

مقاله اصلی

# ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در حوزه تحقیق و توسعه بر اساس تکنیک FMEA با توجه بحران اقتصادی کووید-۱۹

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۰۲ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۲۵

## خلاصه

**مقدمه:** مطالعات در دوران بحران اقتصادی کووید-۱۹ در ارتباط با ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در حوزه تحقیق و توسعه می تواند براساس تکنیک های مختلفی در شرایط زمان و مکان متفاوت صورت بگیرد در همین راستا هدف از این پژوهش ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در حوزه تحقیق و توسعه بر اساس تکنیک FMEA با توجه بحران اقتصادی کووید-۱۹ بود.

**روش کار:** جامعه آماری این پژوهش، ۲۱ نفر از خبرگان صنعت خودروسازی بودند. جهت تدوین پیشینه از شیوه اطلاعات کتابخانه ای و برای ارزیابی سوالات پژوهش از پرسشنامه استفاده گردیده است که روایی آن با استفاده از نسبت روایی محتوای مورد تایید قرار گرفت. در این تحقیق که به شناسایی و اولویت بندی حوزه های جذاب صنعت خودرو میپردازد از روش FMEA استفاده می شود.

**نتایج:** نتایج پژوهش نشان داد که با بررسی مطالعات پیشین و مصاحبه با خبرگان، ریسک های مربوط به حوزه سرمایه گذاری در این حوزه در چهار بخش ایده یابی و طراحی ایده، مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی، مراحل طراحی و توسعه، آزمون و تایید مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار طبقه بندی شدند. **نتیجه گیری** به نظر می رسد در حوزه تحقیق و توسعه، ریسک های مربوط به مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی نسبت به ریسک های مربوط به سایر مراحل از اولویت بیشتری برخوردار بودند.

**کلمات کلیدی:** تحقیق و توسعه، حوزه های جذاب سرمایه گذاری، ریسک، بحران اقتصادی، کووید-۱۹

محمد شمشیری<sup>۱</sup>

امیر بیات ترک\*<sup>۲</sup>

طهمورث سهرابی<sup>۳</sup>

نازنین پیله وری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

<sup>۳</sup> گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۴</sup> گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email: ami.bayat\_tork@iauctb.ac.ir

## مقدمه

بشریت با تهدید جدیدی برای توسعه و بقای خود مواجه است. ظهور ویروس های که می تواند به سرعت گسترش یابد و باعث ایجاد اپیدمی های بسیار خطرناک شود که نه تنها سلامت مردم را تضعیف می کند، و با نرخ نسبتاً بالایی از مرگ و میر برخوردار است، بلکه همچنین وضعیت روانی-عاطفی افراد را تضعیف می کند. علاوه بر این، کووید-۱۹ اولین تهدید نیست، اما پیامدهای آن، از جمله برای امور مالی و اقتصادی، احتمالاً خطرناک ترین هستند (۱). علاوه بر این، اقتصاد آسیب بسیار قابل توجهی را تجربه می کند و به دلیل محدود شدن برخی فعالیت ها، تغییراتی در ساختار نیروی کار به وجود می آید و نمی توان برای آن کنترلی ایجاد کرد (۲، ۳)، که در نهایت باعث کاهش رشد اقتصادی (۴) و بحران اقتصادی بیشتر می شود. بخش مالی نیز در حال بی ثباتی است. نمایندگان سرمایه خود را خارج می کنند و بازارهای مالی را پایین می آورند. در چنین دورانی، علاقه شدید به چگونگی توسعه بحران و آنچه می تواند اقتصاد را به سمت آن سوق دهد وجود داشت. در حالی که رویدادهای بحران به تازگی در حال آشکار شدن هستند، نمی توان ارزیابی کرد که به چه چیزی منجر می شود، چه آسیبی رخ خواهد داد.

در عین حال، ارزیابی تهدیدها و خطرات احتمالی مرتبط با حمله ویروس به اقتصاد مرتبط است. این اولین بار است که جامعه بشری با چنین حمله ویروسی در مقیاس وسیع روبرو می شود. این احتمال وجود دارد که چنین حملاتی تکرار شود و به عنوان نوعی فورس ماژور برای ایجاد یک بحران مالی و اقتصادی عمل کند (۵). بحران در دو جهت آشکار می شود. اقتصاد کلان به طور کلی و فعالیت های مربوط به انتشار ویروس و مقابله پزشکی با این شیوع است، به عنوان مثال قرنطینه (بستن تئاترها، کنسرت ها، موسسات آموزشی، گردشگری، محدودیت های ترافیکی و غیره). روش های بهینه سازی را می توان برای انتخاب راه حل های لازم و همچنین مدل های شبکه استفاده کرد (۶)، که در چنین شرایطی به بدتر شدن سلامت کمک می کند. بنابراین، تحقیقات به وجود یک بحران اطلاعاتی جهانی را که مقدم بر بحران

اقتصادی است و همراه با آن است اشاره دارند (۷). با تمام توضیحاتی که در این راستا ذکر شد لزوم سرمایه گذاری و تحقیق یکی از عوامل رفع چالش ها و بحران ها می باشد (۸) که می توان استراتژی های زیادی در ارتباط با بحران های مانند کووید-۱۹ به کار برد (۹، ۱۰). نمونه ای از این استراتژی های متمایز تصمیمات سرمایه گذاری در حوزه تحقیق و توسعه اشاره نمود. لازم به ذکر است که سرمایه گذاری روند بسیج منابع به منظور انجام فعالیتی مشخص با هدف کسب بازگشت از آینده است (۱۱). به گفته چاندر (۱۲) تصمیمات سرمایه گذاری شامل تصمیمات سازمان برای سرمایه گذاری کارآمدتر دارایی های فعلی در دارایی های بلند مدتی است که انتظار می رود چندین سال کسب مزایا را به همراه داشته باشد. از آنجا که این تصمیم های سرمایه گذاری، تصمیمات مشکلی بوده، نقش مهمی بر رشد سازمان دارند و همچنین شامل تعهد به حجم زیادی از سرمایه شرکت می باشند، توجه به آن از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۳). به بیانی دیگر، در محیط کسب و کار مدرن که رقابتی تر است، بقای سازمان های کوچک و بزرگ به تصمیمات استراتژیکی بستگی دارد که توسط مدیریت اتخاذ می گردد (۱۴).

