۹	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴	۰/۰۸۳	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۳	۰/۰۸۰
O ₁₁	۰	۰/۰۸۲	۰/۰۷۹	۰/۰۸۰	۰	۰	۰/۰۸۶	۰/۰۸۷	۰/۰۸۴	۰/۰۸۸	۰/۰۹	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۳	۰/۰۸۰
O ₁₂	۰/۳۲۰	۰/۳۱۷	۰/۳۶۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
O ₁₃	۰/۰۸۶	۰/۰۷۲	۰/۰۶۹	۰/۰۶۸	۰/۰۷۴	۰/۰۶۸	۰	۰/۰۷۶	۰/۰۷۷	۰/۰۷۲	۰/۰۷۴	۰/۰۷۲	۰/۰۷۰	۰/۰۷۳	۰/۰۶۸
I ₆	۰	۰/۱۰۷	۰	۰	۰	۰	۰/۱۰۶	۰	۰/۱۰۹	۰/۱۱۵	۰/۱۱۸	۰/۱۱۳	۰/۱۱۱	۰/۱۱۴	۰/۱۰۷
I ₈	۰/۱۷۲	۰/۱۵۵	۰/۱۶۰	۰/۱۵۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۷۷	۰	۰/۱۷۹	۰	۰	۰
I ₉	۰	۰	۰/۱۷۰	۰/۱۶۵	۰/۱۵۴	۰/۱۶۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶۹	۰/۱۷۳
I ₁₁	۰/۰۷۳	۰/۰۷۶	۰/۰۷۰	۰/۰۶۸	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۷۲	۰/۰۷۵	۰/۰۷۳	۰/۰۷۴	۰	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۷۱	۰/۰۷۲
I ₁₂	۰/۰۷۲	۰/۰۷۵	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۷۳	۰/۰۶۸	۰/۰۷۴	۰/۰۷۱	۰/۰۷۳	۰/۰۷۵	۰/۰۷۳	۰	۰/۰۶۹	۰/۰۷۳	۰/۰۶۹
I ₁₃	۰/۰۷۳	۰/۰۷۵	۰/۰۷۰	۰/۰۶۹	۰/۰۷۲	۰/۰۷۰	۰/۰۷۳	۰/۰۷۲	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۷۳	۰/۰۷۰	۰	۰/۰۷۳	۰/۰۶۹
I ₁₄	۰/۰۷۰	۰/۰۷۱	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۷۱	۰/۰۶۹	۰/۰۷۳	۰/۰۷۶	۰/۰۷۱	۰/۰۷۰	۰/۰۷۳	۰/۰۷۳	۰/۰۷۱	۰	۰/۰۷۲
I ₁₅	۰/۰۷۴	۰/۰۷۵	۰/۰۶۹	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۶۸	۰/۰۶۹	۰/۰۷۲	۰/۰۷۳	۰/۰۷۱	۰/۰۷۵	۰/۰۷۲	۰/۰۷۰	۰/۰۷۱	۰

همچنین در این مرحله میزان اثرگذاری هر یک از عوامل بر مجموعه
عوامل سیستم مطابق با جدول ۶ با استفاده از جمع هر یک از سطرهای
ماتریس روابط شبکه به دست می آید.

جدول ۶- میزان اثرگذاری هر یک از عوامل بر مجموعه عوامل مورد مطالعه

I ₁₅	I ₁₄	I ₁₃	I ₁₂	I ₁₁	I ₉	I ₈	I ₆	O ₁₃	O ₁₂	O ₁₁	O ₁₀	O ₈	O ₅	O ₄
۰/۶۳۸	۰/۶۴۱	۱/۰۲۸	۲/۵۳۰	۲/۵۳۰	۰/۰۶۴۳	۳/۰۳۳	۱/۹۲۱	۱/۱۳۴	۱/۳۲۶	۳/۱۸۴	۳/۴۴۲	۳/۳۶۸	۳/۲۰۸	۳/۰۷۲

گرفته می شود. با هدف تسهیل فرایند مدل سازی برای نام هر یک از
متغیرها از علائم اختصاری استفاده شده است. شکل ۲ مدل پویای
پژوهش را نشان می دهد.

۳-۳- مرحله سوم: مدل سازی پویایی های سیستم

جهت ترسیم مدل پویای پژوهش برای هر یک از عوامل شناسایی شده
یک متغیر موجودی، یک جریان ورودی و یک جریان خروجی در نظر

رتبه	عوامل مورد مطالعه	میزان اثرگذاری	رتبه	عوامل مورد مطالعه	میزان اثرگذاری
۷	منابع مالی سازمان	۱/۹۳۱	۱۵	زیرساخت فناوری اطلاعات	۰/۷۰۴
۸	تأمین کنندگان	۱/۹۲۷			

به منظور بررسی ماهیت علی یا معلولی عوامل مورد مطالعه، دیاگرام هر یک از متغیرهای موجودی می بایست مورد بررسی قرار گیرد. اگر شیب دیاگرام مثبت باشد آن متغیر علی است و در غیر این صورت یک عامل معلولی محسوب می شود. در ادامه جدول ۹ ماهیت علی یا معلولی عوامل مورد مطالعه را نشان می دهد.

