

## فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت

دوره ۱۱، شماره یک، بهار ۱۴۰۰، صص ۱۰۷-۱۳۸

### به کارگیری تکنیک FMEA برای تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری

یک سازمان (مطالعه موردی: یک سازمان صنعتی)

پیمان اخوان<sup>۱</sup>، مهدی کرامتی نژاد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳

#### چکیده

امروزه استفاده از روش‌های مختلف علمی جهت شناسایی ریسک‌ها، جلوگیری از وقوع شکست‌ها در سازمان‌ها کاربرد افزونی داشته است از این‌رو در این مقاله از تکنیک مهندسی FMEA (Failure Mode & Effect Analysis) استفاده شد. این تکنیک نخست به منظور پیشگیری در حوزه مدیریت قابلیت اطمینان استفاده گردید و دامنه کاربرد آن در صنایع نظامی، خودرویی، الکترونیک، مکانیک و صنایع خدماتی گسترش یافت. در این پژوهش، ما با استفاده از روش دلفی عوامل عدم بهره‌وری بالقوه (داخلی و خارجی) یک سازمان صنعتی را تعیین نمودیم که به کمک تکنیک FMEA این عوامل مورد تجزیه و تحلیل قرار داده شد که منجر به استخراج یکسری اقدامات پیشگیرانه قبل از وقوع برای یک سازمان صنعتی که هنوز ایجاد نشده است و یکسری اقدامات اصلاحی برای یک سازمان صنعتی که دارای بهره‌وری پایین و یا بهره‌وری ندارد، گردید. بنابراین برای ایجاد و یا افزایش سطح بهره‌وری یک سازمان صنعتی، عامل یا علت به‌خصوصی را نمی‌توان ارائه نمود بلکه ارتقای بهره‌وری معلول ترکیبی از عوامل گوناگون است و هر کدام به نوبه خود تاثیر لازم را می‌گذارد. از این‌رو مدیریت باید تلاش نماید تا با توجه به شرایط موجود در سازمان صنعتی خود، اقدام به ترکیب بهینه‌ای از عوامل بزند تا با استفاده از آن بتواند به حداکثر کارایی دست پیدا نماید.

**کلمات کلیدی:** تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی و آثار آن (FMEA)، بهره‌وری، اقدامات پیشگیرانه، اقدامات اصلاحی و دلفی

۱- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی، تهران، ایران. آدرس پست الکترونیکی [peyman\\_akv@yahoo.com](mailto:peyman_akv@yahoo.com)

۲- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی، تهران، ایران. آدرس پست

الکترونیکی [kramatymahdi@yahoo.com](mailto:kramatymahdi@yahoo.com)

امروزه استفاده از روش‌های مختلف علمی جهت شناسایی ریسک‌ها، جلوگیری از وقوع شکست‌ها در سازمان‌ها کاربرد افزونی دارد. تکنیک تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی و آثار آن (FMEA) ابزاری کارآمد برای شناخت حالات بالقوه خرابی و آثار آن‌ها به منظور افزایش قابلیت اعتماد و ایمنی سیستم‌های پیچیده و نیز گردآوری داده‌های لازم، جهت تصمیم‌گیری در مورد نحوه عملکرد مدیریت ریسک می‌باشد. به کمک این روش می‌توان نرخ خرابی‌ها را ریشه‌یابی و از بروز آن‌ها جلوگیری نمود. از بهترین ویژگی‌های این روش، اقدام کنشی به جای واکنشی در مقابل برخورد با شکست‌ها یا به عبارتی دیگر انجام عملی پیشگیرانه قبل از وقوع حادثه است نه بعد از آن.

در دنیای واقعی، سازمان‌ها از یک سو با محدودیت‌ها و کمبود منابع و از سوی دیگر با نامحدود بودن خواسته‌ها و انتظارات ذی‌نفعان مواجه هستند بنابراین سازمان‌ها نیازمند به نگرشی نوین در استفاده بهینه از منابع می‌باشند. یکی از شاخص‌های ارزیابی عملکرد یک سازمان، شاخص‌های مهم بهره‌وری کل و بهره‌وری عوامل کلی می‌باشد که امروزه در دنیا به عنوان شاخص‌های رقابت‌پذیری شناخته و پذیرفته می‌شود. نتایج عملکرد هر سازمان خواه مثبت و خواه منفی و یا دارای روند صعودی و یا نزولی و به‌طور کلی قبول یا غیرقابل قبول از یک سو منتج از قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن سازمان می‌باشد که تحت حیطه و اختیارات افراد و مدیران داخل سازمان بوده که با تعمیق و مدیریت صحیح می‌تواند با بهره‌وری بالا به‌کار گرفته شود که عوامل درونی محسوب می‌شوند. از سوی دیگر منتج از شرایط و وضعیت محیط بیرونی و عوامل محیطی است که از خارج بر سازمان اثر می‌گذارند و مدیریت تشکیلات قادر نیست در کوتاه مدت آن‌ها را تحت کنترل درآورد. با توجه به اینکه شناسایی و حذف عوامل عدم بهره‌وری در سازمان‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. لذا به‌کارگیری روش‌های علمی به‌ویژه FMEA، نقش مهمی را در تفکر و رفتار امروز ایفا می‌نماید.

### **(Failure Mode & Effect Analysis) FMEA**

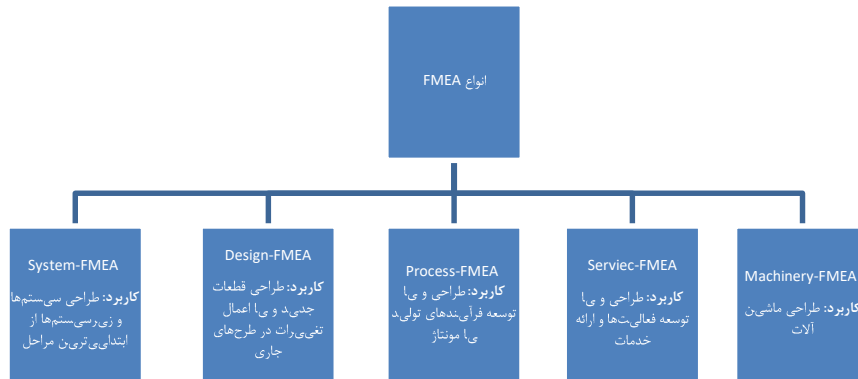
در دهه ۱۹۵۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش‌بینی در صنعت هوافضا، علت پیدایش FMEA شد و در سال ۱۹۶۳ به‌طور رسمی در آن صنعت مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۶۵ در بخش‌های نظامی ایالات متحده این تکنیک مورد استقبال قرار گرفت به گونه‌ای که در سال ۱۹۷۴ استاندارد MIL-STD-۱۶۲۹ در خصوص به‌کارگیری FMEA منتشر گردید و همچنین در سال ۱۹۷۷ شرکت فورد موتور از این تکنیک استفاده نمود و در فوریه ۱۹۹۲ استاندارد SAE-J-۱۷۳۹ به عنوان استاندارد مرجع FMEA در صنایع خودرو معرفی شد و در سال ۱۹۸۵ کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکال (IEC) استاندارد IEC ۸۱۲ را در حوزه FMEA انتشار داد و به دنبال آن در سال‌های اخیر نیز استانداردهای ISO ۹۰۰۰، ISO/TS ۱۶۹۴۹، CE، QS-۹۰۰۰ و استفاده از این تکنیک را مد نظر قرار داده‌اند (Belu & et.al., ۲۰۱۳). از این تکنیک در نوآوری و بهبود در پیاده‌سازی و مدیریت پروژه استفاده شده است (Bahram & et.al., ۲۰۱۲). با توجه به بررسی بعمل آمده در مقالات مختلف می‌توان به این جمع‌بندی رسید که تاکنون از تکنیک FMEA در آنالیز عوامل موثر بهره‌وری یک سازمان استفاده نگردیده است از این‌رو با به‌کارگیری این تکنیک می‌توان برای ایجاد و یا افزایش سطح بهره‌وری یک سازمان صنعتی، داده‌های لازم را گردآوری و ثبت نمود و جهت تصمیم‌گیری و اتخاذ مدیریت صحیح، رویکرد و گام‌های مناسبی برداشت.

