



## طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی - مالی هزینه‌های پروژه‌های تحقیق و توسعه برای شرکت‌های دانش‌بنیان متقاضی ورود به بورس اوراق بهادار

سینا لاله<sup>۱</sup>

نصرت‌الله شادنوش<sup>۲</sup>

عباس طلوعی اشلقی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۳/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۴/۱۷

### چکیده

یکی از نمودهای موفقیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه در میزان بالا بردن سطح توانمندی‌های فناورانه می‌باشد و هرچه میزان سطح توانمندی‌های فناورانه و روند رشد آن در شرکت‌ها علی‌الخصوص شرکت‌های دانش‌بنیان بالاتر باشد میتوان از میزان موفقیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه در سازمان اطمینان داشت. به‌همین منظور لزوم اندازه‌گیری درست توانمندی‌های فناورانه در سازمان‌ها به‌واسطه مشخص شدن اثربخشی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و یا در نهایت بدست آوردن ارزش اقتصادی هزینه‌های صرف شده در روند تحقیق و توسعه بسیار ضروری و مهم می‌باشد، به‌همین جهت در این پژوهش با توجه به مطالعات پیشین و استخراج عوامل موثر بر اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه و مشخص نمودن حلقه‌های علت و معلولی اقدام به تدوین مدل دینامیکی شده است. سپس با استفاده از تکنیک دیماتل روابط بین آن‌ها و میزان ضریب تاثیرگذار و تاثیرپذیر مشخص و در مدل لحاظ شده است، در نهایت به‌منظور تست صحت مدل و مشخص شدن رفتار متغیرهای حالت و نرخ اقدام به جمع‌آوری اطلاعات از هشت شرکت دانش‌بنیان متقاضی ورود به بورس اوراق بهادار در بازه زمانی ۲۴ ماه شده است، که با تحلیل رفتارمتغیرهای پژوهش در چارچوب مدل و همچنین تحلیل حساسیت، روایی الگوی دینامیکی طراحی شده مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### کلمات کلیدی

ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌ها، بورس اوراق بهادار، پروژه‌های تحقیق و توسعه، توانمندی‌های فناورانه، شرکت‌های دانش‌بنیان، مدل دینامیکی

۱- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. [ie\\_sina\\_laleh@yahoo.com](mailto:ie_sina_laleh@yahoo.com)

۲- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) [dr.shadnoush@gmail.com](mailto:dr.shadnoush@gmail.com)

۳- گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. [toloie@srbiau.ac.ir](mailto:toloie@srbiau.ac.ir)

#### مقدمه

نظریه اهمیت مشخص شدن میزان ارزش اقتصادی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و همچنین اندازه‌گیری درست هزینه‌های تحقیقاتی در روند پروژه‌های تحقیق و توسعه در سازمان‌ها از یک‌سو و توجه به ماهیت متفاوت و خاص فعالیت‌های تحقیقاتی که لزوم بررسی ابعاد مختلفی را برای محاسبه ارزش اقتصادی هزینه‌های صرف شده که الزاما همه آن‌ها مالی نبوده است [5]. در این بین یکی از ارکانی که میتوان به‌عنوان خروجی موفق فعالیت‌های تحقیق و توسعه به آن اشاره نمود میزان رشد و توسعه سطح توانمندی‌های فناورانه در سازمان است که هرچه رشد بیشتری داشته باشد میتواند گفت که فعالیت‌های تحقیقاتی اثربخش‌تر بوده و همچنین ارزش اقتصادی آنها نیز بالاتر است، از همین رو مشخص نمودن روابط بین میزان توانمندی‌های فناورانه با سایر ارکان سیستم تولید بسیار مفید می‌باشد، [12] به‌همین دلیل در این پژوهش با توجه به محوریت نقش توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌های پروژه‌های تحقیق و توسعه اقدام به تدوین مدل دینامیکی شده است، تا با توجه به بررسی سناریوهای مختلف نقش و جایگاه توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌های تحقیقاتی به وضوح مشخص گردد و بتوان با بررسی روابط و حلقه‌های علت و معلولی موثر در این خصوص عوامل اثرگذار بر توانمندی‌های فناورانه و یا تاثیر توانمندی‌های فناورانه بر سایر عوامل مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

#### تئوری‌ها و ادبیات در خصوص روابط علت و معلولی

روابط علت و معلولی موجود برای مدل دینامیکی و نقش توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌های تحقیق و توسعه براساس تئوری‌ها و مطالعات پیشین اقتباس شده است که در جدول زیر آورده شده است.

طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه .../سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی‌اشلقی

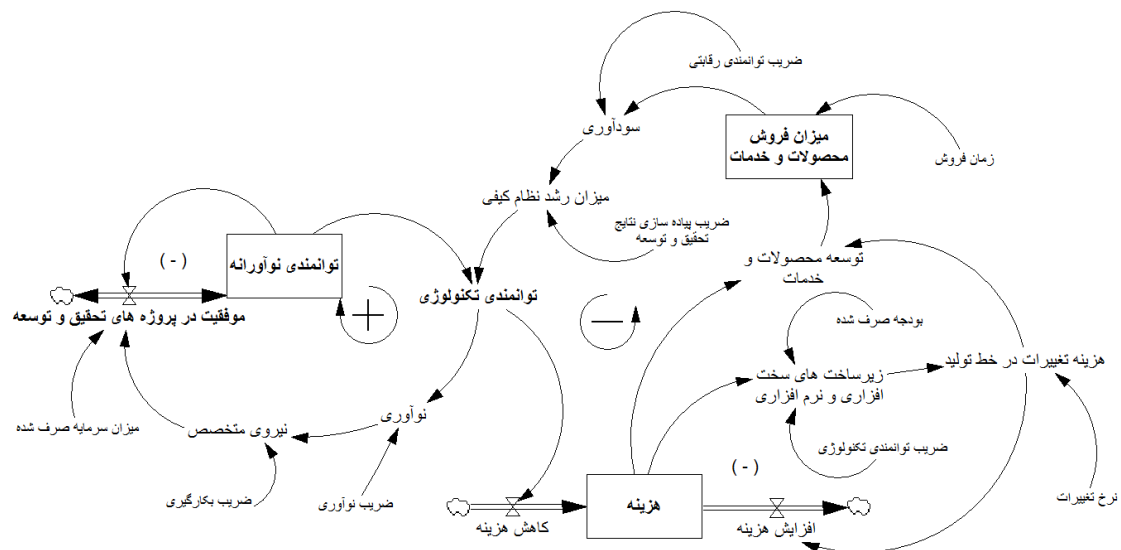
جدول ۱- نتایج پژوهش‌های پیشین در خصوص روابط علت و معلولی توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی

هزینه‌های تحقیق و توسعه (منبع پژوهشگر)