تصمیمات سرمایه گذاری بخشی مهم از تصمیم گیری استراتژیک در هر سازمانی است، زیرا پروژه های سرمایه گذاری اساساً بر نتایج اقتصادی آینده تأثیر می گذارد و به طور چشمگیری به رشد یک شرکت کمک می کند. لازم به ذکر است که کیفیت تصمیمات سرمایه گذاری تحت تاثیر عوامل زیادی است، ما مهم ترین آنها انتخاب پروژه سرمایه گذاری می باشد (۱۵).

به طور کلی در سال های اخیر و در حوزه بین المللی، سرمایه گذاری در حوزه های جذاب صنعت خودروسازی اهمیت زیادی یافته است. یکی از این حوزه های جذاب، حوزه تحقیق و توسعه است که در سال های اخیر توجه ویژه ای به سرمایه گذاری در این حوزه اختصاص یافته است. در همین راستا، نیکولاو و همکاران (۱۶) در پژوهشی به منظور بررسی عوامل موثر بر سرمایه گذاری شرکت های خودروسازی در پروژه های تحقیق و

توسعه، در مرحله اول، فعالیت سرمایه گذاری بزرگترین شرکت های اتومبیل سازی ژاپن و آلمان را مورد مقایسه قرار دادند و سپس همبستگی بین گروهی از عوامل و سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. طبق نتایج این تحقیق، فولکس واگن بیشترین میزان سرمایه گذاری در فعالیت های تحقیق و توسعه را در میان شرکت های تحقیقاتی (۱۳۶۱۲ میلیون یورو در سال ۲۰۱۵) نشان داد. پس از آن تویوتا با ۷۰۱۷/۸۴ میلیون یورو سرمایه گذاری در سال ۲۰۱۵، در رتبه دوم قرار داشت.

به گفته این محققان، رشد هزینه های تحقیق و توسعه گروه فولکس واگن را می توان با گسترش فزاینده شرکت پس از سال ۲۰۱۰ توضیح داد. به عنوان مثال، در پایان سال ۲۰۱۰، مدیران این شرکت، ۶ میلیارد یورو بر کارخانه های تولیدی چینی همچون فوشان، جنوب چین، بیژن و چین شرقی سرمایه گذاری کردند. که به لطف آن؛ موفق به انتشار سهام با بهره ۴,۱ میلیارد یورو شدند و ۹۰/۱ درصد از سهام اتالدیزان جاگیارو (شرکت توسعه و تحقیق) را به دست آورند. این امر در شکل گیری تصویری مدرن از فولکس واگن و مدل های آئودی نقشی کلیدی ایفا کرد. همچنین توافق با شرکای محلی برای انجام مونتاژ در مالزی نشان دهنده گسترش بیشتر فعالیت فولکس واگن در منطقه آسیا می باشد. این محققان به منظور مقایسه بهتر فعالیت های سرمایه گذاری شرکت های اتومبیل سازی در فعالیت های تحقیق و توسعه، از نسبت نسبی سهم هزینه های تحقیق و توسعه در درآمد استفاده کردند و نتایج حاکی از این بود که بالاترین مقدار نسبی سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه متعلق به تویوتا (۸,۷٪) و گروه دایملر (۸/۶٪) است که بر اساس سیاست فعال تر هزینه های تحقیق و توسعه و ویژگی ساختار مدیریت شرکت ها، قابل توضیح است.

همچنین نتایج نشان دادند که در هر دو اقتصاد ژاپن و آلمان رشد مخارج تحقیق و توسعه با رشد دستمزد شهروندان ارتباط معناداری دارد. در میان شرکت های آلمانی، شاخص های سهم بازار خارجی و سهم بازار داخلی بیشترین نقش را

در نوسانات مخارج تحقیق و توسعه داشتند و از عوامل مهم و مثبت سرمایه گذاری در پروژه های تحقیق و توسعه بودند. در ژاپن نیز، رشد درآمد افراد ثروتمند، رابطه مثبت و معناداری با سرمایه گذاری در پروژه های تحقیق و توسعه داشت. به این معنا که میزان سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه، به طور قابل توجهی همراه با رشد درآمد افراد ثروتمند افزایش می یابد. لازم به ذکر است که شاخص های بازده کل دارایی ها و درآمد فروش در نوسانات متغیر وابسته، تاثیری منفی داشتند. رابطه منفی شاخص های بازده کل دارایی ها و درآمد فروش در نوسانات متغیر وابسته، با این واقعیت توضیح داده شد که کاهش این شاخص ها، مدیران را ترغیب به انجام اقدامات رقابتی فعال تر می سازد (۱۶). مطالعات مختلفی به بررسی تصمیمات سرمایه گذاری در بخش تحقیق و توسعه پرداخته است که هر کدام با توجه به شرایط زمان و مکان مورد نظر دارای نتایج متفاوتی بوده اند (۱۷-۱۹).