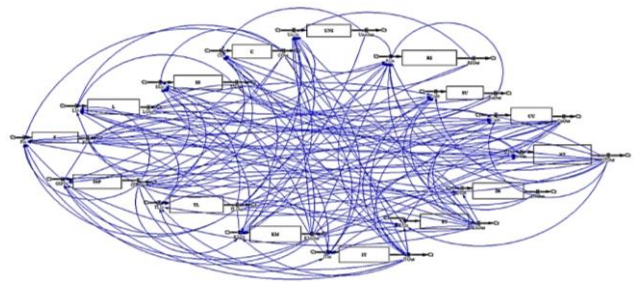
جدول ۹- شناسایی ماهیت علی / معلولی عوامل مورد مطالعه

عوامل مورد مطالعه	علی / معلولی	عوامل مورد مطالعه	علی / معلولی
فناوری های جدید در بازار	علی	مدیریت دانش	معلولی
مشتریان	علی	قابلیت سازگاری	معلولی
تأمین کنندگان	علی	سبک رهبری و حمایت مدیران	معلولی
انتخاب فرایندهای نوآوری باز	علی	همکاری با مؤسسات تحقیقاتی	معلولی
راهبرد و ساختار سازمانی	علی	زیرساخت فناوری اطلاعات	معلولی
عمق جستجوی خارجی	علی	سطح فناوری سازمان	معلولی
منابع مالی سازمان	علی		
همکاری با دانشگاه ها	علی		
وسعت جستجوی خارجی	علی		

در بررسی اولویت بندی عوامل معلولی شیب نمودارهای عوامل معلولی مورد مقایسه قرار می گیرند. براساس نتایج به دست آمده رتبه بندی عوامل معلولی براساس اهمیت و میزان اثرپذیری عبارت است از: به ترتیب مدیریت دانش، قابلیت سازگاری، سبک رهبری و حمایت مدیران، همکاری با مؤسسات تحقیقاتی، زیرساخت فناوری اطلاعات، سطح فناوری سازمان. جهت اولویت بندی در میان عوامل علی، دیاگرام متغیرهای موجودی عوامل علی مورد مقایسه قرار می گیرند. هر چه یک عامل شیب مثبت بیشتری داشته باشد از اثرگذاری و اهمیت بیشتری برخوردار است. رتبه بندی عوامل علی براساس اهمیت و میزان اثرگذاری عبارت است از: به ترتیب فناوری های جدید در بازار، مشتریان، تأمین کنندگان، انتخاب فرایندهای نوآوری باز، راهبرد و ساختار سازمانی، عمق جستجوی خارجی، منابع مالی سازمان، همکاری با دانشگاه ها، وسعت جستجوی خارجی.

۴- بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر طراحی مدلی پویا از عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در بستر راهبردهای نوآوری باز واحدهای تحقیق و توسعه بر مبنای روابط علی میان این مؤلفه ها و ضرایب اثرگذاری آن ها بر یکدیگر است. به همین منظور این مطالعه در سه مرحله با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی مبتنی بر مدل سازی معادلات ساختاری، دیمتل فازی و مدل سازی پویایی های سیستم انجام شده است. لازم به ذکر است تحلیل های



شکل ۲- مدل پویای پژوهش

به منظور اولویت بندی عوامل بر مبنای میزان اثرگذاری، مقادیر جریان های خروجی مدل بایستی مورد بررسی و مقایسه قرار گیرند. براساس نتایج به دست آمده، اولویت بندی عوامل مورد مطالعه براساس میزان اثرگذاری به شرح جدول ۷ است.

جدول ۷- مرتب سازی عوامل مورد مطالعه براساس میزان اثرگذاری

رتبه	عوامل مورد مطالعه	میزان اثرگذاری	رتبه	عوامل مورد مطالعه	میزان اثرگذاری
۱	مشتریان	۳/۴۴۲	۹	قابلیت سازگاری	۱/۹۲۱
۲	تأمین کنندگان	۳/۳۶۸	۱۰	عمق جستجوی خارجی	۱/۳۲۶
۳	همکاری با مؤسسات تحقیقاتی	۳/۲۰۸	۱۱	وسعت جستجوی خارجی	۱/۳۱۴
۴	فناوری های جدید در بازار	۳/۱۸۴	۱۲	سطح فناوری سازمان	۱/۰۲۸
۵	همکاری با دانشگاه ها	۳/۰۷۲	۱۳	سبک رهبری و حمایت مدیران	۰/۶۴۳
۶	راهبرد و ساختار سازمانی	۳/۰۳۳	۱۴	مدیریت دانش	۰/۶۴۱
۷	منابع مالی سازمان	۲/۵۳۰	۱۵	زیرساخت فناوری اطلاعات	۰/۶۳۸
۸	انتخاب فرایندهای نوآوری باز	۲/۵۳۰			

همچنین، به منظور اولویت بندی عوامل مؤثر براساس میزان اثرپذیری مقادیر جریان های ورودی مطابق با جدول ۸ مورد مقایسه قرار می گیرند.