شماره	نام محقق	سال	متغیرهای	روابط علت و معلولی
۱	بولتینک ال و همکاران [3]	۲۰۱۷	اثرات شدت تحقیق و توسعه و بین‌المللی بر عملکرد SME های غیر تکنولوژی	توانمندی تکنولوژیک بر نوآوری، کاهش هزینه‌ها تاثیر دارد و روند رشد نظام کیفی بر توانمندی تکنولوژی تاثیر مثبت دارد همچنین میزان توانمندی نوآورانه تاثیر مثبت بر توانمندی تکنولوژیک دارد.
۲	شارما اس و همکاران [12]	۲۰۱۷	ایجاد شبکه برای پیش‌بینی موفقیت پروژه های تحقیق و توسعه	میزان هزینه صرف شده در روند تحقیقات بر میزان موفقیت پروژه‌های تحقیقاتی تاثیر مثبت دارد و همچنین بکارگیری تیم تخصصی و افزایش نوآوری باعث افزایش موفقیت روند تحقیق و توسعه می‌شود.
۳	جینفار ال و همکاران [7]	۲۰۱۷	روش ارزیابی ارزش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه پروژه های هوشمند ساختمانی	میزان بودجه صرف شده، میزان هزینه تغییرات در خط تولید و همچنین میزان ضریب پیاده سازی نتایج تحقیق و توسعه در میزان بالا بردن ارزش اقتصادی هزینه‌های تحقیقاتی رابطه مثبت دارند.
۴	چو یو و همکاران [4]	۲۰۱۶	نقشه راه فناوری صنعتی برای حمایت از برنامه‌ریزی عمومی تحقیق و توسعه	میزان ضریب توانمندی رقابتی از میزان توانمندی تکنولوژیک تاثیر غیرمستقیم می‌گیرد و همچنین باعث افزایش بستر مناسب برای افزایش رشد نظام کیفی و توانمندی تکنولوژیک دارد.
۵	دی لا هوز ام و همکاران [5]	۲۰۱۶	ناهمگونی سرمایه‌گذاری نهادی و ارزیابی شرکت تحقیق و توسعه: شواهد از آمریکای لاتین	میزان بودجه صرف شده در روند اتخاذ زیرساخت‌ها فنی و نرم افزاری برای بکارگیری نتایج فعالیت‌های تحقیقاتی تاثیر مثبت بر میزان توسعه محصولات دارد.

۶	وان زی و همکاران [13]	۲۰۱۴	ارزیابی گزینه واقعی از سرمایه‌گذاری های تحقیق و توسعه بخش دولتی	میزان توانمندی تکنولوژی از میزان ضریب پیاده‌سازی نتایج تحقیق و توسعه و همچنین حلقه بسته نوآوری، توانمندی نوآورانه، نیروی متخصص و میزان سرمایه بکارگرفته شده تاثیر می پذیرد.
۷	هوفیلای [6]	۲۰۱۶	تمایز محصول و سیاست بین المللی تحقیق و توسعه	میزان توسعه محصولات بر میزان فروش تاثیر مستقیم دارد و میزان توانمندی تکنولوژی باعث افزایش شدت میزان توسعه محصولات میگردد.
۸	یو اچ [15]	۲۰۱۷	طراحی مکانیسم در همکاری علمی بین کنسرسیوم کتابخانه و موسسات تحقیق و توسعه	میزان بودجه صرف شده در روند تحقیق و توسعه بر میزان موفقیت روند تحقیق و توسعه تاثیر مثبت دارد و همچنین بر میزان افزایش توانمندی نوآورانه و توانمندی تکنولوژیک تاثیر و رابطه مستقیم دارد.
۹	خوتا ای و همکاران [8]	۲۰۱۷	مدیریت نمونه کارها تحقیق و توسعه: کارت امتیازی مالکیت معنوی	میزان ضریب پیاده‌سازی نتایج تحقیق و توسعه تاثیر مثبت بر میزان توانمندی تکنولوژیک و افزایش رشد نظام کیفی تولید دارد.
۱۰	کیم کی اس و همکاران [9]	۲۰۱۷	تأثیر اطلاعات سرمایه گذاری تحقیق و توسعه اختیاری بر ارزیابی مبتنی بر حسابداری و بازده اوراق قرضه بلند مدت	میزان هزینه صرف شده در روند تحقیق و توسعه بر میزان توانمندی تکنولوژیک و همچنین توسعه محصولات و نوآوری در سیستم تولید تاثیر مثبت دارد.

## طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه .../سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی‌اشلقی



شکل ۱- نمودار شماتیک جریان و انباشت توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌های تحقیق و توسعه (منبع پژوهشگر)

### محاسبه متغیرهای پژوهش

میزان رشد نوآوری: این متغیر با توجه به رویکرد فرآیندی ایجاد و اعمال نوآوری در سیستم تولید محصولات و خدمات محاسبه می‌شود بطوری که در فرآیند بررسی نوآوری دارای روند ورودی‌ها و خروجی‌ها و دستاوردهایی می‌باشد. ورودی‌ها شامل مجموعه هزینه‌های اعمال شده (هزینه‌های پرسنل، هزینه تجهیزات اطلاعات و سایر هزینه‌ها...) در آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه که خروجی‌های آن شامل پتنت‌ها، دانش فنی، نشریه‌ها، رویکردهای نوآورانه و راه‌حل‌های نوین است که منجر به برنامه‌ریزی بهینه، مهندسی کارآمدتر ساختار تولید خدمات و محصولات و یا تقویت زیرساخت‌های بازاریابی شده است که در نهایت این فعالیت‌ها در قالب دستاوردهایی چون کاهش هزینه‌های بهبود محصولات و خدمات و افزایش توانمندی رقابتی و تولیدی سازمان می‌گردد. با اقتباس از الگوی شاخص جهانی نوآوری (GII<sup>1</sup>) که شامل مولفه‌های ورودی‌ها و مولفه‌های خروجی است که براساس دستاوردهای بدست آمده از روند فرآیند نوآوری، میزان رشد نوآوری محاسبه می‌گردد. که با توجه به مدل [2] نسبت ضریب کاهش هزینه‌های بهبود محصولات و خدمات بر ضریب خروجی‌های فرآیند نوآوری محاسبه می‌شود.

$$\text{نسبت ضریب کاهش هزینه های بهبود محصولات و خدمات} \\ \text{ضریب خروجی های فرآیند نوآوری} = \frac{\text{میزان رشد نوآوری}}{\text{میزان رشد نوآوری}}$$