می توان گفت که بحران های اقتصادی با ورود کرونا آغاز شد و هم باعث کاهش روند سرمایه گذاری در اکثر حوزه ها شد و هم نرخ های رشد اقتصادی را تغییر داد. همراستا با بازارهای جهانی، شرکت های خودروسازی داخلی نیز جهت جلب رضایت و برآوردن خواسته های مشتری، نیازمند به سرمایه گذاری در حوزه های مختلف می باشند، این در حالیست که علیرغم مشهود بودن اهمیت سرمایه گذاری در حوزه های مختلف مانند خودروسازی، اما با اینحال هیچ پژوهشی در زمینه شناسایی و اولویت بندی حوزه های جذاب سرمایه گذاری در صنعت خودروی داخلی با توجه به بحران اقتصادی کوید-۱۹ صورت نگرفته است. به همین دلیل در این پژوهش به اولویت بندی این حوزه ها در صنعت خودروسازی پرداخته و پس از تعیین مهم ترین حوزه، به ارزیابی ریسک های حوزه جذاب مربوطه به روش FMEA می پردازیم. به عبارتی سوال اصلی این است که اولویت بندی حوزه های جذاب شرکت های خودروسازی با توجه به بحران کوید ۱۹

چيست و مهم ترين ريسك هاى مربوط به اين حوزه کدام است؟

### روش کار

این تحقیق بر اساس هدف از نوع کاربردی و از نظر شیوه گردآوری اطلاعات، تحقیقی توصیفی - همبستگی است. کاربردی به این جهت که دانش جدیدی را که کاربرد مشخصی درباره فرآورده یا فرآیندی که واقعیت دارد، دنبال می کند. توصیفی از آن جهت که آنچه را که هست توصیف و تفسیر می کند و به شرایط یا روابط موجود، عقاید متداول، فرآیندهای جاری، آثار مشهود یا روندهای در حال گسترش توجه دارد. همبستگی هم به آن جهت که رابطه بین متغیرها را بر اساس هدف تحقیق تحلیل می کند چرا که رابطه همبستگی زمانی وجود دارد که تغییرات یک متغیر با تغییرات متغیر دیگر همراه باشد. همچنین از آنجا که پژوهشگر در شرایط واقعی در یک سازمان (شرکت خودروسازی زامیاد) حضور دارد، این پژوهش در زمره مطالعات میدانی قرار گرفته است.

جامعه آماری این پژوهش، ۲۱ نفر از کارشناسان و خبرگان صنعت خودروسازی بودند که با توجه به محدود بودن تعداد خبرگان کاملاً مطلع به حوزه های جذاب سرمایه گذاری جامعه آماری، روش نمونه گیری تمام شماری و در دسترس بود.

جهت تدوین پیشینه از شیوه اطلاعات کتابخانه ای و برای ارزیابی سوالات پژوهش از پرسشنامه استفاده گردیده است که روایی آن با استفاده از نسبت روایی محتوای مورد تأیید قرار گرفت. همچنین جهت سنجش پایایی، در بعد اول این تحقیق که به شناسایی و اولویت بندی حوزه های جذاب سرمایه گذاری صنعت خودرو میپردازد، برای تعیین پایایی پرسش نامه با توجه به سوالات مقایسه زوجی در پرسشنامه، از نرخ سازگاری استفاده شده است. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر اینصورت مقایسه ها باید تجدید نظر شود.

همچنین در بعد دوم این تحقیق که به ارزیابی ریسک حوزه تحقیق و توسعه در صنعت خودروسازی می پردازد برای تعیین پایایی پرسش نامه، از ضریب آلفای کرونباخ مورد آزمون قرار گرفت و آلفای کرونباخ پرسشنامه، برابر با ۰/۷۶ بود که حاکی از پایایی مناسب ابزار پژوهش بود.

در حالت فازی نیز ابتدا باید اعداد فازی را به عدد قطعی تبدیل نمود سپس قدم های زیر برای محاسبه نرخ ناسازگاری به کار گرفته می شود:

**گام ۱.** محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب کنید بردار جدیدی را که به این طریق بدست آید، بردار مجموع وزنی می نامند.

**گام ۲.** محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم می شود. بردار حاصل بردار سازگاری نامیده می شود.

**گام ۳.** بدست آوردن  $\lambda_{max}$  میانگین عناصر برداری سازگاری  $\lambda_{max}$  را به دست می دهد.

**گام ۴.** محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری بصورت زیر تعریف می شود.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

N عبارتست از تعداد گزینه های موجود در مساله

**گام ۵.** محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی بدست می آید.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می کند.

شاخص تصادفی از جدول زیر استخراج می شود.

<sup>3</sup> - Random Index = RI

<sup>1</sup> - Weighted sum Vector = WSV

<sup>2</sup> - Consistency Index = CI

## جدول ۱. شاخص سازگاری تصادفی (RI)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
RI	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

## نتایج

تکنیک FMEA: روش FMEA بیشتر زمانی استفاده میشود که قصد آن باشد که محصول، خدمت، فرایند، روش و یا اقدام جدیدی در راستای هدف مورد نظر سازمان طراحی شود و یا صورت گیرد که خطا و میزان ریسک آن به درستی مشخص نشده باشد. در این تحقیق به این علت از روش FMEA استفاده شده است که سیستم تحقیق و توسعه تا بحال به معنای واقعی و یا طبق استانداردهای بین المللی در صنعت خودرو سازی داخل کشور استفاده نشده است و سرمایه گذاری در این حوزه برای صنعت خودرو سازی با توجه به شرایط متفاوت کشور نسبت به سایر کشورها، شامل ریسک هایی می باشد که میبایست آنها شناسایی و

اولویت بندی شوند. این روش برای جلوگیری از شکست (قبل از وقوع) انجام می شود به طور کلی، FMEA دارای سه مرحله اساسی به شرح زیر می باشد:

گام اول: تعیین سختی حالت خطا (شدت): در این گام سختی هر کدام از حالت های خطا با کمک کارشناسان با تجربه به صورت جدول رتبه بندی شده، ارزیابی می گردد. درجه سختی از ۱-۱۰ با سختی هیچ یا بدون سختی تا خطرناک-بدون هشدار برای حالت های خطا در کاربرگ ثبت می شود. لازم به ذکر است که چون هر کاربرگ جداگانه به کارشناسان داده شده است، درجه سختی برای هر کدام از حالت های خطا، میانگین پاسخ کارشناسان به آن خطا می باشد.