جدول ۸- مرتب سازی عوامل مورد مطالعه براساس میزان اثرپذیری

رتبه	عوامل مورد مطالعه	میزان اثرگذاری	رتبه	عوامل مورد مطالعه	میزان اثرگذاری
۱	قابلیت سازگاری	۳/۹۹۹	۹	انتخاب فرایندهای نوآوری باز	۱/۵۳۵
۲	همکاری با مؤسسات تحقیقاتی	۳/۹۶۷	۱۰	مشتریان	۱/۴۳۴
۳	مدیریت دانش	۳/۵۳۱	۱۱	زیرساخت فناوری اطلاعات	۱/۴۱۰
۴	همکاری با دانشگاه ها	۲/۹۷۲	۱۲	وسعت جستجوی خارجی	۱/۳۰۵
۵	سبک رهبری و حمایت مدیران	۲/۶۲۱	۱۳	سطح فناوری سازمان	۱/۲۸۱
۶	راهبرد و ساختار سازمانی	۲/۰۷۴	۱۴	فناوری های جدید در بازار	۱/۰۰۲

در مرحله اول نتایج نشان می دهد همکاری با دانشگاه ها، همکاری با مؤسسات تحقیقاتی، تأمین کنندگان، مشتریان، فناوری های جدید در بازار، عمق جستجوی خارجی، وسعت جستجوی خارجی از مهم ترین عوامل برون سازمانی مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در شرکت های تولیدی کوچک و متوسط بوده و قابلیت سازگاری، راهبرد و ساختار سازمانی، سبک رهبری و حمایت مدیران، منابع مالی سازمان، انتخاب فرایندهای نوآوری باز، سطح فناوری سازمان، مدیریت دانش، زیرساخت فناوری اطلاعات از مهم ترین عوامل درون سازمانی محسوب می شوند. پژوهش های گوناگون مانند [۹]، [۱۸]، [۵]، [۱۹]، [۵۰]، [۵۱]، [۵۲]، [۳۷] عوامل مختلفی را مورد شناسایی قرار داده اند، تمامی عوامل در پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است؛ اما در نتیجه برخی عوامل در مدل پژوهش باقی مانده و برخی دیگر حذف گردیدند. از جمله دلایل تشابه و با افتراق موجود میان عوامل شناسایی شده با مطالعات پیشین آن است که در این پژوهش در نخستین گام در مطالعات کتابخانه ای تلاش بر این بوده است تا مجموعه کاملی از عوامل گردآوری شود. این به معنای آن است که تمامی عوامل از یک مطالعه استخراج نشده است که تشابه یا افتراق آن به سادگی قابل درک باشد. از دیگر دلایلی که ممکن است برخی از عوامل شناسایی شده در این پژوهش در پژوهش دیگری مشاهده شود و برخی دیگر مشاهده نشوند تفاوت در جوامع آماری است.

با استفاده از رویکرد دیمتل فازی، مدل علت و معلولی مؤلفه های مورد مطالعه، میزان اثرگذاری هر یک از عوامل بر کلیت سیستم و ضرایب اثرگذاری هر یک از آن ها بر عوامل متناظرش مورد مطالعه قرار گرفته است. این نتایج در حقیقت به عنوان اساس طراحی مدل نهایی پژوهش که همان مدل پویا هست استفاده شده است. براساس گفتمان صورت گرفته با خبرگان با توجه به آنکه محیط رقابت و بازار امروزه تحت تأثیر عوامل مختلف به شدت پویا و در حال تغییر است استفاده از مدل های پویا باعث می شود تا نتایج به دست آمده، از روش های استاتیک انعطاف بهتری را در مقابل شرایط مختلف داشته باشند. بررسی پژوهش های پیشین نشان می دهد که تاکنون در هیچ یک از مطالعات قبلی مدلی پویا در رابطه با عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی ارائه نشده است. در این پژوهش از نظر تشابه تنها پژوهش [۳۷] مدلی پویا برای عوامل مؤثر بر نوآوری باز ارائه نموده اند. این مطالعه مبنایی برای این پژوهش شد تا عوامل مؤثر در بستر راهبردهای نوآوری باز مورد مطالعه قرار گیرند.

در مرحله سوم، مدل پویای مؤلفه های شناسایی شده در شرکت های تولیدی کوچک و متوسط بر مبنای نتایج حاصل از مراحل قبلی و با استفاده از نرم افزار ونسیم طراحی گردیده است. در حوزه نوآوری باز اگرچه پژوهش هایی همچون [۳۷]، [۳۵]، [۵۳]، [۴۹] به ارائه مدلهایی مفهومی و عملیاتی از مؤلفه های تأثیرگذار بر نوآوری باز پرداخته اند، مطالعه حاضر مدلی پویا را برای عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی و تولیدی در بستر

آماري با استفاده از نرم افزارهای SPSS^۱ و SmartPLS انجام و مدل پویا با استفاده از نرم افزار ونسیم طراحی و اجرا شده است. حجم نمونه آماری در اولین مرحله از پژوهش ۲۳۰ نفر از مدیران و کارشناسان شرکت های تولیدی کوچک و متوسط واقع در شهرک های صنعتی استان تهران بوده است. همچنین، نمونه آماری در مرحله دوم تحقیق تعداد ۱۵ نفر از خبرگان در حوزه مورد مطالعه است. شایان ذکر است سومین مرحله از تحقیق بر مبنای نتایج حاصل از تحلیل آماری داده ها در مراحل پیشین استوار است.

مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین نشان می دهد که یافته های حاصل در بخش درون سازمانی با نتایج پژوهش های [۹]، [۳۷] همخوانی دارد؛ بدین معنا که عواملی نظیر مدیریت دانش و زیرساخت فناوری اطلاعات در هر دو مطالعه به عنوان مؤلفه های کلیدی ارتقای عملکرد نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه معرفی شده اند. همچنین نتایج مربوط به عوامل برون سازمانی با مطالعات [۵۵]، [۳۴] سازگار است که نقش تعامل با دانشگاه ها، مؤسسات تحقیقاتی، مشتریان و تأمین کنندگان را در بهبود فرایند طراحی ماشین آلات صنعتی تأیید کرده اند. در عین حال، مدل پویا و روابط علی استخراج شده در پژوهش حاضر با استفاده از روش های Fuzzy-DEMATEL و Vensim System Dynamics نسبت به تحقیقات پیشین نگرش یکپارچه تری از ارتباط بین متغیرهای درون سازمانی و برون سازمانی ارائه می دهد که بیانگر نوآوری مدل حاضر در مقایسه با ادبیات موجود است.

بسیاری از مطالعات صورت پذیرفته در حوزه نوآوری باز مانند پژوهش های [۳۴]، [۴۸]، [۳۵]، [۴۹]، [۹]، [۱۴]، [۱۵]، [۱۶]، [۱۷] تنها به مطالعه عوامل مؤثر بر نوآوری باز پرداخته اند. این در حالی است که پژوهش حاضر اقدام به مطالعه عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی در بستر راهبردهای نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه نموده است. به همین منظور در این مطالعه علاوه بر شناسایی مؤلفه های مؤثر، روابط علی و ضرایب اثرگذاری هر یک از مؤلفه ها و در نهایت مدل پویای سیستمی مورد مطالعه قرار گرفته است. یکی از نکات حائز اهمیت در این پژوهش محاسبه ضرایب اثرگذاری هر یک از عوامل مؤثر شناسایی شده بر مؤلفه های متناظرش است. این مسأله این قابلیت را به شرکت های کوچک و متوسط می دهد تا مدل ارائه شده را به صورت اختصاصی در محیط کاری خود استفاده نمایند. برای این هدف تنها کافی است تا این شرکت ها با استفاده از روش های مختلف وزن دهی مانند AHP، ANP، دیمتل و غیره میزان اثرگذاری عوامل شناسایی شده را بر مجموعه عوامل به عنوان ورودی مدل محاسبه نمایند تا در نهایت با استفاده از مدل پویای تحقیق بتوانند ماهیت علی یا معلولی مؤلفه های مورد مطالعه، مهم ترین عوامل علی و معلولی را شناسایی نمایند و عوامل را براساس میزان اثرگذاری و اثرپذیری از سیستم در شرکت مورد نظر رتبه بندی نمایند.

توسعه روابط شرکت های تولیدی کوچک و متوسط با این مراکز در بهبود فرایند طراحی ماشین آلات صنعتی و تولیدی، تحقیق و توسعه و نوآوری در این شرکت ها می تواند بسیار مفید و مؤثر باشد. در واقع دانشگاه ها به عنوان نیروی محرکه نوآوری می توانند محدودیت هایی را که شرکت های کوچک و متوسط اساس با آن ها روبرو هستند را کاهش دهند. این اقدام به خصوص در شرکت هایی که با محدودیت منابع روبه رو هستند و از فرایند بیرون به درون نوآوری باز استفاده می نمایند از اهمیت بیشتری برخوردار است. بر همین اساس پیشنهاد می شود تا شرکت های تولیدی کوچک و متوسط با برنامه ریزی های میان مدت ارتباط خود را با مرکز علمی و پژوهش توسعه دهند تا بتوانند نیازهای فنی خود در طراحی ماشین آلات صنعتی و تولیدی را از این طریق تأمین نمایند. (۲) از دیگر عوامل با اهمیت شناسایی شده قابلیت سازگاری است که مشخص گردید بسیار اثرپذیر می تواند باشد. با توجه به اهمیت قابلیت سازگاری، برگزاری کارگاه های آموزشی و دوره های مهارتی برای کارکنان به خصوص کارکنان واحدهای تحقیق و توسعه می تواند قابلیت سازگاری سازمان ها را افزایش دهد. همچنین ایجاد برنامه های همکاری مشترک و الگوبرداری از شرکت هایی که پیش تر نمونه های موفق را به اجرا درآورده اند می تواند منجر به افزایش قابلیت سازگاری در سازمان گردد. (۳) با توجه به شناسایی سه عامل مشتریان، عمق جستجوی خارجی و وسعت جستجوی خارجی و اثرگذاری این عوامل بر طراحی ماشین آلات صنعتی - تولیدی به شرکت های کوچک و متوسط توصیه می شود تا به منظور تسهیل فرایند طراحی ماشین آلات و فعالیت واحدهای تحقیق و توسعه با ایجاد کارگروه هایی متمرکز هرچه بیشتر شرایط بازار و نیاز مشتریان را مورد رصد قرار دهند. این امر با استفاده از واحدهایی همچون واحد پایش مشتریان یا CRM^۱ و یا واحدهای جستجوی نوآوری امکان پذیر می باشند. هدف اصلی از این طرح دریافت به موقع نیاز مشتریان و شناسایی نوآوری های جدیدی است که می تواند فرایند طراحی ماشین آلات صنعتی را بهبود و تسریع بخشد. (۴) با توجه به اهمیت مدیریت دانش و شناسایی زیرساخت فناوری اطلاعات به عنوان یکی دیگر از عوامل مؤثر در پژوهش حاضر، پیشنهاد می شود تا با ایجاد زیرساخت فناوری اطلاعات مناسب و تشکیل شبکه های همکاری و ارتباطی با سایر همکاران امکان به اشتراک گذاری هرچه بیشتر دانش و تسهیل در فرایند مدیریت دانش را ایجاد نمایند. استفاده از امکانات فناوری اطلاعات به شرکت ها این امکان را می دهد تا علاوه بر دسترسی راحت و سریع به اطلاعات برای همگان، بتوانند در قالب شبکه های همکاری نوآوری های لازم و اطلاعات لازم برای طراحی ماشین آلات را به راحتی از طریق همکاران کسب نمایند. اگرچه مباحثی همچون مالکیت فکری، حقوق مؤلف و لایسنس ها می بایست در این راستا به دقت مورد بررسی قرار بگیرد.