میزان توسعه محصول: در هر فرآیند توسعه محصول مجموعه ای از فعالیتها وجود دارند. مقدار مشخصی از اطلاعات نیز یک بار توسط برخی فعالیتها به اشتراک گذاشته می شود، هر فعالیت قابلیت هایی دارد که در روند توسعه محصول اعمال می شود و اطلاعات خروجی را تولید می کند. بنابراین، روابط میان فعالیتها، نقش مهمی را در محاسبه زمان توسعه محصول کل فرآیند ایفا می کند. فعالیتها می توانند روابط متوالی و یا مزدوج با فعالیتهای دیگر داشته باشند. علاوه بر این، بین فعالیتهای توسعه از نظر وابستگی به زمان نیز هم پوشانی وجود دارد. به همین دلیل میزان توسعه محصول تابعی از زمان است. که در این پژوهش با توجه به الگوی وانگ تی و همکاران، ۲۰۱۳ [14] که در آن با توجه به روابط زیر اقدام به محاسبه ضریب میزان توسعه محصولات و خدمات شده است، که میزان توسعه محصول تابع از هزینه و زمان می باشد که طی مدت ۲۴ ماه از هشت شرکت های دانش بنیان جمع آوری شده است که از روابط زیر اقتباس شده است.

$$T = \sum_{i=1}^N T_i + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (T_{ij}^{ro} + T_{ij}^{rc} + T_{ij}^{roc} - T_{ij}^o)$$

$$C = \sum_{i=1}^N C_i + \sum_{i=1}^N (C^r + C^n) K_i + R_c T_T$$

شروط:

$$T_T \geq T - T_d$$

$$T_T \geq 0$$

$$K_i = 0, 1, \dots, n$$

$$K_j = 1 - \alpha_{ij}$$

$$K_j \geq \alpha_{ij}$$

جدول ۲- شاخص‌های محاسبه میزان توسعه محصول

$Rc$	$Tijro$	$Ki$	$\alpha_{ij}$	$Cn$	$Cr$	$T_{ij}^{rc}$	$T_{ij}^{roc}$	$Ti$	$T$
									زمان تکمیل پروژه
								زمان نرمال انجام فرایند <sup>i</sup>	
								زمان دوباره کاری فعالیت ز بخاطر همپوشانی با فعالیت <sup>i</sup> در فعالیت های مزدوج	
								زمان دوباره کاری فعالیت <sup>i</sup> بخاطر مزدوج بودن با فعالیت <sup>i</sup> در فعالیت های مزدوج	
								هزینه دوباره کاری فعالیت <sup>i</sup>	
								هزینه مذاکره فعالیت ها بخاطر دوباره کاری مقدار همپوشانی فعالیت های <sup>i</sup> اول	
								مکانیزم تعداد دوباره کاری ناشی از همپوشانی. با مزدوج شدن هر فعالیت	
								زمان دوباره کاری فعالیت ز بخاطر همپوشانی با فعالیت	
								هزینه ریسک ناشی از تاخیر	

میزان رشد توانمندی‌های فناورانه: ارزیابی توانمندی‌های فناوری فرآیندی است که در آن سطح فعلی قابلیت‌ها و توانایی‌های فناورانه سازمان اندازه‌گیری می‌شود تا هم نقاط ضعف و قوت فناوری سازمان شناسایی شود و هم بتوان توانمندی‌های فناورانه سازمان را با رقبا با سطح ایده‌آل مقایسه نمود و جهت جبران موارد نامطلوب اقدام کرد [1] در این پژوهش با استفاده از پرسشنامه استاندارد توانمندی‌های فناورانه اقدام به اندازه‌گیری ضریب رشد توانمندی‌های فناورانه ماهانه در بازه ۲۴ ماه از هشت شرکت دانش بنیان شده است.

میزان رشد نظام کیفی: از مهم‌ترین و حساس‌ترین نوع صنایع تولیدی، صنایع با سطح فناوری بالا هستند که شرکت‌های دانش بنیان جزء این دسته طبقه‌بندی می‌شوند. در این دسته کیفیت و فرآیند کنترل کیفیت با توجه به ماهیتشان دارای حساسیت بالایی است که شامل فرآیند کنترلی دقیق و جامع برای جلوگیری از بروز هرگونه عدم انطباق، دوباره کاری و ایجاد هرگونه اتلاف منابع به صورت بیهوده، در فرآیند تولید جلوگیری شود [10] به همین منظور در این پژوهش با توجه الگوی لیواندووسکا ای و همکاران که برای ارزیابی سطح کیفی سیستم تولیدی در روند اعمال تحقیق و توسعه در شرکت‌ها می‌باشد استفاده می‌شود که از رابطه زیر در هشت شرکت دانش بنیان در طول مدت ۲۴ ماه محاسبه شده است.

$$1 / (\text{مجموعه هزینه بیهوده ماه دوم} - \text{مجموعه هزینه بیهوده ماه اول}) = \text{رشد نظام کیفی}$$

مجموعه هزینه‌های بیهوده شامل: هزینه دوباره کاری، هزینه‌های ضایعات محصولات، هزینه برگشت محصولات، هزینه‌های متحمل شده به دلیل عدم انطباق با ساختار تولید را شامل می‌شود.

میزان موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه: باتوجه به این مطلب که هر پروژه تحقیق و توسعه به‌منظور حل مشکلی و یا بهبود و توسعه فرآیندی صورت می‌گیرد، به همان میزانی که بتواند در برآوردن اهدافی که براساس آن ساختار روند تحقیق و توسعه شکل گرفته است موفق باشد میزان و درصد موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه محاسبه می‌گردد [11] که در این پژوهش به صورت ماهیانه و در بازه ۲۴ ماه از هشت شرکت باتوجه به روند پیشرفت تحقیقات انجام شده و باتوجه به کارشناسان و متولیان پروژه‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان محاسبه و جمع آوری شده است.

متغیرهایی چون میزان فروش محصولات و خدمات، میزان سرمایه صرف‌شده در روند تحقیقات، میزان بکارگیری از نرم‌افزار و سخت افزار و بکارگیری تیم‌های تخصصی ماهیت مالی (ریالی) داشته و براساس واحدشان که نفر ساعت، واحد و یا تعداد است در بازه ۲۴ ماه و به صورت ماهیانه از هشت شرکت دانش بنیان جمع آوری شده است .

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

تکنیک دیماتل: با مطالعه تحقیقات پیشین و نظرات خبرگان، ۱۶ عامل اصلی به شرح ذیل می‌باشد، که بااستفاده از تکنیک دیماتل اقدام به محاسبه میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری و شدت عوامل و روابط بین آنها شده است که از این نتایج در تدوین مدل دینامیکی استفاده شده است.