## جدول ۲. جدول رتبه دهی برای ارزیابی شدت در FMEA

رتبه	شدت یا سختی اثر	شرح
۱۰	خطرناک - بدون هشدار	شدت اثر رخداد و شکست خیلی بالا و بدون هشدار .
۹	خطرناک - با هشدار	شدت اثر رخداد و شکست خیلی بالا و با هشدار قبلی
۸	خیلی زیاد	شدت اثر رخداد و شکست خیلی زیاد است و وظیفه و عمل اصلی انجام نمی شود .
۷	زیاد	شدت اثر رخداد و شکست زیاد است و وظیفه و عمل اصلی بسیار بد انجام می شود.
۶	متوسط	شدت اثر رخداد در حد متوسط است و وظیفه و عمل اصلی انجام می شود اما راضی کننده نیست.
۵	کم	شدت اثر رخداد و شکست کم است
۴	خیلی کم	شدت اثر رخداد و شکست خیلی کم است
۳	اثرات جزئی	شدت اثر رخداد و شکست جزئی است
۲	خیلی جزئی	شدت اثر رخداد و شکست بسیار جزئی است
۱	بدون سختی و شدت	بدون اثر و شکست

کمترین احتمال و عدد وقوع ۱۰ بیانگر بیشترین احتمال وقوع است و در انتها در کاربرگ ثبت می گردد.

گام دوم: تعیین احتمال پذیری رخداد (احتمال وقوع): در این مرحله، احتمال وقوع رخداد هر کدام از حالت های خطا تعیین شده از ۱-۱۰ مشخص می شود به طوری که عدد ۱ بیانگر

## جدول ۳. جدول رتبه دهی برای ارزیابی وقوع در FMEA

رتبه	احتمال وقوع رخداد	نرخ های احتمالی وقوع رخداد	درصد احتمالی وقوع رخداد
۱۰	بسیار زیاد - خطر تقریباً اجتناب ناپذیر است	۱ در ۲ یا بیش از آن	احتمال وقوع رخداد ۵۰٪ یا بیشتر از آن است.
۹	زیاد خطر های تکراری	۱ در ۳	احتمال وقوع رخداد ۳۳٪ تا ۵۰٪ است.
۸	متوسط - خطر های مورد	۱ در ۸	احتمال وقوع رخداد ۱۲٪ تا ۳۳٪ است.
۷	کم : خطر های نسبتاً نادر	۱ در ۲۰	احتمال وقوع رخداد ۵٪ تا ۱۲٪ است.
۶	بعید: خطر نا محتمل است	۱ در ۸۰	احتمال وقوع رخداد ۰/۱۲۵ تا ۵٪ است.
۵		۱ در ۴۰۰	احتمال وقوع رخداد ۰/۰۲۵ تا ۰/۱۲۵ است.
۴		۱ در ۲۰۰۰	احتمال وقوع رخداد کمتر از ۰/۰۰۵ است
۳		۱ در ۱۵۰۰۰	احتمال وقوع رخداد کمتر از ۰/۰۰۰۶ است
۲		۱ در ۱۵۰۰۰۰	احتمال وقوع رخداد کمتر از ۰/۰۰۰۰۰۶ است
۱		کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰	احتمال وقوع رخداد کمتر از ۰/۰۰۰۰۰۰۰۶ است

گام سوم: تعیین موثر بودن کنترل موجود

تشخیص ۱ بیانگر قویترین کنترل است و سپس در کاربرگ ثبت می گردد. لازم به ذکر است چون هر کاربرگ جداگانه به کارشناسان داده خواهد شد، اثرپذیری کنترل برای هر کدام از حالت های خطا، میانگین پاسخ کارشناسان به آن خطا می باشد.

در این مرحله پس از مشاوره با کارشناسان با تجربه، احتمال اثرپذیری کنترل موجود مطابق جدول رتبه بندی ارزیابی می کنند. میزان تشخیص در جدول مخصوصی از ۱ تا ۱۰ مشخص می شوند به طوری که عدد تشخیص ۱۰ بیانگر ضعیفترین کنترل و عدد

## جدول ۴. جدول رتبه دهی برای ارزیابی تشخیص (کشف) در FMEA

رتبه	قابلیت کشف	معیار: احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۷	خیلی کم	احتمالی خیلی کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد
۱	تقریباً حتمی	تقریباً بطور حتم با کنترلهای موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.

همه ریسک ها محاسبه خواهد شد. سپس ریسک های شناسایی شده بر اساس شاخص اولویت بندی RPN محاسبه می گردند.