راهبرد نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های تولیدی کوچک و متوسط ارائه نموده است که می تواند در شرایط مختلف به اجرا گذاشته شود. از منظر خروجی های به دست آمده حاصل از اجرای مدل پژوهش، مشتریان و فناوری های جدید در بازار از مهم ترین عوامل علی اثرگذار بر طراحی ماشین آلات صنعتی و تولیدی می باشند. بررسی های انجام شده به وسیله خبرگان شرکت های تولیدی کوچک و متوسط نشان می دهد با توجه به آنکه مهم ترین محرک شرکت های تولیدی تقاضای مشتریان است، دور از انتظار نیست که مهم ترین عامل اثرگذار مشتریان شناسایی شود چراکه در صورت تغییرات نیازهای مشتریان شرکت های تولیدی مجبور هستند تا محصولات خود و حتی خط تولید و ماشین آلات را نیز تغییر دهند. همچنین افزایش رقابت و سرعت ارائه فناوری های جدید در بازار باعث شده است که این مورد از دیگر عوامل مهم علی و اثرگذار شناسایی شود. امروزه نقش فناوری های جدید به عنوان راهکاری برای ایجاد نوآوری، پایداری و ارتقاء محصولات و توسعه بازار شرکت ها انکارناپذیر است. فناوری های جدید نه تنها قابلیت این را دارند که کیفیت محصولات را ارتقاء دهند، توسعه بازار ایجاد نمایند و سود سازمان را افزایش دهند بلکه ممکن است هزینه های بالایی را به سازمان به دلیل تغییر در طراحی ماشین آلات صنعتی تحمیل نمایند. از طرفی فناوری های جدید اگرچه می تواند باعث تغییر در خط تولید و نیاز به طراحی ماشین آلات صنعتی شوند؛ اما این فناوری ها می توانند طراحی این ماشین آلات را تسهیل نمایند و به شرکت ها این امکان را دهند که با سرعت بیشتر و هزینه کمتر ماشین آلات صنعتی و تولیدی را طراحی نمایند.

همچنین، از منظر مهم ترین عوامل معلولی که دارای بیشترین میزان اثرپذیری هستند مدیریت دانش و قابلیت سازگاری در قلمرو شرکت های تولیدی کوچک و متوسط مورد شناسایی قرار گرفته اند؛ در چارچوبی نتیجه به دست آمده طراحی ماشین آلات صنعتی و تولیدی در واحدهای تحقیق و توسعه نیازمند طیف وسیعی از دانش است. بر همین اساس، لازم است تا شرکت ها به طور مداوم محیط پیرامون خود را رصد نموده و همواره در راستای مدیریت دانش کوشا باشند. از طرفی هر دانش، طراحی و نوآوری جدید در بازار نیازمند ایجاد قابلیت سازگاری در سازمان می باشند. بر همین اساس تغییر و تحول در هر یک از عوامل مورد مطالعه می تواند به نوعی بر قابلیت سازگاری سازمان مؤثر باشد. از دیگر عوامل اثرپذیر معلولی که در رتبه های بعدی از منظر اهمیت قرار دارند سبک رهبری و حمایت مدیران ارشد است. علت این نتیجه در آن است که طیف دانش، نوآوری و فناوری در بازار بسیار گوناگون است. بر همین اساس هر تغییر و تحولی در سازمان متأثر در بازار نیازمند رویکردی جدید در راستای پذیرش تغییرات دارند که این امر اهمیت سبک های رهبری و حمایت مدیران ارشد را نشان می دهد.

براساس نتایج به دست آمده حاصل از مدل پویای پژوهش به شرکت های تولیدی کوچک و متوسط پیشنهاد می شود (۱) همکاری با مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاهی از جمله عوامل علی شناسایی می باشند،