## الف) معرفی FMEA، اهداف، کاربرد و انواع آن

یک تکنیک مهندسی جهت تعیین، تشخیص و حذف خطاها، عیوب و مشکلات بالقوه و بالفعل موجود در یک سیستم، طراحی، فرآیند و یا خدمات می‌باشد. در واقع FMEA تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون (پیشگیری قبل از وقوع) است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی به‌کار می‌رود. همچنین ابزاری است که با کمترین خطرپذیری، برای پیش‌بینی مشکلات و نقص‌ها در مراحل طراحی و توسعه سازمان به‌کار می‌رود. شعار اصلی FMEA علاج واقعه قبل از وقوع می‌باشد و روشی کاملاً ذهنی است و لازمه آن پیشگویی خطاها و چگونگی جلوگیری از آنها است (Dabiry & Vadaie, 2004). هدف از FMEA روشی جهت شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل در یک سیستم، طراحی، فرآیند و یا خدمات و نهایتاً به سه پرسش ذیل پاسخ می‌دهد: ۱- چه مشکلی ممکن است رخ دهد؟ ۲- مشکلات به چه دلیلی رخ می‌دهد؟ ۳- آثار ناشی از بروز مشکل چیست؟ (Daimler, 2001).

کاربرد FMEA: ۱- هنگامیکه نیاز به طراحی سیستمی جدید، محصول، فرآیند و یا ارائه خدمات جدید باشد. ۲- هنگامیکه نیاز به تغییر طراحی در سیستم، محصول، فرآیند و یا ارائه خدمات باشد. ۳- هنگامیکه نیاز است شرایط کاری محصول و یا فرآیند متفاوت باشد. ۴- هنگامیکه برنامه‌های بهبود مستمر وجود داشته باشد (Bahram & t.al., 2012).

انواع FMEA: با توجه به بررسی بعمل آمده در مقالات معمولاً انواع FMEA مطابق شکل (۱) می‌باشد:



شکل ۱- انواع FMEA. Rezaee & et.al., ۲۰۰۵, Belu & et.al., ۲۰۱۳ و Prajapati, ۲۰۱۲

ب) تیم FMEA، آشنایی با اساس کار FMEA و گام‌های پیاده‌سازی آن

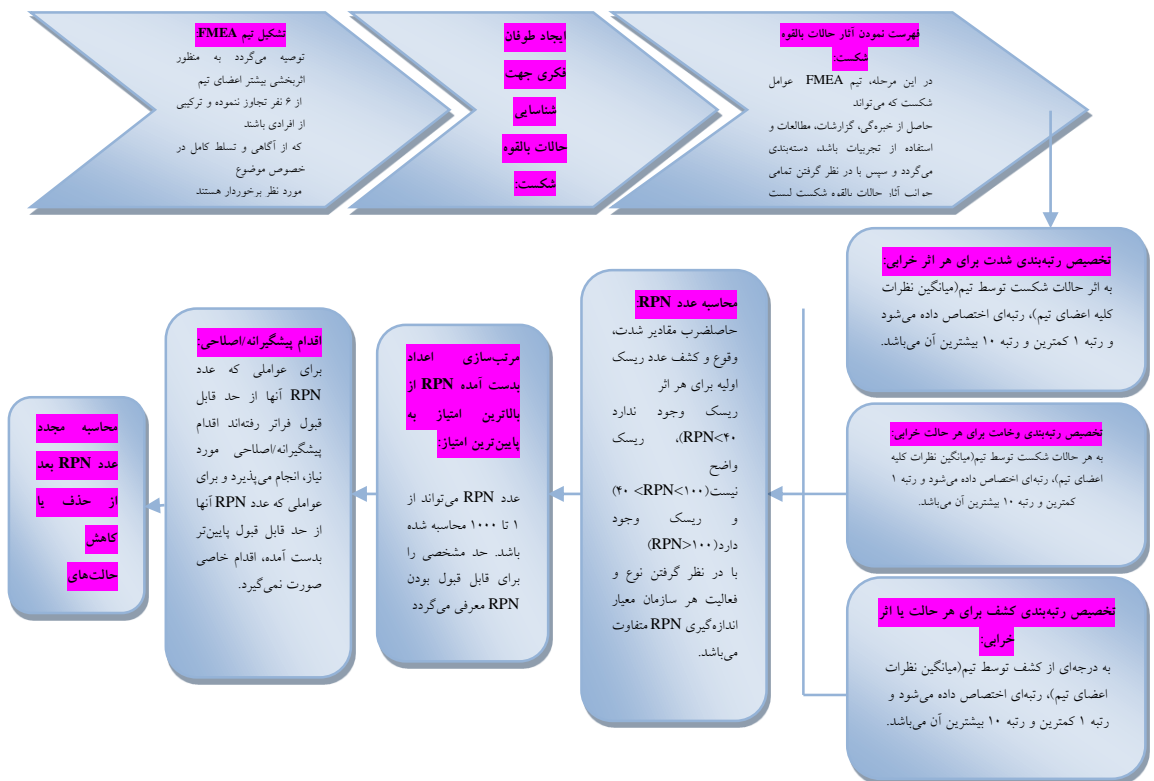
تیم FMEA از اطلاعات جمع‌آوری شده راجع به عملکرد یک سیستم و یا طرح که در گذشته انجام پذیرفته، استفاده می‌کند. اگر چنین اطلاعاتی موجود نباشد یا اینکه تغییرات طرح جدید، عمده باشد و نتوان از سوابق طرح قبلی استفاده نمود، در این صورت تیم بایستی در خصوص موضوع مورد بررسی کاملاً بر پایه دانش و تجربیات خود متکی باشند. از این‌رو انتخاب تیم در اجرایی شدن FMEA بسیار موثر است. به منظور آشنایی با اساس کار FMEA در تجزیه و تحلیل عوامل بالقوه شکست و آثار آن، دانستن مفاهیم ذیل ضروری می‌باشد: (S: Severity) شدت، وخامت: عبارتست از رتبه‌ای که حاد بودن اثر حالت بالقوه خرابی سیستم را نشان می‌دهد. (O: Occurance) وقوع واقعه: احتمال وقوع خرابی (D: Detection)، کشف: احتمال کشف یا بازیابی خرابی که هر کدام (شدت، وقوع و کشف) از ۱ تا ۱۰ (پایین به بالا) رتبه‌بندی می‌گردند و از حاصلضرب آن‌ها عدد RPN (Risk Priority Number) حاصل می‌گردد ( $RPN=S*O*D$ ). با توجه به محاسبه شده، عواملی که دارای بالاترین RPN هستند به منظور تجزیه و تحلیل رفع شکست انتخاب می‌گردند