شناسایی مراحل تحقیق و توسعه: در این بخش، مراحل مختلف مربوط به فرایند تحقیق و توسعه شناسایی خواهند شد که چهار حوزه ایده یابی و طراحی ایده، مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی،

در نهایت در این تکنیک، عدد اولویت ریسک (RPN) برای هر کدام از حالت های خطا محاسبه می گردد. عدد اولویت ریسک حاصل ضرب رتبه سختی، رتبه رخداد و رتبه کشف پذیری (تشخیص) می باشد که در کاربرگ ثبت می شود. به منظور تعیین سطح ریسک و تجزیه و تحلیل داده ها ابتدا میانگین و انحراف معیار

خطا ۱	مرحله ایده یابی و طراحی ایده
خطا ۸	مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی
ریسک ۱۴	مراحل طراحی و توسعه، آزمون و تایید
خطا ۱۵	مرحله تولید انبوه

تعیین احتمال وقوع شکست (Occurrence): در این مرحله به علت عدم دسترسی به داده های تاریخی، از دانش و تجربه کارشناسان صنعت خودرو استفاده شده و با توجه به جدول رتبه بندی، احتمال رخداد هر کدام از حالت های خطا تعیین شده و در انتها در کاربرگ ثبت می گردد. لازم به ذکر است چون هر کاربرگ جداگانه به کارشناسان داده شده است، احتمال رخداد برای هر کدام از حالت های خطا، میانگین پاسخ کارشناسان با آن خطا می باشد. حالت های خطا با بالاترین احتمال پذیری در جدول ۱۹ نشان داده شده است.

مرحله طراحی، توسعه، آزمون و تایید و مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار شناسایی شدند.

شناسایی حالت های ریسک و خطا: پیش از شروع و اجرای تکنیک باید تیمی از متخصصان تشکیل گردد. افراد مشارکت کننده در این تیم، ۲۱ نفر از خبرگان مربوط به صنعت خودروسازی بودند که کاربرگ مورد نظر محقق بین آنها توزیع گردید و مهم ترین ریسک های مربوط به حوزه تحقیق و توسعه در این صنعت مورد بررسی قرار گرفت. بررسی ادبیات تحقیق و پیشینه تحقیق در این حوزه نیز به شناسایی حالت های خطا موجود در حوزه تحقیق و توسعه کمک شایانی کرده است. در مجموع ۳۸ خطا شناسایی شد و تعداد خطاهای بالقوه هر بخش به صورت ذیل است:

<b>جدول ۵. شناسایی حالت های ریسک و خطا</b>
تعداد ریسک و خطا
طبقه

### جدول ۶. تعیین احتمال وقوع شکست

احتمال پذیری رخداد	دشواری تامین مالی (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار)
۸/۷۶	تعریف نامناسب استراتژی بازاریابی (مراحل طراحی و توسعه، آزمون و تایید)
۸/۴۷	دشواری در برنامه ریزی زمان اجرای پروژه (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۸/۱۴	عملکرد ضعیف منابع انسانی (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار)
۸/۰۹۵	دشواری خرید و تدارکات مربوط به پیمانکاران (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار)
۷/۸۰	تغییر اولویت های سازمان (مراحل طراحی و توسعه، آزمون و تایید)
۷/۷۶	نقص یا دشواری در مطالعات بازار (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۷/۵۷	عدم ایجاد ذهنیت مثبت از شرکت یا محصول بر روش مشتری (برندینگ) (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار)
۷/۴۲	عملکرد ضعیف منابع انسانی (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۷/۱۹	دشواری تامین مالی (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار)

به ذکر است که چون هر کاربرگ جداگانه به کارشناسان داده شده است، درجه سختی برای هر کدام از حالت های خطا، میانگین پاسخ کارشناسان به آن خطا می باشد. در این بخش حالت های خطا با بالاترین درجه سختی در جدول ۷ ارائه شده است.

تعیین سختی حالت ریسک (Severity): در این گام سختی هر کدام از ریسک های مربوط به حوزه تحقیق و توسعه با کمک کارشناسان با تجربه صنعت خودرو به صورت جدول رتبه بندی شده، ارزیابی می گردد. درجه سختی از ۱-۱۰ با سختی معمولی تا حساس برای حالت های خطا در کاربرگ ثبت می شود. لازم

### جدول ۷. درجه سختی

سختی حالت ریسک	حالت بالقوه خطا
۹/۰۹	تعریف نامناسب استراتژی بازاریابی (مرحله طراحی، توسعه، آزمون و تایید)

۸/۵۲	دشواری تامین مالی (تولید انبوه و معرفی به بازار)
۸/۱۹	دشواری در مدیریت تیم (ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۷/۴۲	عملکرد ضعیف منابع انسانی (تولید انبوه و معرفی به بازار)
۷/۳۳	عدم ایجاد ذهنیت مثبت از شرکت یا محصول بر روش مشتری (برندینگ) (تولید انبوه و معرفی به بازار)
۷/۲۸	دشواری در برنامه ریزی زمان اجرای پروژه (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)

تعیین نرخ احتمال کشف (*Detection*): منظور از احتمال کشف، نوعی ارزیابی از میزان توانایی سیستم جهت شناسایی یک وقوع خطر است. در این امتیازدهی، اعضای تیم، کنترل های موجود جهت ریسک های تحقیق و توسعه را بازبینی نمودند و در صورت نبود کنترل های جاری، احتمال کشف خطر را بسیار کم تلقی می کردند و در نتیجه درجه کشف را بسیار بالا و در حد ۹ یا ۱۰ محاسبه نمودند. حالت های خطا با بالاترین درجه کشف در جدول ۲۱ نشان داده شده است.