جدول ۳- کدگذاری عوامل در تکنیک دیماتل (منبع پژوهشگر)

نام متغیر	عوامل موثر بر	نام متغیر	عوامل موثر بر
A <sub>9</sub>	میزان بکارگیری از سخت افزار و نرم افزار	A <sub>1</sub>	میزان سرمایه صرف‌شده در روند تحقیقات
A <sub>10</sub>	سودآوری	A <sub>2</sub>	هزینه
A <sub>11</sub>	میزان ارتقاء توانمندی رقابتی	A <sub>3</sub>	ضریب پیاده سازی نتایج تحقیق و توسعه
A <sub>12</sub>	توسعه محصول و خدمات	A <sub>4</sub>	میزان موفقیت پروژه‌های تحقیقاتی
A <sub>13</sub>	توانمندی های فناورانه	A <sub>5</sub>	نیروی متخصص
A <sub>14</sub>	ضریب نوآوری	A <sub>6</sub>	میزان فروش محصولات و خدمات
A <sub>15</sub>	مدن زمان بازه فروش	A <sub>7</sub>	هزینه تغییرات در خط تولید
A <sub>16</sub>	ضریب پیاده سازی نتایج تحقیق و توسعه	A <sub>8</sub>	میزان رشد نظام کیفی

پس از تعیین شدت روابط موجود بین متغیرها، براساس نظر خبرگان و انجام مراحل روش دیماتل فازی جدول زیر حاصل می‌شود. ترتیب نفوذ عناصر مفروض از یک مسئله بر دیگر عناصر یا تحت نفوذ قرارگرفتن آنها به‌طور مسلم، مشخص کننده ساختار ممکن از سلسله مراتب آن عناصر در بهبود یا حل



طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه .../سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی‌اشلقی

مسئله خواهد بود. بدین منظور برای دسترسی به ساختار ممکن از روابط مستقیم و غیرمستقیم، ترتیب واقع شدن عناصر از نظر نفوذ بر دیگر عناصر و همچنین ترتیب آنها را از نظر تحت نفوذ قرار گرفتن، در ماتریس زیر ارائه می‌شود.

جدول ۴- ماتریس دیفازی شده روابط مستقیم و غیر مستقیم (منبع پژوهشگر)

A <sub>16</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	
0.059	0.057	0.056	0.067	0.058	0.058	0.071	0.061	0.069	0.060	0.064	0.064	0.107	0.225	0.200	0.050	A <sub>1</sub>
0.059	0.052	0.050	0.060	0.052	0.052	0.065	0.058	0.063	0.056	0.059	0.066	0.170	0.054	0.047	0.052	A <sub>2</sub>
0.050	0.049	0.048	0.058	0.050	0.050	0.062	0.053	0.059	0.053	0.057	0.066	0.181	0.044	0.052	0.050	A <sub>3</sub>
0.051	0.050	0.049	0.049	0.058	0.051	0.051	0.064	0.053	0.062	0.068	0.170	0.057	0.054	0.054	0.060	A <sub>4</sub>
0.060	0.059	0.057	0.071	0.060	0.059	0.089	0.062	0.058	0.200	0.170	0.054	0.078	0.076	0.074	0.146	A <sub>5</sub>
0.052	0.051	0.050	0.062	0.052	0.051	0.086	0.054	0.221	0.052	0.049	0.053	0.064	0.053	0.053	0.050	A <sub>6</sub>
0.050	0.048	0.049	0.071	0.051	0.050	0.156	0.052	0.059	0.044	0.055	0.051	0.062	0.051	0.051	0.049	A <sub>7</sub>
0.051	0.050	0.051	0.080	0.053	0.051	0.204	0.053	0.053	0.052	0.056	0.052	0.063	0.052	0.052	0.050	A <sub>8</sub>
0.058	0.057	0.056	0.070	0.058	0.058	0.094	0.053	0.228	0.062	0.066	0.078	0.226	0.060	0.060	0.058	A <sub>9</sub>
0.054	0.051	0.067	0.208	0.067	0.053	0.058	0.056	0.061	0.052	0.057	0.053	0.065	0.053	0.053	0.050	A <sub>10</sub>
0.048	0.047	0.039	0.043	0.055	0.048	0.042	0.061	0.051	0.077	0.049	0.179	0.049	0.060	0.049	0.047	A <sub>11</sub>
0.057	0.056	0.053	0.061	0.045	0.052	0.068	0.221	0.088	0.054	0.058	0.057	0.091	0.054	0.054	0.051	A <sub>12</sub>
0.067	0.055	0.169	0.057	0.158	0.067	0.080	0.075	0.067	0.056	0.061	0.056	0.071	0.056	0.056	0.053	A <sub>13</sub>
0.162	0.067	0.052	0.084	0.062	0.162	0.181	0.061	0.071	0.059	0.077	0.059	0.072	0.059	0.059	0.056	A <sub>14</sub>
0.052	0.042	0.062	0.176	0.062	0.051	0.063	0.055	0.059	0.051	0.055	0.051	0.063	0.051	0.051	0.049	A <sub>15</sub>
0.042	0.146	0.101	0.048	0.068	0.053	0.049	0.061	0.052	0.058	0.054	0.059	0.062	0.053	0.051	0.048	A <sub>16</sub>

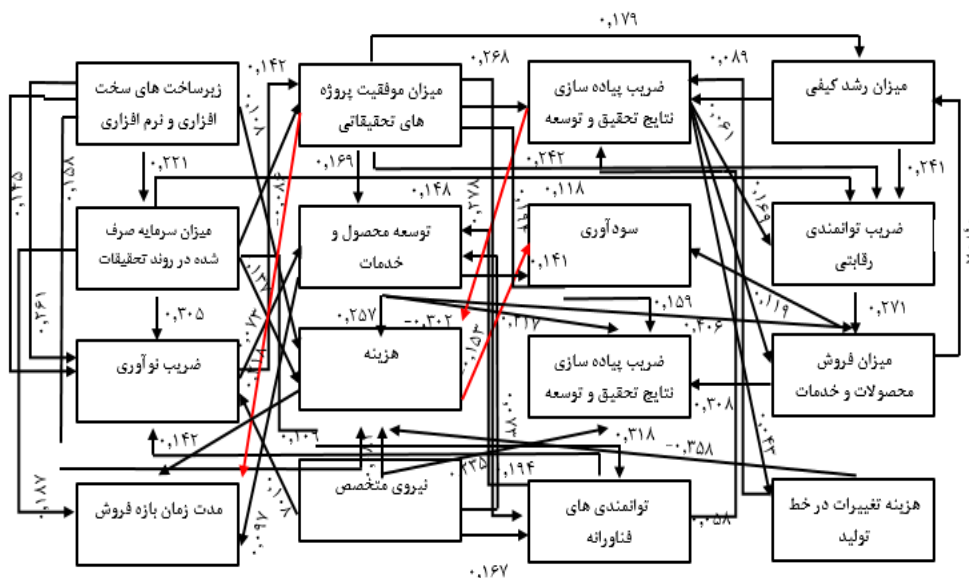
بیشترین مجموع ردیفی R نشان‌دهنده متغیرهایی است که قویاً بر متغیرهای نفوذ دارند و بیشترین مجموع ستونی (J) نشان‌دهنده عناصری است که تحت نفوذ واقع می‌شوند.