## ۱۱۲ / ..... به کارگیری تکنیک FMEA برای تمیزه و تحلیل عوامل موثر ...

و همچنین عواملی که شدت یا وخامت آن‌ها دارای رتبه ۹ یا ۱۰ باشد، بایستی بدون در نظر گرفتن مقدار RPN آن به سرعت مورد بررسی قرار گیرند (Rezaee & et.al., ۲۰۰۵, Belu & et.al., ۲۰۱۳).  
 به منظور تکمیل و اجرای FMEA دو نیازمندی اولیه وجود دارد، اولین نیازمندی شناسایی فرمی مناسب و دومین آن، تهیه و یا تدوین راهنماهای رتبه‌بندی می‌باشد. می‌توان در اجرای اثربخش FMEA به گام‌های ذیل اشاره نمود:

۱- فرآیند انجام FMEA نیازمند فعالیت گروهی است. از این رو گام‌های پیاده‌سازی این فرآیند، مطابق

شکل (۲) می‌باشد.



شکل ۲- گام‌های پیاده‌سازی FMEA (Rezaee & et.al., ۲۰۰۵, Belu & et.al., ۲۰۱۳ و Chen & et.al., ۲۰۱۳).

### بهره‌وری

تلاش‌های نخستین توام با برداشت علمی نسبت به بهره‌وری، اولین بار در مقاله فردی آمریکایی به نام کوئیزی در سال ۱۷۶۶ میلادی مطرح شد. بیش از یک قرن بعد یعنی در سال ۱۸۸۳ فردی به نام لیتره بهره‌وری را قدرت و توانایی تولید کردن تعریف کرد. در سال ۱۸۹۸، رایت اولین تحقیق آماری را در زمینه بهره‌وری مرتبط با کار دستی و ماشینی انجام داد که در گزارش سالانه وزارت کار آمریکا منتشر گردیده است. در سال ۱۹۰۰، ارلی بهره‌وری را ارتباط بین بازده و وسایل به کار رفته برای تولید این بازده عنوان کرد. در دهه ۱۹۱۰، در بینش مدیریت علمی با بنیان‌گذاری فردریک وینسلو تیلور خردگرایی سازمانی یا رفتار عقلایی سازمان مترادف با بهره‌وری به کار می‌رود و اصولاً مدیریت، دانش افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از امکانات موجود به منظور رسیدن به اهداف تعیین شده تعریف می‌شود. در سال ۱۹۶۵، کندریک و کریمر ضمن ارائه تعاریف کارکردی و موضعی برای بهره‌وری، از عامل منفرد و بهره‌وری جمعی و کلی یاد کردند. در سال ۱۹۷۶ و ۱۹۷۹، سیگل و سومانت به مجموعه نسبت‌های بازده به نهاده و بهره‌وری کلی عوامل و بازده ملموس به نهاده‌های ملموس اشاره کردند. همچنین طی دهه ۱۹۹۰، سازمان بهره‌وری ملی ژاپن با مفاهیم جدیدی را در زمینه بهره‌وری و کیفیت ارائه کردند، همکاری دکتر دمی‌نگ که مورد توجه بسیاری از صاحب‌نظران علم سازمان و مدیریت قرار گرفته است (Taheri ۱۹۹۹، Modirit ۲۰۰۱ و Motarjeman ۲۰۰۱). بایستی توجه داشت که واژه بهره‌وری با گسترش انقلاب صنعتی و جهت افزایش سودمندی حاصل از نیروی کار، سرمایه و مواردی از این دست گسترش یافت. از این‌رو به علت اهمیت بالای بهره‌وری در فرآیند توسعه کشورها، تحقیقات متعددی در زمینه شناسایی عوامل مؤثر بر بهره‌وری صورت گرفته که به چند مورد از آن‌ها در جدول شماره (۱) اشاره می‌شود:

جدول ۱- پیشنهادی پژوهش در بهره‌وری

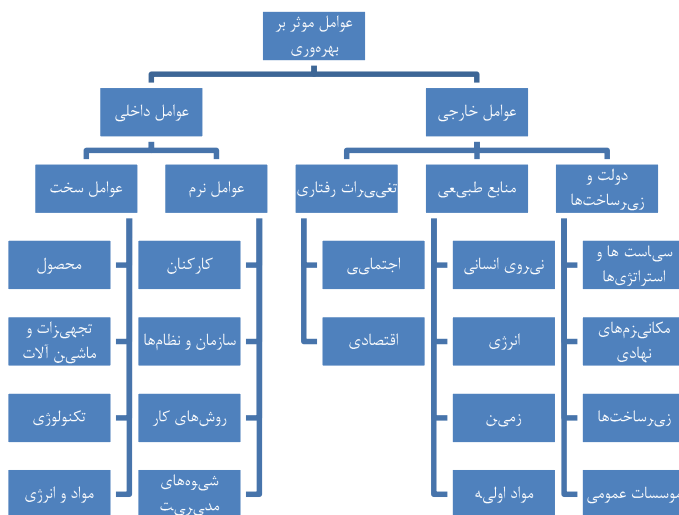
ردیف	عامل اصلی	عامل فرعی	موضوع عامل	پژوهش‌ها
۱	عوامل موثر بر بهره‌وری	عوامل خارجی	دولت و زیرساخت‌ها	[۸]، [۹] و [۱۰]
۲			منابع طبیعی	[۸]، [۹] و [۱۰]
۳			تغییرات رفتاری	[۸]، [۹]، [۱۰]، [۱۱]، [۱۲] و [۱۳]
۴		عوامل داخلی	عوامل نرم	[۸]، [۹]، [۱۰]، [۱۳]، [۱۴]، [۱۵] و [۱۶]
۵			عوامل سخت	[۸]، [۹]، [۱۰]، [۱۶]، [۱۷] و [۱۸]

ماخذ: یافته‌های پژوهش

#### الف) عوامل موثر در بهره‌وری یک سازمان

بدیهی است برای افزایش سطح بهره‌وری عامل یا علت به‌خصوصی را نمی‌توان ارائه نمود بلکه ارتقای بهره‌وری معلول ترکیبی از عوامل گوناگون است و هر کدام به نوبه خود تاثیر لازم را می‌گذارد از این رو مدیریت باید تلاش نماید تا با توجه به شرایط موجود در سازمان خود، اقدام به ترکیب بهینه‌ای از عوامل بزند تا با استفاده از آن بتواند به حداکثر کارایی دست پیدا کند. پرکو پنکو دسته‌بندی عوامل موثر بر بهره‌وری یک سازمان را به‌صورت شکل (۳) ارائه داده است:





شکل ۳. عوامل موثر بر بهره‌وری از نظر پرکو پنکو (Taheri ۱۹۹۹).