### جدول ۸. تعیین نرخ احتمال کشف

احتمال پذیری رخداد	حالت بالقوه خطا
۸/۵۷	تعریف نامناسب استراتژی بازاریابی (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۸/۳۳	عملکرد ضعیف منابع انسانی (تولید انبوه و معرفی به بازار)
۸/۰۴	عملکرد ضعیف منابع انسانی (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۸/۰۹	دشواری در برنامه ریزی زمان اجرای پروژه (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی)
۷/۹۵	دشواری تامین مالی (تولید انبوه و معرفی به بازار)
۷/۷۶	- دشواری در تامین تجهیزات و قطعات (تولید انبوه و معرفی به بازار)
۷/۵۷	تغییر در طراحی فنی، برنامه ها و طرح های بازاریابی و معرفی محصول (مرحله طراحی، توسعه، آزمون و تایید)
۷/۴۷	عدم ایجاد ذهنیت مثبت از شرکت یا محصول بر روش مشتری (برندینگ) (تولید انبوه و معرفی به بازار)

محاسبه عدد اولویت ریسک: در این گام عدد اولویت ریسک (RPN) برای هر کدام از حالت های خطا محاسبه می گردد. عدد اولویت ریسک حاصل ضرب رتبه سختی، رتبه رخداد و رتبه کشف پذیری (تشخیص) می باشد که در کار برگ ثبت می شود. به منظور تعیین سطح ریسک و تجزیه و تحلیل داده ها ابتدا میانگین و انحراف معیار ۳۸ ریسک محاسبه گردید. سپس

### جدول ۹. میانگین و انحراف معیار RPN

انحراف معیار	میانگین	شرح
۴۴/۴۴	۲۲۹/۶۲۶	RPN
	$229/44 + 626/44 = 274/066$	حد بالای RPN $274/066 <$

بر این اساس، تمامی ریسک هایی که عدد اولویت آن ها کمتر از حد پایین ریسک (۱۸۵/۱۸۶) به دست آمد، دارای شرایط طبیعی، ریسک هایی که عدد اولویت آن بیشتر از حد بالای ریسک (۲۷۴/۰۶۶) بود، غیرطبیعی و ریسک هایی که عدد اولویت



۳) در حوزه ریسک های مربوط به مراحل طراحی و توسعه، آزمون و تایید، ۱ ریسک در محدوده حد بالا، ۱ ریسک در محدوده ریسک متوسط و ۱۲ ریسک در محدوده ریسک پایین قرار گرفتند.

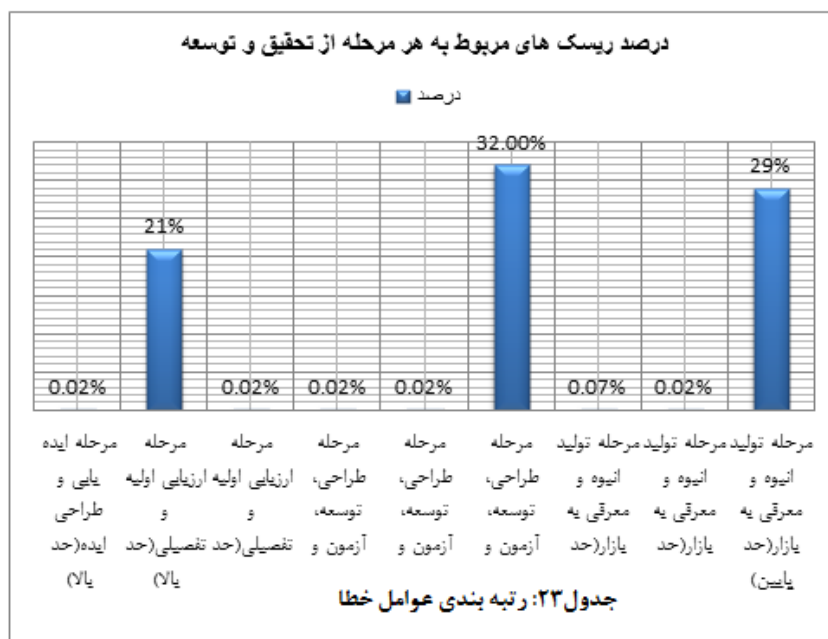
۴) در حوزه ریسک های تولید انبوه و معرفی به بازار، ۳ ریسک در محدوده حد بالا و ۱ ریسک در محدوده ریسک متوسط و ۱۱ ریسک در محدوده ریسک پایین قرار گرفتند. نمودار ۸: نمایی از نوع ریسک های به دست آمده را نشان می دهد.

آنان بین حد بالا و پایین ریسک (۱۸۵/۱۸۶ الی ۲۷۴/۰۶۶) قرار گرفت، دارای شرایط غیرطبیعی و در حد متوسط هستند. جدول ۲۳ رتبه بندی عوامل خطا را نشان می دهد.

بر اساس نتایج جدول فوق، ریسک های به دست آمده به شرح زیر می باشد:

۱) یک ریسک مطرح شده در مرحله ایده یابی و طرحی ایده در محدوده حد بالا قرار گرفت.

۲) در حوزه ریسک های ارزیابی اولیه و تفصیلی، ۸ ریسک در محدوده حد بالا و ۱ ریسک در محدوده ریسک متوسط قرار گرفتند.



ایده یابی و طراحی ایده، مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی، مراحل طراحی و توسعه، آزمون و تایید مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار طبقه بندی شدند. البته، یک مقاله نمی تواند همه موضوعات پدیده پیچیده ای مانند تأثیر حمله و ویروس بر اقتصاد و ایجاد بحران اقتصادی را پوشش دهد. این پدیده جدیدی است که هرگز در مقیاس جهانی اتفاق نیفتاده است و واکنش اقتصاد با توجه به همزمانی انتشار و ویروس در بین بازیگران پیشرو اقتصادی، یکی از عوامل مهم است. علاوه بر این، هویت و همزمانی انواع فعالیت ها