جدول ۵- محاسبه شدت روابط مستقیم و غیرمستقیم (منبع پژوهشگر)

	R	J	R+J	R-J
A <sub>1</sub>	1.326	0.920	2.245	0.406
A <sub>2</sub>	1.017	1.013	2.030	0.004
A <sub>3</sub>	0.983	1.040	2.023	-0.058
A <sub>4</sub>	1.019	1.492	2.510	-0.473
A <sub>5</sub>	1.400	1.029	2.429	0.372
A <sub>6</sub>	1.050	1.183	2.233	-0.134
A <sub>7</sub>	0.951	1.019	1.969	-0.068
A <sub>8</sub>	1.022	1.381	2.402	-0.358
A <sub>9</sub>	1.342	1.068	2.411	0.273
A <sub>10</sub>	1.055	1.462	2.517	-0.407
A <sub>11</sub>	0.948	0.954	1.902	-0.006
A <sub>12</sub>	1.106	0.974	2.081	0.132
A <sub>13</sub>	1.205	1.305	2.511	-0.100
A <sub>14</sub>	1.339	0.952	2.91	0.386
A <sub>15</sub>	0.995	0.934	1.929	0.061
A <sub>16</sub>	0.937	0.968	1.905	-0.031

محل واقعی هر عنصر در سلسله مراتب نهایی توسط ستون‌های (R-J) و (R+J) مشخص می‌شود به طوری که (R-J) نشان دهنده موقعیت یک عنصر در طول محور عرض‌ها و این موقعیت در صورت مثبت بودن (R-J)، به طور قطع یک نفوذکننده بوده و در صورت منفی بودن آن، به طور قطع تحت نفوذ خواهد بود. (R+J) نشان دهنده مجموع شدت یک عنصر در طول محور طول‌ها هم از نظر نفوذکننده و هم از نظر تحت نفوذ واقع شدن می‌باشد. به طور کلی و براساس مقدار (R-J) متغیرهای نیروی متخصص، میزان سرمایه صرف شده در روند تحقیقات و نوآوری می‌شوند که بیشترین تاثیرگذاری را دارند و متغیرهای میزان موفقیت پروژه‌های تحقیقاتی، سودآوری و میزان رشد نظام کیفی تولید بیشترین تاثیرپذیری را دارا هستند.

طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه .../سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی‌اشلقی



شکل ۲- روابط بین متغیرها و شدت تاثیر آنها بریکدیگر (منبع پژوهشگر)

مدل دینامیکی توانمندی‌های فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان متقاضی ورود به بورس اوراق بهادار:

پس از بررسی مطالعات پیشین و بدست آوردن عوامل موثر و روابط علت و معلولی بین آنها برای تبیین مدل دینامیکی با محوریت نظریات و تئوری‌های ارائه شده در پژوهش‌های پیشین اقدام به طرح‌ریزی مدل پژوهش به صورت شماتیک شده است در این خصوص اقدام به تدوین متغیرهای حالت، کمکی، ثابت و نرخ شده است. لازم به ذکر است که در روند تدوین مدل علت و معلولی پژوهش علاوه بر استناد به سایر نتایج پژوهشگران از نظر خبرگان در این حوزه نیز بهره گرفته شده است. در این بین پس از مشخص شدن نمودار علت و معلولی پژوهش و ترسیم آن اقدام به ترسیم نمودار جریان و انباشت برنامه‌ریزی در نرم‌افزار ونسیم شده است. که در شکل (۳) نمودار جریان و انباشت براساس روابط مثبت و منفی موجود و همچنین نوع متغیر آورده شده است. در جدول (۳) نوع متغیرها و نوع برونزا و درونزا بودن آنها در قالب، کمکی، نرخ، ثابت و سطح آورده شده است.

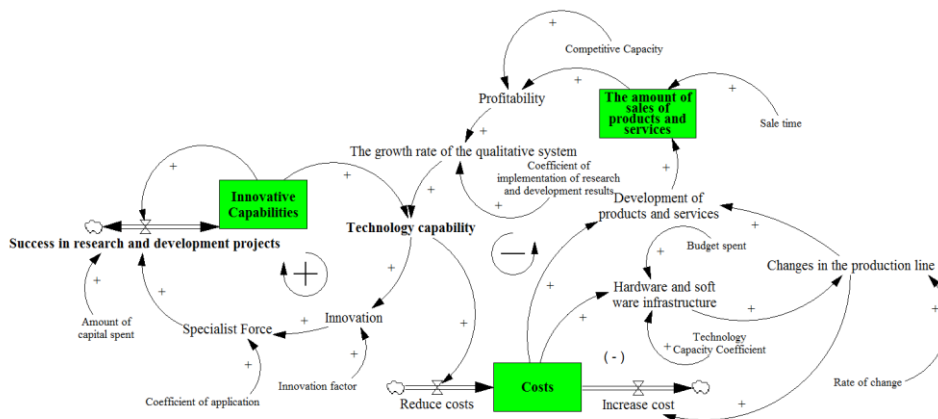
جدول ۶- متغیرهای مدل دینامیکی پژوهش ارزش گذاری اقتصادی هزینه های تحقیق و توسعه در شرکت های دانش بنیان متقاضی ورود به بورس اوراق بهادار (منبع پژوهشگر)

ویژگی متغیر		واحد اندازه	معادل انگلیسی	شاخص ها
درونزا/برونزا	سطح/نرخ/کمکی/ثابت	گیری		
کمکی	درونزا	درصد	The rate of innovation growth	میزان رشد نوآوری
کمکی	درونزا	درصد	The success rate of research projects	میزان موفقیت پروژه های تحقیقاتی
کمکی	درونزا	درصد	The quantitative and qualitative growth rate of production	میزان رشد کمی و کیفی تولید
کمکی	برونزا	درصد	Competitive Capacity Enhancement	میزان ارتقاء توانمندی رقابتی
کمکی	برونزا	تعداد در واحد	The amount of sales of products and services	میزان فروش محصولات و خدمات
کمکی	درونزا	درصد	technological capability	توانمندی های فناورانه
کمکی	درونزا	درصد	Product development rate	میزان توسعه محصول
سطح	برونزا	ریال	Cost	هزینه
ثابت	برونزا	نفر/هزینه	Using specialized teams	بکارگیری تیم های تخصصی
ثابت	برونزا	تعداد/هزینه	Utilization rate of hardware and software	میزان بکارگیری از سخت افزار و نرم افزار
ثابت	درونزا	ریال	The amount of capital spent on the research process	میزان سرمایه صرف شده در روند تحقیقات
سطح	برونزا	درصد	Profit	سود