ب) عوامل خارجی یا غیر قابل کنترل یا عوامل برون سازمانی

به عواملی اطلاق می‌شود که از خارج بر سازمان اثر می‌گذارند و تحت اختیار افراد و مدیران درون سازمان نیستند. بنابراین سازمان باید خود را با تغییرات آنها منطبق سازد. مانند قوانین و مقررات ملی، سیاست‌های بین‌المللی، آیین‌نامه‌ها و قوانین مالیاتی، عوامل و روابط اقتصادی/سیاسی/اجتماعی و ... (Taheri ۱۹۹۹).

ج) عوامل داخلی یا قابل کنترل یا عوامل درون سازمانی

این عوامل تحت حیطه و اختیارات افراد و مدیران داخل سازمان است که با تعمیق و مدیریت صحیح می‌توانند با بهره‌وری بالا به‌کار گرفته شوند (Taheri ۱۹۹۹).

د) به‌کارگیری System-FMEA در تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری یک سازمان

با توجه به تعاریف بخش قبلی، می‌توان System-FMEA را در این کار این‌گونه تعریف نمود که System-FMEA روشی است سیستماتیک که وظیفه شناسایی و اولویت‌بندی علل بالقوه عدم

بهره‌وری، تعریف و تعیین اقداماتی به منظور حذف و یا کاهش میزان وقوع علل بالقوه عدم بهره‌وری و ثبت نتایج تحلیل‌های انجام پذیرفته به منظور فراهم نمودن مرجعی کامل برای حل مشکلات عدم بهره‌وری می‌باشد (Dabiry & Vadaie-Kheiry, ۲۰۰۴).

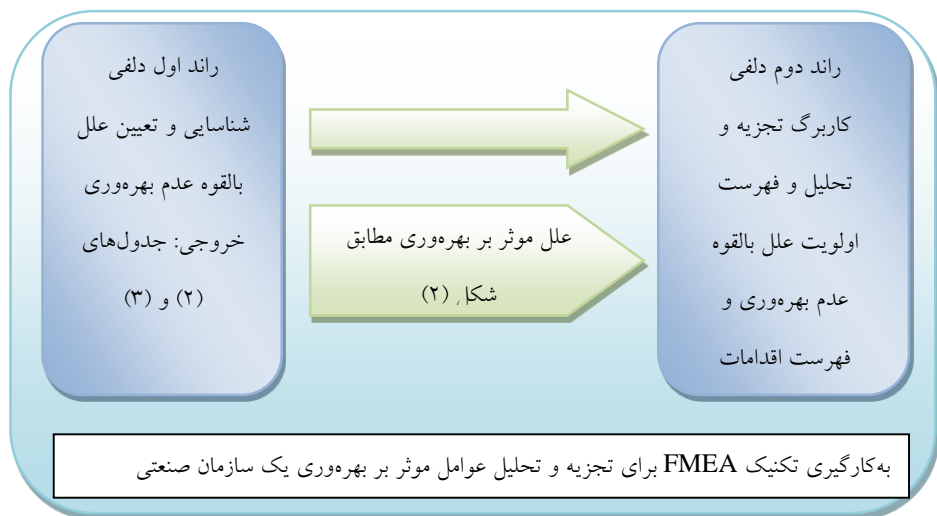
هدف از System-FMEA در این کار جهت شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل در بهره‌وری یک سازمان می‌باشد و نهایتاً به چهار پرسش ذیل پاسخ می‌دهد: ۱- چه مشکلی در بهره‌وری یک سازمان ممکن است رخ دهد؟ ۲- مشکلات بهره‌وری یک سازمان به چه دلیلی رخ می‌دهد؟ ۳- آثار ناشی از بروز مشکل در بهره‌وری یک سازمان چیست؟ ۴- چه اقدامات پیشگیرانه‌های پیشنهاد می‌گردد؟ خروجی اجرای System-FMEA در این کار باید فهرستی از علل بالقوه عدم بهره‌وری در یک سازمان که بر اساس شاخص RPN رتبه‌بندی شده‌اند ایجاد گردد. سپس بعد از پیاده‌سازی تکنیک، فهرستی از اقدامات پیشگیرانه/اصلاحی پیشنهادی به منظور حذف و یا کاهش علل عدم بهره‌وری در یک سازمان ارائه می‌گردد.

### مبانی نظری پژوهش

در بخش قبلی هم مفاهیم و نحوه پیاده‌سازی تکنیک FMEA که تقریباً دارای گام‌های پیاده‌سازی یکسان و استاندارد می‌باشد، بیان گردید و هم به مفاهیم بهره‌وری و عوامل موثر بر بهره‌وری یک سازمان که توسط پرکو پنکو به صورت نمودار (۱) ارائه شده است، پرداخته شد.

در این کار از روش دلفی که یکی از روش‌های کسب دانش گروهی است به منظور تعیین علل بالقوه عدم بهره‌وری (مطالعه موردی: در یک سازمان صنعتی) و ارائه راه‌کار(اقدام پیشگیرانه/اقدام اصلاحی) به کمک تکنیک FMEA استفاده گردید. نام تکنیک دلفی از افسانه معبد آپولو (ارباب دلفی) در جزیره دلفی یونان گرفته شده که به پیش‌بینی و پیش‌گویی آینده مشهور بوده است (Walker & Selfe, ۱۹۹۶). این تکنیک در ابتدا بر مبنای حدس، قضاوت و الهام افراد مطرح شد اما به تدریج

شکل علمی گرفت و اولین بار در اواخر ۱۹۵۰ توسط کمپانی RAND برای بررسی علمی نظرات کارشناسان توسعه یافت. دلفی رویکرد یا روشی سیستماتیک در تحقیق که به منظور استخراج نظرات از یک گروه متخصصان در مورد یک موضوع یا یک سؤال می‌باشد. در این مقاله دو راند انتخاب گردید و تعداد ۲۰ نفر از خبرگان و متخصصین با داشتن چهار خصوصیت (دانش و تجربه در موضوع، تمایل و زمان کافی) شناسایی شدند و تعداد ۱۵ نفر در جمع‌آوری داده‌ها و در دو راند انتخاب گردیدند تا هر عنوان را با استفاده از مقیاس لیکرت رتبه‌بندی، و به عبارتی، کمیت‌پذیر نمایند. در این مرحله موارد توافق و عدم توافق مشخص می‌شود و فضایی برای شناسایی ایده‌های جدید، تصحیح، تفسیر، حذف و توضیح قدرت و ضعف آن‌ها به وجود می‌آید. در شکل (۴) چارچوب ساختاری پژوهش ارائه گردیده است.