- ۵- خمسه، عباس، قنبری ها، شهره و اوحدی، فریدون، "بررسی و رتبه بندی عوامل مؤثر بر مدیریت تحقیق و توسعه با تکنیک ANP در صنایع خودروسازی (مطالعه موردی: پارس خودرو)", *فصلنامه رشد و فناوری*, سال سیزدهم، شماره ۵۰، صص. ۵۱-۶۲، ۱۳۹۶.
- ۶- قضائی، حمید و نظم آبادی، جعفر، "شناسایی عوامل مؤثر در بازسازی و نوسازی ماشین آلات راه سازی و معدنی"، *توسعه تعاون*, شماره ۵۲، صص. ۸۸-۹۵، ۱۳۹۳.
- ۷- شهبازیگی، مهتاب، لطفیان، فائزه و رضایی راد، امیرحسین، "بررسی عوامل مؤثر در انتخاب و بهره‌وری ماشین آلات راه سازی (نمونه موردی: پروژه راه آهن همدان-تهران)", *دومین کنفرانس ملی مدیریت ساخت و پروژه*, تهران، ۱۳۹۴.
- ۸- سلیمی فرد، خداکرم، قاسمیه، رحیم و دسترنج، میثم، "یک روش ترکیبی نوین برای مسأله انتخاب ماشین آلات و تجهیزات تولیدی"، *مدیریت تولید و عملیات*, دوره هفتم، شماره ۲، صص ۲۱-۴۴، ۱۳۹۵.
- ۹- زرگر، صبر و آذر، عادل، "ارائه مدل مفهومی عوامل مؤثر بر نوآوری باز در مراکز تحقیق و توسعه"، *اولین کنفرانس حسابداری و مدیریت*, استانبول، ترکیه، ۱۳۹۹.
- ۱۰- داوری، علی و رضازاده، آرش، *مدل سازی معادلات ساختاری با نرم افزار PLS*, تهران، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ دوم، ۱۳۹۳.
- ۱۱- حبیبی، آرش، ایزدیار، صدیقه و سرافرازی، اعظم، *تضمیم گیری چندمعیاره فازی*, رشت، انتشارات کتیبه گیل، چاپ اول، ۱۳۹۳.
- ۱۲- آقایی، میلاد و فضلی، صفر، "به کارگیری رویکرد ترکیبی DEMATEL و ANP برای انتخاب استراتژی مناسب نگهداری خودرو (مطالعه موردی: صنعت خودروهای کار)", *چشم انداز مدیریت صنعتی*, شماره ۶، صص ۸۹-۱۰۷، ۱۳۹۱.
- ۱۳- شکوه عیدی، مهرداد، زاهدی، مرتضی و ماکویی، احمد، "کاربرد روش دلفی و شیوه دیمتل در شناسایی و ساختاردهی به متغیرهای اثرگذار بر کیفیت سازه‌ها در تهران"، *مجله علمی پژوهشی شریف*, دوره ۲۸، شماره ۳، صص ۲۱-۳۰، ۱۳۹۱.
- ۱۴- زنجیرچی، سیدمحمود، جلیلیان، نگار و معین زاده، محمدمهدی، "ارائه مدل جامع از عوامل مؤثر بر موفقیت نوآوری باز با رویکرد مدل سازی ساختاری- تفسیری (مورد مطالعه: دانشگاه یزد)", *آموزش عالی*, شماره ۴۱، صص ۱۴۱-۱۷۰، ۱۳۹۷.
- ۱۵- رمضان پور نرگسی، قاسم، داوری، علی، افراسیابی، راحله و زرگران یزد، بهاره، "بررسی تأثیر عوامل درونی و بیرونی بر نوآوری باز (مورد مطالعه: مراکز تحقیقاتی وزارت صنایع و علوم)", *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*, دوره دوم، شماره ۱، صص ۲۹-۴۶، ۱۳۹۳.
- ۱۶- پرهیزگار، محمدمهدی، فروزنده دهکردی، لطف الله، جوکار، علی اکبر و درینی، ولی محمد، "شناسایی عوامل مؤثر بر نوآوری سازمانی با تکیه بر پارادایم نوآوری باز (مطالعه موردی: صنعت نشر کشور)", *فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*, سال یازدهم، شماره ۳۱، صص ۱۰۱-۱۲۵، ۱۳۹۲.
- ۱۷- جاوید، غزاله و باقری نژاد، جعفر، "ارتباط فرایند نوآوری باز و توانمندی جذب بنگاه‌ها"، *فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد*, سال هشتم، شماره ۳۱، صص ۵۳-۶۱، ۱۳۹۱.
- ۱۸- شفی زاده، رضا، عباس نژاد، طیبیه و غفوریان، محمد، "شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر موفقیت توسعه محصول جدید با استفاده از رویکرد پویایی های سیستم"، *مطالعات مدیریت صنعتی*, سال هفدهم، شماره ۵۲، صص ۲۹-۵۷، ۱۳۹۸.