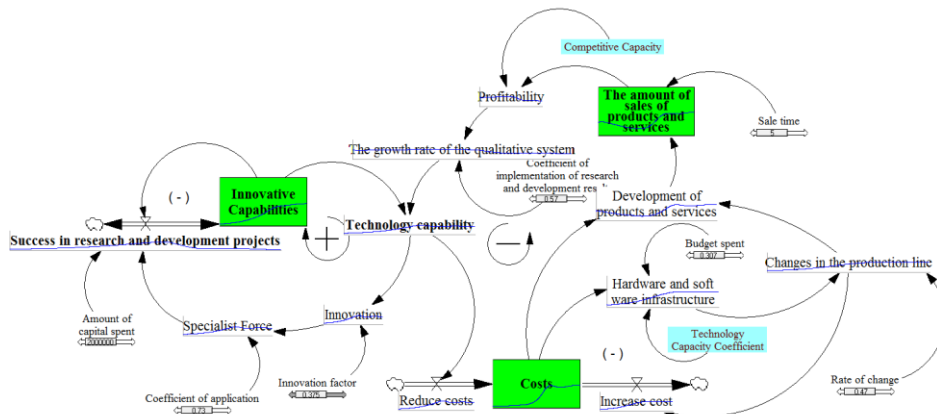
پس از تدوین و طراحی مدل با استفاده از نرم افزار ونسیم اقدام به بررسی خروجی های مدل برای متغیرهای حالت و کمکی موثر در مدل شده است تا بدین وسیله مدل رفتاری آنها را نشان داده و تغییر رفتاری منحنی هریک از نمودارها در الگوی دینامیکی در بازه زمانی مشخص گردد و در این خصوص با توجه به رفتار مدت زمان تاخیر کلی یک الگوی تابع  $\sqrt{x}$  شکل دارد که در ابتدا شیب مثبت و با ضریب بالا وجود دارد و روند صعودی طی می کند. ولی در یک ناحیه شیب مثبت و در نهایت به سمت صفر میل می کند، علت این رویداد این است که با توجه به اعمال نتایج فعالیت های تحقیق و توسعه در چرخه

### طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه .../سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی‌اشلقی

سیستم باعث می‌شود که میزان سطح توانمندی‌های فناورانه در سیستم تولید رشد فزاینده و مثبت داشته باشد و این رشد تا جایی ادامه خواهد داشت که اثرات و نتایج تحقیقات که در سیستم لحاظ شده به‌طور کامل اعمال شود و تمام ابعاد آن در سیستم لحاظ گردد و در این مرحله شیب به صفر میل می‌کند و در این مرحله لزوم از سرگیری فعالیت‌های جدید تحقیقاتی با ماهیت متفاوت برای از سرگیری روند رشد توانمندی‌های فناورانه صورت گیرد، و سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران شرکت می‌توانند از روی رفتار این منحنی تشخیص دهند که لزوم تدوین راهبردهای (استراتژی‌های) جدید تحقیق و توسعه هست یا خیر؟ (بولتینک ال و همکاران، ۲۰۱۷) برای همگن کردن بازه زمانی تمام متغیرهای موجود در پژوهش که اطلاعات جمع‌آوری شده، به‌صورت درصد نمایش داده شده است. که محور Xها نمودارهای زیر را شامل شده است. پس از تدوین الگو با اقدام به بررسی سناریوهای مختلف شده است که با محوریت توانمندی فناورانه است که در نهایت در بخش تفاسیر اقدام به تحلیل آنها شده است.

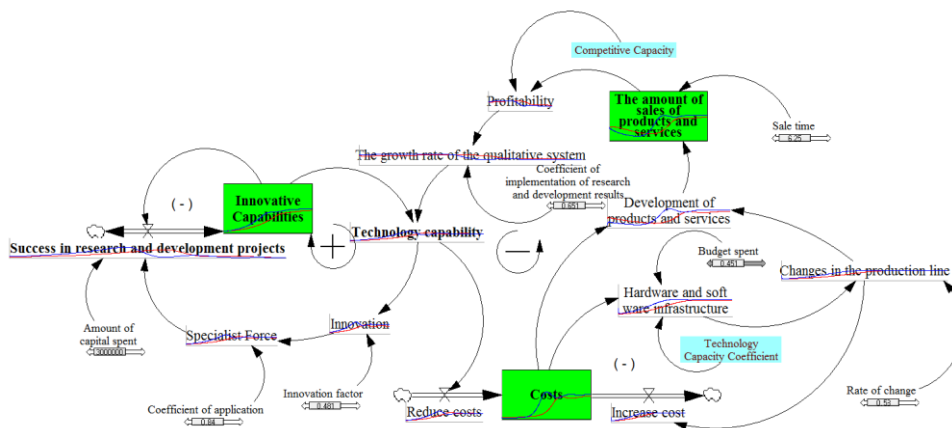


شکل ۳- نمودار جریان و انباشت توانمندی فناورانه در روند ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان متقاضی ورود به بورس اوراق بهادار (منبع پژوهشگر)



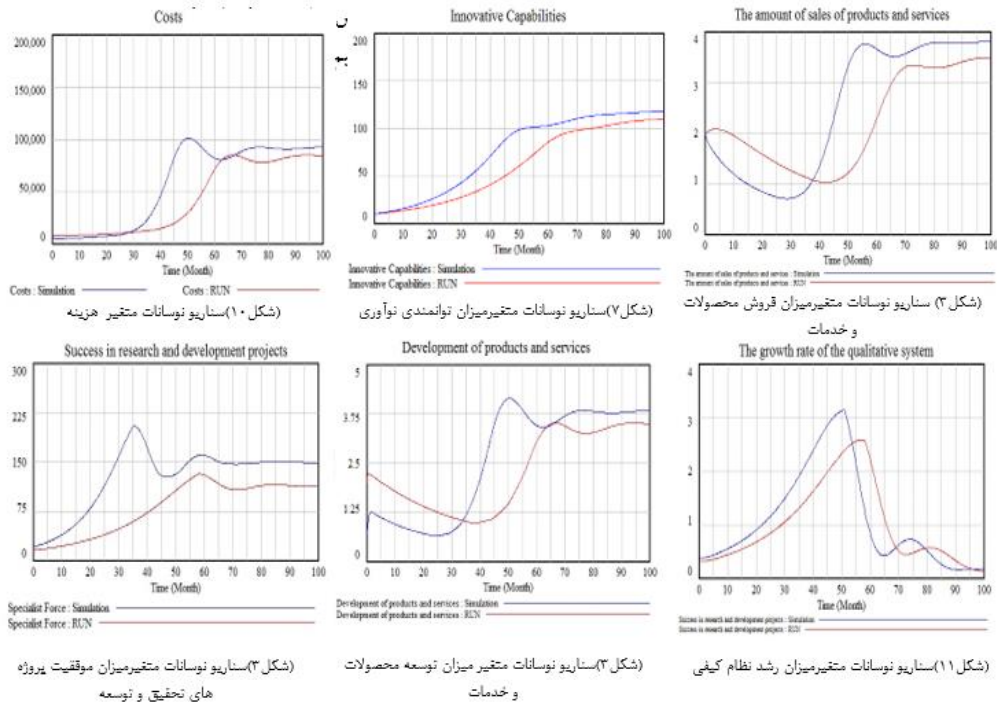
شکل ۴- اجرای مدل دینامیکی توانمندی های فناورانه در روند ارزش گذاری اقتصادی هزینه های تحقیق و توسعه در شرکت های دانش بنیان متقاضی ورود به بورس اوراق بهادار در نرم افزار ونسیم (منبع پژوهشگر)