شکل ۴- ساختار پژوهش (Fathian & et.al., ۲۰۰۷).

## نتایج و بحث

سازمان مورد مطالعه<sup>۱</sup>: سازمانی که در این کار مورد مطالعه قرار گرفت، یک سازمان صنعتی است که در حوزه‌های الکترونیک، مکانیک و شیمی فعالیت می‌کند و با توجه به گستردگی حوزه‌ها و تخصص‌ها، از بهره‌وری پایینی برخوردار است که می‌تواند ناشی از عوامل ترکیبی زیادی باشد. از این رو تجزیه و تحلیل این عوامل برای سازمان، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همچنین با این رویکرد که اگر بخواهیم یک سازمان صنعتی بهره‌ور را ایجاد نماییم، اقدامات پیشگیرانه تعریف گردیده است. -پیاده‌سازی تکنیک System-FMEA در تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری یک سازمان

## صنعتی

حال پس از توضیح اجمالی در ارتباط با نحوه چگونگی انجام روش FMEA، به تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری یک سازمان صنعتی می‌پردازیم: با در نظر گرفتن اینکه پرکو پنکو دسته‌بندی عوامل موثر بر بهره‌وری یک سازمان را به صورت شکل (۳) ارائه داده است، بنابراین با استفاده از روش دلفی در راند اول، فهرست علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری مطابق جدول (۲) استخراج گردید که شامل حوزه‌های دولت و زیرساخت‌ها، منابع طبیعی و تغییرات رفتاری تقسیم می‌شوند.

---

<sup>۱</sup>- با توجه به پاره‌ای از محدودیت‌ها از ذکر نام سازمان مورد مطالعه خودداری شده است.

جدول ۲ - فهرست علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری (ماخذ: یافته‌های پژوهش)

عامل اصلی	عامل فرعی	موضوع عامل	علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری
عوامل خارجی	دولت و زیرساخت‌ها	سیاست‌ها و استراتژی‌ها	ضعف سیاست‌های بین‌المللی دولت - ضعف قوانین و مقررات ملی - ضعف آیین‌نامه‌ها و قوانین مالیاتی سالیانه
		مکانیزم‌های نهادی	تصمیم‌گیری‌های مقطعی و صرفاً بر اساس باورهای شخصی سیاست‌گذاران و مسئولین رده بالا
			ساختاری با انعطاف اندک - مدیریت با اختیارات کلاسه شده - وظایف غیر شفاف
			بودجه‌های کنترل‌شده و غیر قابل انعطاف
			عدم دسترسی به منابعی مانند آب، برق و گاز
		زیرساخت‌ها	نامناسب بودن وضعیت جاده‌ای مانند حمل و نقل و ارتباطات
			عدم دسترسی به مواد اولیه در داخل کشور
			عدم وجود تجهیزات با تکنولوژی بالا
		موسسات عمومی	کاهش توسعه و بهبود خدمات عمومی - کاهش خدمات بیمه‌ای - کاهش خدمات امور بانکی
			باور نداشتن به نقش انسان به‌عنوان مهمترین عامل تحول و تولید ارزش‌های نوین
منابع طبیعی	نیروی انسانی		افزایش فشارهای روانی
			عدم ایجاد حس مسئولیت‌پذیری و تعهد و لقاء حس مالکیت
			وجود فرهنگ حاشیه‌نشینی
	انرژی		ساختاری نکردن صرفه‌جویی در مصرف انرژی
			ضعف برقراری رابطه بین خوب مصرف کردن و پاداش
		ضعف برقراری رابطه بین کیفیت استفاده از مواد و پاداش	
		تشویق نکردن کارکنانی که ستاره صرفه‌جویی هستند	
عوامل خارجی	منابع طبیعی	زمین	عدم مدیریت صحیح و سیاست درست در استفاده از زمین
			افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد عوامل، مخرب زمین است
	مواد اولیه		تحت فشار بودن شاغل در زمین باعث نابودی زمین خواهد شد
			تغییر و دگرگونی در کیفیت مواد اولیه و بهبود آن‌ها
			نوسانات شدید بهای مواد اولیه
تغییرات رفتاری	اقتصادی		عدم توجه به صادرات - قوانین و مقررات مالی و مالیاتی و پولی
			عدم ثبات سیاسی - عدم ثبات اقتصادی
	اجتماعی		تغییرات جمعیتی در جویندگان کار
			درصد اشتغال زنان
		عدم گسترش بیمه‌های اجتماعی در بین اقشار و طبقات مختلف اجتماعی - دغدغه تامین مسکن	

۱۲۰ / ..... به‌کارگیری تکنیک FMEA برای تمیزه و تحلیل عوامل موثر ...

همچنین با استفاده از روش دلفی در راند اول، فهرست علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری در دو حوزه عوامل نرم و عوامل سخت مطابق جدول (۳) استخراج گردید. عوامل نرم شامل کارکنان، سازمان‌ها و نظام‌ها، روش‌های کار و شیوه‌های مدیریت بوده و عوامل سخت شامل محصول، تجهیزات و ماشین‌آلات، تکنولوژی و مواد و انرژی می‌باشد.

جدول ۳. فهرست علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری

عامل اصلی	عامل فرعی	موضوع عامل	شرح علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری
عوامل داخلی	عوامل نرم	کارکنان	عدم فرصت و استفاده از نظرات کارکنان
			عدم ارتقاء فرهنگ بهره‌وری در کار و بهبود کیفیت زندگی
			عدم ایجاد جو مناسب در محیط کار برای بروز خلاقیت‌ها و شکوفایی استعدادها
		سازمان‌ها و نظام‌ها	رواج ندادن روحیه پژوهش در کارکنان
			نبود نظام نگهداری و تعمیرات فراگیر
			نبود نظام مدیریت فراگیر
			یکپارچه کردن صنایع و ایجاد واحدهای عظیم
		روش‌های کار	نبود نظام به موقع خدمات و تولید به هنگام
			عدم حذف مراحل زائد کاری
			پیچیدگی روش‌های انجام کار
		شیوه‌های مدیریت	عدم نوآوری و خلاقیت و ارائه روش‌های بهبود سیستم
			نبود استانداردها، روش‌ها و دستورالعمل‌های کاری
			عدم آشنایی با مکانیزم‌های بهره‌وری
			عدم به‌کارگیری سبک مدیریتی صحیح و علمی
			سیاست و استراتژی بهبود بر پایه حل و فصل مسائل بحرانی استوار نباشد
			عدم توجه مدیریت به مشکلات کاری و زندگی کارکنان