- ۱۹- حقیقت، عطیه، "ارائه مدل اولویت بندی عوامل مؤثر بر نوآوری باز با استفاده از روش دیمتل"، *رشد و فناوری*, سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص ۸-۱۵، ۱۳۹۶.
- ۲۰- حکاکی، امیر؛ قامیلی سروینه باغی، میلاد، "مطالعه زنجیره ارزش واحدهای تحقیق و توسعه مبتنی بر رویکرد نوآوری باز با هدف بهینه سازی سبد پروژه های تحقیقاتی"، *فصلنامه مدیریت و فناوری سمنان، جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳*.
- ۲۱- سهرابی، روح اله؛ ارجمندپور، الهام، "بررسی جایگاه زنجیره ارزش نوآوری در اسناد راهبردی؛ مورد مطالعه سند راهبردی توسعه علم، فناوری و نوآوری استان همدان"، *فصلنامه مدیریت و فناوری سمنان، جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳*.
- 22- Madhumala, R. B., Tiwari, H., and Devarajaverma, C., "A Reliable Frame Work for Virtual Machine Selection in Cloud Datacenter Using Particle Swarm Optimization," Computer Science, vol. 16, no. 2, pp. 677-685, 2021.
- 23- Li, H., Wang, W., Fan, L., Li, Q., and Chen, X., "A novel hybrid MCDM model for machine tool selection using fuzzy
- از آنجا که ماهیت رویکرد نوآوری باز با اشتراک گذاری دانش، فناوری و همکاری میان بازیگران مختلف در زنجیره ی ارزش همراه است، جنبه های حقوقی مالکیت فکری، حق مؤلف و قراردادهای تبادل دانش از اهمیت ویژه ای برخوردارند. در این تحقیق تمرکز بر عوامل فنی و مدیریتی بود و مسائل حقوقی تنها به صورت ضمنی در قالب شاخص های همکاری و اعتماد سازمانی لحاظ گردیده است. با این حال، تحلیل حقوقی نوآوری باز در صنعت می تواند مبنای توسعه مدل در تحقیقات آینده قرار گیرد.
- با توجه به تمامی مطالب مطرح شده و در نظر گرفتن حوزه مورد مطالعه و محدودیت های پژوهش پیشنهاد های ذیل جهت تحقیقات آتی ارائه می گردد: (۱) مطالعه عوامل مؤثر بر این حوزه به صورت تخصصی و به تفکیک هر یک از صنایع و پس از آن ارائه مدل پویا براساس مدل ارائه شده در این پژوهش می تواند دیدگاهی عمیق تر را نسبت به هر یک از صنایع ایجاد نماید و نقش مطالعه تکمیلی را ایفا نماید. (۲) طراحی یک سیستم خبره فازی که بتواند با در نظر گرفتن شرایط سازمان و عوامل مؤثر شناسایی شده فرایند مناسب نوآوری باز را انتخاب نماید به عنوان دیگر پیشنهاد پژوهشی آتی مطرح می شود. (۳) از آن جا که این پژوهش محدود به شرکت های تولیدی کوچک و متوسط بوده است، تعمیم نتایج آن به صنایع بزرگ تر نظیر خودروسازی، نفت و گاز، و صنایع سنگین باید با احتیاط انجام گیرد. انجام مطالعات مشابه در این صنایع می تواند دیدگاه جامع تری نسبت به پویایی عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی فراهم سازد. (۴) پیشنهاد می شود در پژوهش های آتی مقایسه ای بین المللی میان صنایع مشابه در کشورهای مختلف انجام شود تا تفاوت های فرهنگی، فناوریانه و مدیریتی در تأثیر عوامل مؤثر بر طراحی ماشین آلات صنعتی بهتر تبیین گردد. این مقایسه می تواند به اعتبار خارجی مدل پژوهش و قابلیت تعمیم نتایج در سطح بین المللی کمک شایانی نماید. (۵) پیشنهاد می شود در پژوهش های آینده، با توسعه مدل موجود، نقش عوامل فرهنگی و اجتماعی در پذیرش و اجرای پارادایم نوآوری باز در واحدهای تحقیق و توسعه نیز مورد بررسی قرار گیرد. تحلیل این عوامل می تواند به تبیین تفاوت های رفتاری میان سازمان ها و افزایش قابلیت تعمیم مدل کمک کند.