پس از اجرای الگو اقدام به بررسی سناریوها با حول محور توانمندی های فناورانه شده است که در ادامه نتایج تفسیر شده است.



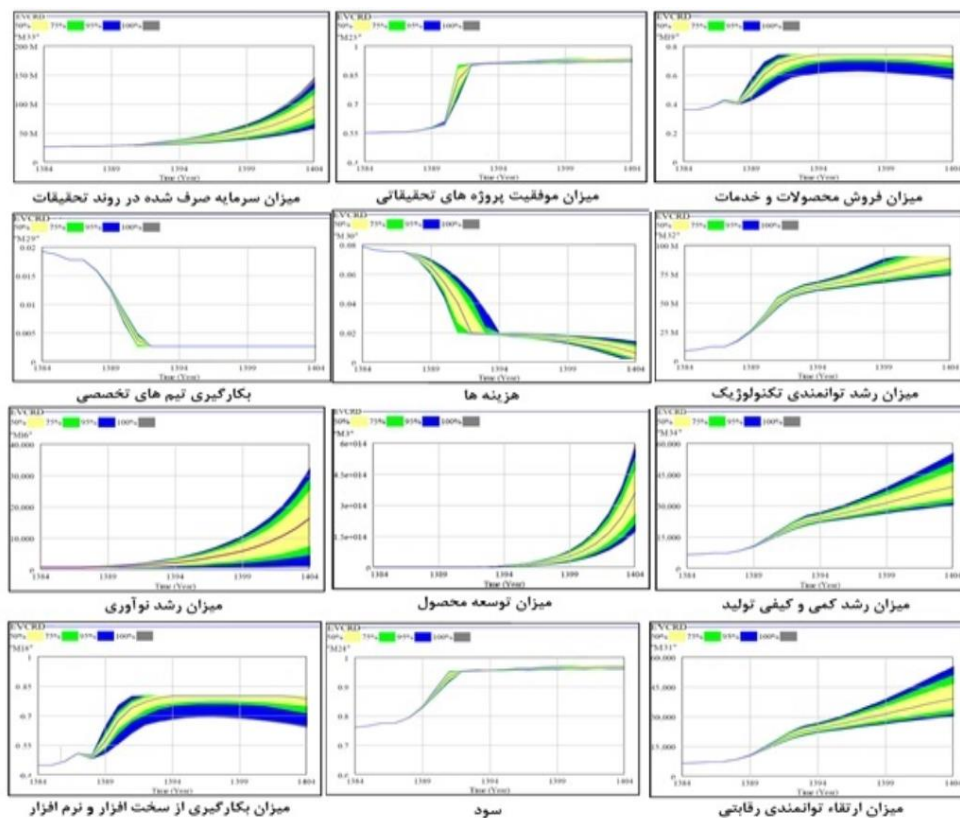
شکل ۵- اعمال نوسانات در متغیرهای ثابت در نمودار جریان و انباشت در خصوص توانمندی

## طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه .../سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی‌اشلقی



## تحلیل حساسیت مدل

هدف از تحلیل حساسیت ارزیابی تغییرات مقادیر متغیرهای ثابت بر جواب نهایی مدل است. در این تحقیق با توجه به متغیرهای پژوهش شبیه‌سازی انجام شده است. با توجه به مسئله و هدف تحقیق و بررسی ارتباط توانمندی‌های فناورانه با سایر متغیرهای ارزش اقتصادی هزینه‌های تحقیق و توسعه و خروجی سیستم در این الگوها متغیر کلیدی نوآوری، موفقیت پروژه‌های تحقیقاتی و ریسک به عنوان متغیر ورودی واثرگذار سیستم در نظر گرفته شده است. هدف، ارزیابی اثر تغییر مقدار این متغیر به میزان  $\pm 5\%$  داده‌های واقعی بر شاخص‌های مهم ارزیابی می‌باشد. بر این اساس با احتمال  $50\%$  درصد حداکثر و حداقل تغییرات در حول منطقه زرد رنگ  $75\%$  در منطقه سبز رنگ،  $95\%$  در منطقه آبی رنگ و نهایتاً  $100\%$  تغییرات در دامنه خاکستری رنگ اتفاق خواهد افتاد.



شکل ۱۲- تحلیل حساسیت متغیرهای پژوهش (منبع پژوهشگر)

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به بررسی سناریو روند تغییرات هزینه در نمودار تغییرات توانمندی های فناورانه در سناریو اول میتوان نتیجه گرفت که هرچه میزان هزینه صرف شده در روند تحقیقات و یا اعمال و پیاده سازی آنها در سیستم تولیدی افزایش داشته باشد باعث میشود که شیب نمودار سطح توانمندی های فناورانه روند روبه رشد داشته باشد [3] و هم چنین سریع تر به نقطه اوج خود برسد و از طرفی نیز میزان سطح و جایگاه توانمندی های فناورانه را نیز در سیستم تولید افزایش و بهبود بخشد. (شکل ۶) در سناریو دوم که اقدام به بررسی تغییرات روند توانمندی نوآوری بر روند توانمندی های فناورانه شده است که نشان میدهد هرچه میزان توانمندی نوآورانه در سیستم بالاتر روند سطح شیب نمودار توانمندی های فناورانه نیز بیشتر و روند صعودی تری به خود خواهد گرفت [7] و علت این است که افزایش روند نوآوری در سیستم تولید