ادامه جدول ۳. فهرست علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری

عامل اصلی	عامل فرعی	موضوع عامل	شرح علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری
عوامل داخلی	عوامل ساختاری	محصول	افزایش میزان ضایعات
			عدم بهبود مستمر فرآیندها
			عدم نوآوری و تحول
			رعایت کیفیت بر اساس گزارش QC نباشد
		تجهیزات و ماشین‌آلات	عدم دقت در نگهداری تجهیزات
			تاخیر در تعمیر بموقع تجهیزات معیوب
			عدم رعایت نظم ظاهری و فیزیکی خطوط تولید
			کم بودن میزان اثربخشی تجهیزات
		تکنولوژی	عدم ایجاد واحدهای پژوهش و توسعه و اهمیت به جایگاه آن‌ها
			انجام پژوهش جهت دستیابی به فن‌آوری بهتر و کاهش هزینه‌های تولید و ابداع محصولات جدید
			انتخاب نکردن تکنولوژی درست و مناسب
			عدم استفاده از مکانیزاسیون و اتوماسیون
مواد و انرژی	عدم کیفیت اقلام خریداری شده		
	عدم خرید بموقع مواد اولیه مورد نیاز و انجام سریع کارهای محموله		
	عدم خرید بموقع ملزومات و مواد مورد نیاز بخش‌های غیر تولیدی		
	عدم استفاده از منابع پر بازده		

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در راند اول تکنیک دلفی فهرست علل بالقوه خارجی و داخلی عدم بهره‌وری استخراج گردید. در راند دوم تکنیک دلفی یک درجه شدت، یک درجه وقوع و یک درجه کشف برای علل بالقوه عدم بهره‌وری تخصیص داده می‌شود که این درجه‌بندی از ۱ تا ۱۰ رتبه‌بندی گردیده است. سپس از حاصل ضرب مقادیر شدت، وقوع و کشف نمره اولویت ریسک برای علل بالقوه شکست به‌دست می‌آید. کاربرد تجزیه و تحلیل علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری مطابق جدول (۴) به‌دست آمد.

جدول ۴ - کاربرد تجزیه و تحلیل علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری

نمره RPN	علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری			
	شدت	وقوع	کشف	
۸۰	۴	۴	۵	ضعف سیاست‌های بین‌المللی دولت - ضعف قوانین و مقررات ملی - ضعف آیین‌نامه‌ها و قوانین مالیاتی سالیانه
۱۹۲	۴	۶	۸	تصمیم‌گیری‌های مقطعی و صرفاً بر اساس باورهای شخصی سیاست‌گذاران و مسئولین رده بالا
۹۶	۲	۸	۶	ساختاری با انعطاف اندک - مدیریت با اختیارات کلاسه شده - وظایف غیر شفاف
۶۴	۱	۸	۸	بودجه‌ای کنترل‌شده و غیر قابل انعطاف
۲۰	۱	۲	۱۰	عدم دسترسی به منابعی مانند آب، برق و گاز
۵۶	۱	۷	۸	نامناسب بودن وضعیت جاده‌ای مانند حمل و نقل و ارتباطات
۱۴۴	۲	۸	۹	عدم دسترسی به مواد اولیه در داخل کشور
۷۰	۲	۵	۷	عدم وجود تجهیزات با تکنولوژی بالا
۱۲۸	۲	۸	۸	کاهش توسعه و بهبود خدمات عمومی - کاهش خدمات بیمه‌ای - کاهش خدمات امور بانکی
۲۱۶	۳	۸	۹	باور نداشتن به نقش انسان به‌عنوان مهمترین عامل تحول و تولید ارزش‌های نوین
۲۵۲	۴	۷	۹	افزایش فشارهای روانی
۳۶۰	۶	۶	۱۰	عدم ایجاد حس مسئولیت‌پذیری و تعهد و القاء حس مالکیت
۲۹۴	۶	۷	۷	وجود فرهنگ حاشیه‌نشینی
۱۸۰	۵	۶	۶	ساختاری نکردن صرفه‌جویی در مصرف انرژی
۱۹۶	۴	۷	۷	ضعف برقراری رابطه بین خوب مصرف کردن و پاداش
۲۸۰	۸	۵	۷	ضعف برقراری رابطه بین کیفیت استفاده از مواد و پاداش
۲۲۴	۴	۸	۷	تشویق نکردن کارکنانی که ستاره صرفه‌جویی هستند
۹۰	۳	۶	۵	عدم مدیریت صحیح و سیاست درست در استفاده از زمین
۹۸	۲	۷	۷	افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد عوامل، مخرب زمین است
۹۶	۲	۶	۸	تحت فشار بودن شاغل در زمین باعث نابودی زمین خواهد شد
۱۹۲	۴	۶	۸	تغییر و دگرگونی در کیفیت مواد اولیه و بهبود آن‌ها
۱۲۸	۲	۸	۸	نوسانات شدید بهای مواد اولیه
۹۸	۲	۷	۷	عدم توجه به صادرات - قوانین و مقررات مالی و مالیاتی و پولی
۱۴۴	۲	۸	۹	عدم ثبات اقتصادی - عدم ثبات سیاسی
۹۶	۲	۶	۸	تغییرات جمعیتی در جویندگان کار
۱۱۲	۲	۷	۸	درصد اشتغال زنان
۹۶	۲	۶	۸	عدم گسترش بیمه‌های اجتماعی در بین اقشار و طبقات مختلف اجتماعی - دغدغه تامین مسکن

ماخذ: یافته‌های پژوهش



## مدیریت مطالعات کمی در مدیریت..... / ۱۲۳

همانگونه که برای علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری در راند دوم تکنیک دلفی یک درجه شدت، یک درجه وقوع و یک درجه کشف برای علل بالقوه عدم بهره‌وری تخصیص داده شد و سپس از حاصلضرب مقادیر شدت، وقوع و کشف نمره اولویت ریسک برای علل بالقوه عدم بهره‌وری به دست آمد. این کار برای علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری نیز کاربرد تجزیه و تحلیل مطابق جدول (۵) به دست می‌آید. به عنوان نمونه یکی از علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری، عدم ارتقاء فرهنگ بهره‌وری در کار و بهبود کیفیت زندگی می‌باشد که با تکنیک دلفی متخصصان از رتبه ۱ تا ۱۰، به حاد بودن اثر علت بالقوه درجه وخامت ۸ دادند و به احتمال وقوع این علت درجه ۸ و احتمال کشف این علت درجه ۴ تخصیص داده شد که از حاصلضرب این سه، نمره اولویت ریسک (عدد RPN) برای این علت بالقوه عدد ۲۵۶ به دست می‌آید.