## بحث و نتیجه گیری

هدف از این پژوهش ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در حوزه تحقیق و توسعه بر اساس تکنیک FMEA با توجه بحران اقتصادی کووید ۱۹ بود. در این پژوهش برای نخستین بار تحلیل ریسک سرمایه گذاری در یکی از حوزه های جذاب صنعت خودرو (تحقیق و توسعه) بر اساس متد FMEA مورد بررسی قرار گرفت و با بررسی مطالعات پیشین و مصاحبه با خبرگان، ریسک های مربوط به حوزه سرمایه گذاری در این حوزه در چهار بخش

در زمان بحران، ویژگی است که قبلاً با آن مواجه نشده بود. این نمونه ای از بحران های گذشته نبود. در این راستا، تحلیل نمی تواند ادعای کامل بودن داشته باشد، با این حال، نکات مهمی را از نظر نویسنده نشان می دهد که از یک سو، در شرایط تصمیم گیری های آشفته، کار موجه روشمند بر روی شکل گیری سیاست اقتصادی را امکان پذیر می کند. مقابله با بحران از سوی دیگر، به ما اجازه می دهد حداقل به طور تقریبی، زبان های احتمالی تولید ناخالص داخلی را برای کشورهای مورد بررسی به دلیل تغییرات در پویایی سرمایه گذاری تخمین بزنیم. البته در اینجا ماهیت چند عاملی بحران و تعاملات پیچیده در اقتصاد جهانی در خلال آشکار شدن آن در نظر گرفته نشد (۲۰). با استفاده از شاخص RPN تکنیک FMEA، اولویت ریسک های شناسایی شده در سرمایه گذاری در بخش تحقیق و توسعه مورد بررسی قرار گرفت که اقدامات کنترلی جهت کاهش ریسک های مربوط به سرمایه گذاری در این حوزه ها به شرح زیر ارائه می گردد:

تعریف نامناسب استراتژی های بازاریابی (مراحل طراحی، توسعه، آزمون و تایید): تعیین میزان جمعیت گروه هدف، سازمان را در انتخاب نوع استراتژی بازاریابی مناسب برای بخش تحقیق و توسعه کمک می کند. در واقع اطلاعات جمعیتی به دست آمده می تواند سازمان را در انتخاب مناسب ترین طرح بازاریابی برای کسب و کار خود کمک کند. همچنین ایجاد یک فرآیند فرضی برای خرید جهت تست مخاطبان و مشتریان امری ضروری و لازم است. با دانستن رفتارهای خرید مخاطبان و مشتریان مورد نظر، سازمان می تواند انتخاب درست و مناسبی در مورد استراتژی بازاریابی خود در بخش تحقیق و توسعه انجام دهد و از طرفی با در دست داشتن اطلاعات کافی در مورد میزان جمعیت گروه هدف، دیگر سازمان دانش، نگرش و رفتار آن ها را دانسته و بدین ترتیب می تواند استراتژی بازاریابی مناسبی همسو با این دانش ها و نگرش ها انتخاب کند. بعد از بررسی و انتخاب استراتژی های بازاریابی از میان آن هایی که در نظر گرفته شده بود و اعمال بعضی از آن ها، پیشنهاد می گردد که سازمان هر لحظه استراتژی های

بازاریابی خود را ارزیابی کرده و با آزمایش همیشگی استراتژی های بازاریابی، متوجه شود که آیا انتخاب درستی صورت گرفته است و استراتژی مناسب و سازنده برای بازاریابی خود انتخاب کرده است یا نه. دشواری تامین مالی (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار): برنامه ریزی های دقیق مالی قبل از مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار (همچون اخذ وام، سرمایه گذاری در بورس و ...) می تواند نقش مهمی در حوزه مدیریت ریسک های مربوط به دشواری تامین مالی اعمال نماید.

عملکرد ضعیف منابع انسانی (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی و مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار): فراهم آوردن بستری برای جذب فارغ التحصیلان نخبه، توجه ویژه به تخصص و شایستگی کارکنان، استفاده از تمام توانمندی ها و پتانسیل های کارکنان، و همچنین تشویق کارکنان به تفکر و رفتار به طرق جدید و خلاق و همچنین حمایت از کارکنانی که به دنبال روش های جدید انجام کار هستند، می تواند نقش مهمی در مدیریت ریسک مربوط به عملکرد ضعیف منابع انسانی اعمال نماید.

دشواری در برنامه ریزی هزینه پروژه (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی): می توان با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری در انجام برآورد هزینه ها، استفاده از روشها و تکنیکهای علمی متداول در امر بودجه بندی و همچنین مدیریت ریسک هزینه های احتمالی، نظیر افزایشهای ناشی از تورم و ... در امر برنامه ریزی هزینه پروژه موفق تر عمل نمود. دشواری در برنامه ریزی زمان اجرای پروژه (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی): اعمال توجه ویژه به ترسیم صحیح شکست کار، تعیین مناسب فعالیت ها و توالی آنها، و همچنین استفاده از متدهای تخمین مناسب می تواند نقش مهمی در تسهیل برنامه ریزی زمان اجرای پروژه اعمال نماید.

تغییر در طراحی فنی، برنامه ها، طرح های بازاریابی و معرفی محصول (مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی): شناسایی دقیق الزامات فنی و نیازهای مشتری و همچنین اشراف کامل به قوانین فنی کپی رایت، ایمنی، محیط زیست و ... در مرحله ارزیابی اولیه و تفصیلی و همچنین مشخص نمودن دقیق محدوده محصول، ویژگی ها و کارکردهای مورد محصول (شرح محصول) در مرحله طراحی و

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی می باشد. نویسنده از اساتید راهنما و مشاور و تمامی کسانی که در این راستا با محقق همکاری نمودند کمال تشکر را دارد.

### تعارض منافع

این مطالعه فاقد تضاد منافع می باشد.