### طراحی مدل اندازه‌گیری توانمندی‌های فناورانه ... / سینا لاله، نصرت‌اله شادنوش و عباس طلوعی اشلقی

و همچنین بررسی و استخراج روش‌ها، راه‌حل‌ها و روش‌های جدید در سیستم باعث می‌شود که سیستم تولید بتواند سطح توانمندی‌های فناورانه خود را افزایش و بهبود ببخشد و این روند به علت وجود رابطه مستقیم بین میزان رشد توانمندی نوآوری و توانمندی‌های فناورانه در سیستم تولیدی دارد (شکل ۷) در بررسی سناریو تغییرات میزان فروش محصولات و خدمات در روند تغییرات توانمندی‌های فناورانه نشان از میزان افزایش سطح توانمندی‌های فناورانه می‌یابد، چرا که هرچه میزان نرخ فروش محصولات و خدمات بیشتر شود این نشان از افزایش توانمندی رقابتی سیستم تولیدی است و این افزایش توانمندی رقابتی از بالا رفتن سطح توانمندی‌های فناورانه منشاء می‌گیرد و نشان از پیاده‌سازی درست نتایج تحقیقاتی در سیستم داشته که منجر به افزایش توانمندی‌های فناورانه و افزایش توانمندی رقابتی در سیستم شده است [5] و در نهایت باعث افزایش میزان سطح فروش محصولات و خدمات گردیده است، در واقع افزایش میزان فروش نمود افزایش توانمندی‌های فناورانه است. (شکل ۸) در سناریو میزان موفقیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه و تاثیر آن بر میزان توانمندی‌های فناورانه نشان می‌دهد که هرچه نمودار روند موفقیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه بیشتر باشد شیب رشد توانمندی‌های فناورانه را افزایش می‌دهد و این روند تا جایی ادامه خواهد داشت که بتواند تاثیر مثبت در بازه زمانی خاص بر سطح توانمندی‌های فناورانه داشته باشد [6] و پس از آن با توجه به ورود رقبای و موفقیت سایرین این میزان کاهش یافته و در ادامه با توجه به پیاده‌سازی روند تحقیقات در سیستم تولید و بکارگیری آن در بازار باعث می‌شود که میزان سطح توانمندی‌های فناورانه افزایش یابد و در نهایت با گذشت زمان و از بین رفتن تاثیرات فعالیت‌های تحقیقاتی در سیستم تولید و بازار شیب نمودار توانمندی‌های فناورانه کاهش و اگر در آینده فعالیت جدید پژوهشی انجام نشود ثابت می‌شود. (شکل ۹) در سناریو توسعه محصولات و نقش توانمندی‌های فناورانه میتوان به این نتیجه رشد که هرچه میزان توانمندی‌های فناورانه در سازمان افزایش یابد میزان توسعه محصولات و خدمات افزایش می‌یابد [8] و باعث افزایش شیب این نمودار می‌شود و حتی باعث بالا بردن نقطه اوج آن نیز می‌گردد (شکل ۱۰) در خصوص سناریو تاثیر میزان توانمندی‌های فناورانه بر افزایش رشد نظام کیفی تولید نیز باید اشاره داشت که هرچه میزان توانمندی‌های فناورانه رشد بالاتری داشته باشد میزان رشد نظام کیفی نیز افزایش می‌یابد و باعث توسعه و رشد آن میگردد و این روند تا جایی ادامه دارد که مدت زمان فعالیت‌های تحقیقاتی [9] و یا به عبارتی بلوغ فناوری به اوج خود میرسد از این نقطه به بعد سیستم شاهد کاهش این روند خواهد بود و علت کاهش مزیت رقابتی و عام و در دسترس قرار گرفته شدن فناوری توسط سایر رقبا می‌باشد (شکل ۱۰) با توجه به سناریوهای مختلف

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

بررسی شده میزان سطح و رشد توانمندی‌های فناورانه ملاک و سنجه مناسب برای ارزش‌گذاری اقتصادی هزینه فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌باشد چرا که این عامل تمامی ارکان را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

### فهرست منابع

(۱) خمسه عباس، شفقت سبکتکین، ارزیابی سطوح توانمندی فناورانه در صنایع فلزی با مدل نیاز فناورانه تحقیق موردی سازه‌های فلزی یاسان، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد سال هفتم شماره ۲۷، تابستان ۱۳۹۰.

2) Acemoglu, D., Akcigit, U., Alp, H., Bloom, N., & Kerr, W. (2018). Innovation, reallocation, and growth. *American Economic Review*, 108(11), 3450-91.

3) Boeltink, L. W., & Saka-Helmhout, A. (2017). The effects of R&D intensity and internationalization on the performance of non-high-tech SMEs. *International Small Business Journal*, 0266242617707566.

4) Cho, Y., Yoon, S. P., & Kim, K. S. (2016). An industrial technology roadmap for supporting public R&D planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 1-12.

5) De-la-Hoz, M. C., & Pombo, C. (2016). Institutional investor heterogeneity and firm R&D valuation: Evidence from Latin America. *Emerging Markets Review*, 26, 197-221.

6) Hoefele, A. (2016). Endogenous product differentiation and international R&D policy. *International Review of Economics & Finance*, 41, 335-346.

7) Jinfa, L., & Biting, L. (2017). Evaluation Method of R&D Investment Value of Intelligent Manufacturing Enterprise Based on Growth Option. *Procedia Engineering*, 174, 301-307.

8) Khota, I., & Pretorius, L. (2017). R&D Portfolio Management: The Intellectual Property Scorecard. In *Managing Technological Innovation: Tools and Methods* (pp. 129-156).

9) Kim, K. S., Lee, J. H., & Park, S. Y. (2017). The Information Effect of Discretionary R&D Investment on Accounting-based Valuation and Long Term Stock Returns: Signaling vs Managerial Over-optimism. 42(2), 215-254.

10) Lewandowska, A., & Stopa, M. (2017). SMEs Innovativeness and Institutional Support System: The Local Experiences in Qualitative Perspective (No. 60/2017).

11) Morgan, P., Brown, D. G., Lennard, S., Anderton, M. J., Barrett, J. C., Eriksson, U., ... & Matcham, J. (2018). Impact of a five-dimensional framework on R&D productivity at AstraZeneca. *Nature Reviews Drug Discovery*, 17(3), 167.

12) Sharma, S. K., & Chanda, U. (2017). Developing a Bayesian belief network model for prediction of R&D project success. *Journal of Management Analytics*, 1-24.

- 13) Van Zee, R. D., & Spinler, S. (2014). Real option valuation of public sector R&D investments with a down-and-out barrier option. *Technovation*, 34(8), 477-484.
- 14) Wang T, Guo S, Liu Y. (2013). "Pareto process optimization of product development project using bi-objective hybrid genetic algorithm". *Advances in Engineering Software* 65:12-22
- 15) Yu, H. (2017). Mechanism Design in Scientific Research Collaboration between Library Consortium and R&D Institutions. *Procedia Engineering*, 174, 756-759.

یادداشت ها :

---

1 The Global Innovation Index