### جدول ۵- کاربرد تجزیه و تحلیل علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری

نمره RPN	علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری		
	شدت	وقوع	کشف
۱۴۴	۹	۸	۲
۲۵۶	۸	۸	۴
۳۵۰	۱۰	۷	۵
۲۸۸	۸	۶	۶
۱۹۲	۸	۶	۴
۲۲۴	۸	۷	۴
۱۲۶	۷	۶	۳
۲۸۸	۹	۸	۳
۲۱۰	۷	۶	۵
۲۵۲	۷	۶	۶
۱۶۰	۸	۵	۴
۱۵۰	۱۰	۵	۳
۱۶۸	۸	۷	۳

ادامه جدول ۵. کاربرد تجزیه و تحلیل علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری

نمره RPN	علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری			
	شدت	وقوع	کشف	
۲۵۲	۹	۷	۴	عدم به‌کارگیری سبک مدیریتی صحیح و علمی
۲۲۴	۸	۷	۴	سیاست و استراتژی بهبود بر پایه حل و فصل مسائل بحرانی استوار نباشد
۲۴۰	۱۰	۸	۳	عدم توجه مدیریت به مشکلات کاری و زندگی کارکنان
۲۱۶	۹	۶	۴	افزایش میزان ضایعات
۲۸۰	۸	۷	۵	عدم بهبود مستمر فرآیندها
۲۲۴	۸	۷	۴	عدم نوآوری و تحول
۲۰۰	۱۰	۵	۴	رعایت کیفیت بر اساس گزارش QC نباشد
۳۴۳	۷	۷	۷	عدم دقت در نگهداری تجهیزات
۲۱۰	۷	۶	۵	تاخیر در تعمیر بموقع تجهیزات معیوب
۲۴۵	۷	۷	۵	عدم رعایت نظم ظاهری و فیزیکی خطوط تولید
۳۳۶	۸	۷	۶	کم بودن میزان اثربخشی تجهیزات
۲۸۰	۱۰	۷	۴	عدم ایجاد واحدهای پژوهش و توسعه و اهمیت به جایگاه آن‌ها
۲۵۲	۹	۷	۴	انجام ندادن پژوهش جهت دستیابی به فن‌آوری بهتر و کاهش هزینه‌های تولید و ابداع محصولات جدید
۴۸۰	۱۰	۸	۶	انتخاب نکردن تکنولوژی درست و مناسب
۱۹۲	۸	۸	۳	عدم استفاده از مکانیزاسیون و اتوماسیون
۵۶۰	۱۰	۸	۷	عدم کیفیت اقلام خریداری شده
۲۱۶	۹	۸	۳	عدم خرید بموقع مواد اولیه مورد نیاز و انجام سریع کارهای محموله
۱۴۷	۷	۷	۳	عدم خرید بموقع ملزومات و مواد مورد نیاز بخش‌های غیر تولیدی
۳۳۶	۸	۷	۶	عدم استفاده از منابع پر بازده

ماخذ: یافته‌های پژوهش

## مدیریت مطالعات کمی در مدیریت..... / ۱۲۵

در این گام، با در نظر گرفتن اینکه عدد RPN می‌تواند از ۱ تا ۱۰۰۰ محاسبه شده باشد، نخست اعداد به دست آمده را از بالاترین امتیاز به پایین‌ترین امتیاز مرتب نموده و با توجه به تجربه‌های کسب شده حد مشخص برای قابل قبول بودن RPN، عدد ۱۹۰ معرفی می‌گردد که مطابق جدول (۶) مشخص گردیده است. برای عواملی که عدد RPN آن‌ها از حد قابل قبول فراتر رفته‌اند اقدام پیشگیرانه/اصلاحی مورد نیاز، تعریف می‌شود و برای عواملی که عدد RPN آن‌ها از حد قابل قبول پایین‌تر به دست آمده، اقدام خاصی صورت نمی‌گیرد.

جدول ۶- فهرست اولویت‌بندی شده علل بالقوه عدم بهره‌وری

ردیف	علل بالقوه عدم بهره‌وری	نمره RPN
۱	عدم کیفیت ارقام خریداری شده	۵۶۰
۲	انتخاب نکردن تکنولوژی درست و مناسب	۴۸۰
۳	عدم ایجاد حس مسئولیت‌پذیری و تعهد و لقاء حس مالکیت	۳۶۰
۴	نبود جو مناسب در محیط کار برای بروز خلاقیت‌ها و شکوفایی استعدادها	۳۵۰
۵	عدم دقت در نگهداری تجهیزات	۳۴۳
۶	عدم استفاده از منابع پر بازده	۳۳۶
۷	کم بودن میزان اثربخشی تجهیزات	۳۳۶
۸	وجود فرهنگ حاشیه‌نشینی	۲۹۴
۹	رواج ندادن روحیه پژوهش در کارکنان	۲۸۸
۱۰	نبود نظام به موقع خدمات و تولید به هنگام	۲۸۸
۱۱	عدم بهبود مستمر فرآیندها	۲۸۰
۱۲	عدم ایجاد واحدهای پژوهش و توسعه و اهمیت به جایگاه آن‌ها	۲۸۰
۱۳	ضعف برقراری رابطه بین کیفیت استفاده از مواد و پاداش	۲۸۰

ادامه جدول ۶- فهرست اولویت‌بندی شده علل بالقوه عدم بهره‌وری

ردیف	علل بالقوه عدم بهره‌وری	نمره RPN
۱۴	عدم ارتقاء فرهنگ بهره‌وری در کار و بهبود کیفیت زندگی	۲۵۶
۱۵	افزایش فشارهای روانی	۲۵۲
۱۶	پیچیدگی روش‌های انجام کار	۲۵۲
۱۷	عدم به‌کارگیری سبک مدیریتی صحیح و علمی	۲۵۲
۱۸	انجام ندادن پژوهش جهت دستیابی به فن‌آوری بهتر و کاهش هزینه‌های تولید و ابداع محصولات جدید	۲۵۲
۱۹	عدم رعایت نظم ظاهری و فیزیکی خطوط تولید	۲۴۵
۲۰	عدم توجه مدیریت به مشکلات کاری و زندگی کارکنان	۲۴۰
۲۱	نبود نظام مدیریت فراگیر	۲۲۴
۲۲	تشویق نکردن کارکنانی که ستاره صرفه‌جویی هستند	۲۲۴
۲۳	سیاست و استراتژی بهبود بر پایه حل و فصل مسائل بحرانی استوار نباشد	۲۲۴
۲۴	عدم نوآوری و تحول	۲۲۴
۲۵	باور نداشتن به نقش انسان به‌عنوان مهمترین عامل تحول و تولید ارزش‌های نوین	۲۱۶
۲۶	افزایش میزان ضایعات	۲۱۶
۲۷	عدم خرید بموقع مواد اولیه مورد نیاز و انجام سریع کارهای محموله	۲۱۶
۲۸	عدم حذف مراحل زائد کاری	۲۱۰
۲۹	تاخیر در تعمیر بموقع تجهیزات معیوب	۲۱۰
۳۰	رعایت کیفیت بر اساس گزارش QC نباشد	۲۰۰
۳۱	ضعف برقراری رابطه بین خوب مصرف کردن و پاداش	۱۹۶
۳۲	تصمیم‌گیری‌های مقطعی و صرفاً بر اساس باورهای شخصی سیاستگزاران و مسئولین رده بالا	۱۹۲
۳۳	نبود نظام نگهداری و تعمیرات فراگیر	۱۹۲
۳۴	عدم استفاده از مکانیزاسیون و اتوماسیون	۱۹۲
۳۵	تغییر و دگرگونی در کیفیت مواد اولیه و بهبود آن‌ها	۱۹۲

ماخذ: یافته‌های پژوهش

## مدیریت مطالعات کمی در مدیریت..... / ۱۲۷

اکنون با استفاده از روش دلفی در راند دوم برای عواملی که عدد RPN آن‌ها از ۱۹۰ فراتر رفته‌اند اقدام پیشگیرانه/اصلاحی مورد نیاز، مطابق جدول (۷) تعریف می‌شود و برای عواملی که عدد RPN آن‌ها از حد قابل قبول پایین‌تر به دست آمده، اقدام خاصی صورت نمی‌گیرد.