توسعه، آزمون و تایید می تواند نقش مهمی در مدیریت ریسک های مربوط به تغییرهای مکرر در طراحی فنی و برنامه های و طراح های بازاریابی محصول اعمال نماید. عدم ایجاد ذهنیت مثبت از شرکت یا محصول در ذهن مشتری (برندینگ) (مرحله تولید انبوه و معرفی به بازار): اجرای استراتژی های صحیح بازاریابی و جذب نیروهای متخصص در حوزه فروش و تبلیغات می تواند نقش مهمی در مدیریت ریسک مربوط به حوزه برندینگ ایفا کند.

### *Original Article*

## **Investment risk assessment in the field of research and development based on the FMEA technique in view of the economic crisis in COVID-19**

Received: 21/04/2020- Accept: 15/09/2020

Mohammad Shamshiri<sup>1</sup>  
Amir Bayat Tork<sup>2\*</sup>  
Tahmoures Sohrabi<sup>3</sup>  
Nazanin Pilevari<sup>4</sup>

*1 Department of Industrial  
Management, Central Tehran Branch,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

*2 Department of Industrial  
Management, Central Tehran Branch,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran.  
(Corresponding Author)*

*3 Department of Industrial  
Management, Central Tehran Branch,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran*

*4 Department of Industrial  
Management, West Tehran Branch,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

Email:  
ami.bayat\_tork@iauctb.ac.ir

## Abstract

**Introduction:** Studies during the economic crisis of COVID-19 in relation to investment risk assessment in the field of research and development can be done based on different techniques in different time and place conditions. The development was based on the FMEA technique due to the COVID-19 economic crisis.

**Methods:** The statistical population of this study was 21 experts in the automotive industry. A library information method was used to compile the background and a questionnaire was used to evaluate the research questions, the validity of which was confirmed by using the content validity ratio. In this research, which identifies and prioritizes attractive areas of the automotive industry, the FMEA method is used.

**Results:** The results showed that by reviewing previous studies and interviewing experts, the risks related to the field of investment in this field in four sections: idea generation and design, initial and detailed evaluation stage, design and development stages, testing and approval stage Mass production and market introduction were classified.

**Conclusion:** It seems that in the field of research and development, the risks related to the initial and detailed evaluation stage had more priority than the risks related to other stages.

**Keywords:** Research And Development, Attractive Investment Areas, Risk, Economic Crisis, COVID-19

## References

1. Beutels P, Jia N, Zhou QY, Smith R, Cao WC, De Vlas SJ. The economic impact of SARS in Beijing, China. *Tropical Medicine & International Health*. 2009;14:85-91.
2. Alonso-Carrera J, Raurich X. Labor mobility, structural change and economic growth. *Journal of Macroeconomics*. 2018;56:292-310.
3. Brancaccio E, Garbellini N, Giammetti R. Structural labour market reforms, GDP growth and the functional distribution of income. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2018;44:34-45.
4. Samaniego RM, Sun JY. Productivity growth and structural transformation. *Review of Economic Dynamics*. 2016;21:266-85.
5. Pasquini-Descomps H, Brender N, Maradan D. Value for money in H1N1 influenza: a systematic review of the cost-effectiveness of pandemic interventions. *Value in Health*. 2017;20(6):819-27.
6. Yu KDS, Aviso KB. Modelling the economic impact and ripple effects of disease outbreaks. *Process Integration and Optimization for Sustainability*. 2020;4(2):183-6.
7. Xie B, He D, Mercer T, Wang Y, Wu D, Fleischmann KR, et al. Global health crises are also information crises: A call to action. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 2020;71(12):1419-23.
8. Arnold PJ. Global financial crisis: The challenge to accounting research. *Accounting, organizations and Society*. 2009;34(6-7):803-9.
9. Payne HJ, Jerome AM, Thompson B, Mazer JP. Relationship building and message planning: An exploration of media challenges and strategies used during school crises at the P-12 level. *Public Relations Review*. 2018;44(5):482-94.
10. Haiyudi H, Art-In S. Challenges, Strategies, and Solutions of Teaching Bahasa Indonesia in Covid-19 Crises: Case in Khon Kaen University. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*. 2021;3(2):142-52.
11. Donald S. Revolving doors, musical chairs and portfolio performance [Is staff turnover bad for investment returns?]. *JASSA*. 2001(1):21-3.
12. Chandra P. *Financial management*: Tata McGraw-Hill Education; 2011.
13. Kaburia S, Kimemia L. FACTORS AFFECTING TABLE BANKING ON INVESTMENT DECISIONS AMONG WOMEN IN MOMBASA COUNTY. *The Strategic Journal of Business & Change Management*. 2018;5(2):126-49.
14. Vestine M, Kule JW, Mbabazize M. Effect of financial statement analysis on investment decision making. A Case of Bank of Kigali. *European Journal of Business and Social Sciences*. 2016;5(6):279-303.
15. Mwangi SW. *Factors Influencing Investment Decisions Among Young Entrepreneurs In Cbd Nairobi County* 2017.
16. Nikolaev D, Akimova L, Mylov I, Kareva D, Azimov T. Factors of investments in automobile companies' R&D. *Investment management and financial innovations*. 2016(13, Iss. 4):27-32.
17. Lai Y-L, Lin F-J, Lin Y-H. Factors affecting firm's R&D investment decisions. *Journal of Business Research*. 2015;68(4):840-4.
18. Limanlı Ö. Determinants of R&D investment decision in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015;195:759-67.
19. Petti C, Jacob J. R&D investments under uncertainty in China: The effect of political connections.
20. Sukharev OS. Economic crisis as a consequence COVID-19 virus attack: risk and damage assessment. *Quantitative Finance and Economics*. 2020;4(2):274-93.