۵- مراجع

- ۱- خدادی، سلیمان، طورانیان، ایران، حسن پور، مصطفی و حاجی علی بیگی، مسعود، "نوآوری در طراحی و ساخت ماشین آلات و تجهیزات به منظور مقابله با تحریم ها و کاهش هزینه های تولید"، *چهارمین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت نوآوری ایران*, تهران، ۱۳۹۱.
- ۲- اسدی فرد، "ایجاد واحدهای تحقیق و توسعه در صنایع ماشین سازی از اهمیت بالایی برخوردار است"، *پایگاه خبری-تحلیلی لجستیک و زنجیره تأمین*, [Online]. Available: <http://logiscm.ir/12703>, ۱۳۹۸.
- ۳- داراییان، الیاس، "بررسی تأثیر نوآوری باز بر عملکرد فعالیت های تحقیق و توسعه شرکت های دانش بنیان شهرستان مشهد"، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه گیلان، ۱۳۹۵.
- ۴- کامیارفرد، ناصر، "نقش مدیریت ماشین آلات در کاهش هزینه ی پروژه های عمرانی"، *نخستین کنفرانس ملی عمران، معماری و توسعه پایدار*, یزد، ۱۳۹۳.

- design," *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 29, no. 7, pp. 1433-1445, 2018.
- 42- Yang, T., Xu, S., & Xiong, N. N. (2016). A novel machine selection method combining group eigenvalue method with TOPSIS method. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, 9(6), 201-210.
- 43- Gao, W., Hong, B., Swaney, D. P., Howarth, R. W., and Guo, H., "A system dynamics model for managing regional N inputs from human activities," *Ecological Modelling*, vol. 322, pp. 82-91, 2016.
- 44- Ding, Z., Yi, G., Tam, V. W., and Huang, T., "A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China," *Waste Management*, vol. 51, pp. 130-141, 2016.
- 45- Shepherd, S. P., "A review of system dynamics models applied in transportation," *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, vol. 2, no. 2, pp. 83-105, 2014.
- 46- Kumar, S. N., and Umadevi, G., "Application of System Dynamic Simulation Modeling in Road Safety," *Proceedings of the 3rd International Conference on Road Safety and Simulation*, Indiana Government Conference Center Indianapolis, September, 2011.
- 47- Samara, E., Georgiadis, P., and Bakouros, I., "The impact of innovation policies on the performance of national innovation systems: A system dynamics analysis," *Technovation*, vol. 32, no. 11, pp. 624-638, 2012.
- 48- Lee, S., Park, G., Yoon, B., and Park, J., "Open innovation in SMEs—An intermediated network model," *Research Policy*, vol. 39, no. 2, pp. 290-300, 2010.
- 49- Stucki, A., "Internal and External Factors Influencing the Implementation and Diffusion of the Open Innovation Models: The Case of the Postal Sector," *The 3rd Global Postal Research and Education Network Conference*, Lausanne, Switzerland, 2009.
- 50- Lizarralde, R., and Ganzarain, J., "A Multicriteria Decision Model for the Evaluation and Selection of Technologies in a R&D Centre," *International Journal of Production Management and Engineering*, vol. 7, pp. 101-106, 2019.
- 51- Min, J. W., Vonortas, N. S., and Kim, Y., "Commercialization of transferred public technologies," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 138, pp. 10-20, 2019.
- 52- Khoshnevis, P., and Teirlinck, P., "Performance evaluation of R&D active firms," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 61, pp. 16-28, 2018.
- 53- Ibarra, E. R. B., Rueda, J. A. C., and Arenas, A. P. L., "Mapping of the challenges for the open innovation model's implementation in service sector," *Journal of Advanced Management Science*, vol. 3, no. 4, pp. 354-361, 2015.
- 54- Chesbrough, H. W. (2003b). The era of open innovation. *MITSloan Management Review*, 44(3), 35-41.
- DEMATEL, entropy weighting and later defuzzification VIKOR," *Applied Soft Computing*, p. 106207, 2020.
- 24- Xiong, Y., Wu, J., Deng, C., and Wang, Y., "Machining process parameters optimization for heavy-duty CNC machine tools in sustainable manufacturing," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 87, no. 5, pp. 1237-1246, 2016.
- 25- Huang, S., and Yan, Y., "Design of delayed reconfigurable manufacturing system based on part family grouping and machine selection," *International Journal of Production Research*, pp. 1-18, 2019.
- 26- Sahal, R., Breslin, J. G., and Ali, M. I., "Big data and stream processing platforms for Industry 4.0 requirements mapping for a predictive maintenance use case," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 54, pp. 138-151, 2020.
- 27- Surya, B., Menne, F., Sabhan, H., Suriani, S., Abubakar, H., and Idris, M., "Economic growth, increasing productivity of SMEs, and open innovation," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 7, no. 1, p. 20, 2021.
- 28- Chesbrough, H., "The Future of Open Innovation: The future of open innovation is more extensive, more collaborative, and more engaged with a wider variety of participants," *Research-Technology Management*, vol. 60, no. 1, pp. 35-38, 2017.
- 29- Ma, J., Harstvedt, J. D., Jaradat, R., and Smith, B., "Sustainability driven multi-criteria project portfolio selection under uncertain decision-making environment," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 140, pp. 106236, 2020.
- 30- Chesbrough, H., Heaton, S., and Mei, L., "Open innovation with Chinese characteristics: a dynamic capabilities perspective," *R&D Management*, vol. 51, no. 3, pp. 247-259, 2021.
- 31- Santoro, G., Ferraris, A., Giacosa, E., and Giovando, G., "How SMEs engage in open innovation: a survey," *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 9, no. 2, pp. 561-574, 2018.
- 32- Brunswicker, S., and Chesbrough, H., "The Adoption of Open Innovation in Large Firms: Practices, Measures, and Risks," *Research-Technology Management*, vol. 61, no. 1, pp. 35-45, 2018.
- 33- Vanhaverbeke, W., Roijakkers, N., Lorenz, A., and Chesbrough, H., "The importance of connecting open innovation to strategy," *Springer Press*, 2017.
- 34- Brunswicker, S., and Ehrenmann, F., "Managing open innovation in SMEs: A good practice example of a German software firm," *International Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 4, no. 1, pp. 33-41, 2013.
- 35- Pervan, S., Al-Ansaari, Y., and Xu, J., "Environmental determinants of open innovation in Dubai SMEs," *Industrial Marketing Management*, vol. 50, pp. 60-68, 2015.
- 36- Robinson, S., and Stubberud, H. A., "Issues in innovation for Norwegian SMEs," *Journal of International Business Research*, vol. 11, no. 1, pp. 53-61, 2012.
- 37- Shafiei Nikabadi, M., and Hakaki, A., "A dynamic model of effective factors on open innovation in manufacturing small and medium sized companies," *International Journal of System Dynamics Applications (IJSDA)*, vol. 7, no. 1, pp. 1-26, 2018.
- 38- Azimi, K., and Solimanpur, M., "A heuristic method to solve the location and machine selection problem in a two-dimensional continuous area," *International Journal of Mathematics in Operational Research*, vol. 8, no. 4, pp. 424-448, 2016.
- 39- Karim, R., and Karmaker, C. L., "Machine selection by AHP and TOPSIS methods," *American Journal of Industrial Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 7-13, 2016.
- 40- Özdağoglu, A., Yakut, E., and Bahar, S., "Machine selection in a dairy product company with entropy and SAW methods integration," *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol. 32, no. 1, pp. 341-359, 2017.
- 41- Çakır, S., "An integrated approach to machine selection problem using fuzzy SMART-fuzzy weighted axiomatic