**جدول ۷ - فهرست اقدامات پیشگیرانه/اصلاحی برای علل بالقوه عدم بهره‌وری**

علل بالقوه عدم بهره‌وری	اقدام پیشگیرانه	اقدام اصلاحی
عدم کیفیت اقلام خریداری شده	پیش‌بینی ایجاد ساختار مدیریت تامین اقلام به منظور مدیریت فرآیند خرید، کنترل و به‌کارگیری اقلام	تدوین و استقرار استاندارد و یا روش اجرایی مدیریت تامین اقلام
انتخاب نکردن تکنولوژی درست و مناسب	انتخاب تکنولوژی، بسته به نوع سازمان، اندازه و عوامل مختلفی می‌باشد که نشانه‌های تکنولوژی برتر و پیشرفته‌تر عبارتست از: کیفیت ستانده بالاتر و تنوع زیادتر، سرعت بیشتر، هزینه و قیمت تمام شده مناسب‌تر و به‌طور کلی بازدهی اقتصادی‌تر باشد.	۱-اندازه‌گیری و ارزیابی بهره‌وری مربوط به تکنولوژی ۲- انتخاب مجموعه‌ای از تکنیک‌های ارتقاء تکنولوژی متناسب با سازمان ۳- طراحی برنامه‌ای اجرایی و عملیاتی به منظور استقرار و اجرای تکنیک‌های انتخاب شده
عدم ایجاد حس مسئولیت‌پذیری و تعهد و القاء حس مالکیت	جوهر ارتقای بهره‌وری انسان می‌باشد و از عوامل مهم در انسان، انگیزه افراد است و اقدام پیشگیرانه آن، پیش‌بینی استراتژی‌های مشارکت کارکنان و یا حرکت به سمت کیفیت بالای زندگی کاری، مناسب می‌باشد.	اتخاذ سبک مدیریت مشارکتی پیشنهاد می‌گردد.
نبود جو مناسب در محیط کار برای بروز خلاقیت‌ها و شکوفایی استعدادها	پیش‌بینی نحوه حرکت به سمت کیفیت بالای زندگی کاری که برخی موارد آن عبارتند از: ۱-پرداخت مناسب و عادلانه برای انجام خوب یک کار ۲-وضعیت کاری سالم و ایمن ۳-امکان یادگیری و استفاده از مهارت‌های جدید ۴-ایجاد انسجام اجتماعی در سازمان ۵-حفظ حقوق فردی ۶-تعادل در تقسیم کار و بیکاری ۷-ایجاد تعهد کاری و سازمانی	اتخاذ روش تمرین بهترین و بدترین (PracticesBest/Worst) می‌باشد. این روش، یکی از روش‌های تعاملی است که اغلب برای کمک به مدیران و کارکنان در برقراری ارتباط عملی با کیفیت زندگی کاری به‌کار می‌رود.
عدم دقت در نگهداری تجهیزات	پیش‌بینی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر و بهره‌ور تجهیزات	۱-اندازه‌گیری و ارزیابی وضعیت نگهداری تجهیزات ۲-طرح‌ریزی و بهبود سیستم موجود
عدم استفاده از منابع پر بازده	تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده محصولات و پیش‌بینی طرح‌های منابع پر بازده مبتنی بر قانون ۲۰-۸۰	تعریف و اجرای پروژه‌های بهبود به منظور بهبود کارایی و کاهش ضایعات و استفاده از منابع پر بازده

ادامه جدول ۷ - فهرست اقدامات پیشگیرانه/اصلاحی برای علل بالقوه عدم بهره‌وری

علل بالقوه عدم بهره‌وری	اقدام پیشگیرانه	اقدام اصلاحی
کم بودن میزان اثربخشی تجهیزات	به منظور اطمینان از اثربخشی تجهیزات قبل از تامین، حداقل باید به موارد ذیل توجه نمود: ۱- شناسایی و تجزیه و تحلیل عملکردی تجهیزات ۱-تامین تجهیزات از سازندگان و تامین‌کنندگان معتبر و با اصالت ۳-جانمایی و چیدمان صحیح ماشین‌ها و تجهیزات	۱-اندازه‌گیری و ارزیابی وضعیت نگهداری تجهیزات ۲-طرح‌ریزی و بهبود سیستم موجود ۳-بررسی جانمایی و چیدمان ماشین‌ها و تجهیزات ۴- بهبود وضعیت جانمایی و چیدمان
وجود فرهنگ حاشیه‌نشینی	پیش‌بینی رعایت اصل مهم تناسب شغل و شاغل و سازماندهی درست فعالیت‌ها و ساختار سازمانی مناسب	۱-تقویت وجدان کاری و مجموعه‌ای از باورها و ارزش‌های مشترک ۲-فراهم نمودن شرایط لازم پیشرفت‌های شغلی برای همه افراد ۳ -به‌کارگیری نیروها متناسب با توان و استعداد و تجربیات آن‌ها در مشاغل مناسب
رواج ندادن روحیه پژوهش در کارکنان	پیش‌بینی استقرار نظام پژوهش‌ها بهره‌وری: ۱- محصولات جدیدی برای واحدهای تولیدی طراحی می‌شود ۲-کیفیت تولیدات ارتقاء می‌یابد ۳-مصرف انرژی بهینه می‌شود ۴-ضایعات تولیدی کاهش می‌یابد	برای تدوین برنامه بهبود بهره‌وری نیاز است که مولفه‌های تاثیرگذار و مولفه‌های کلیدی شناسایی و از آن‌ها استفاده گردد که این امر با پژوهش و پژوهش حاصل می‌گردد.
نبود نظام به موقع خدمات و تولید به هنگام	پیش‌بینی استقرار سیستم تولید به موقع (JTT)	استفاده از سیستم تولید به موقع (JTT)،
عدم بهبود مستمر فرآیندها	پیش‌بینی استقرار نظام مدیریت کیفیت جامع (TQM)	استقرار استراتژی بهبود دائمی
عدم ایجاد واحدهای پژوهش و توسعه و اهمیت به جایگاه آن‌ها	پیش‌بینی ایجاد واحدهای پژوهش و توسعه: ۱- محصولات جدیدی برای واحدهای تولیدی طراحی می‌شود ۲-کیفیت تولیدات ارتقاء می‌یابد ۳-مصرف انرژی بهینه می‌شود ۴-ضایعات تولیدی کاهش می‌یابد	برای تدوین برنامه بهبود بهره‌وری نیاز است که مولفه‌های تاثیرگذار و مولفه‌های کلیدی شناسایی و از آن‌ها استفاده گردد که این امر با پژوهش و پژوهش حاصل می‌گردد.
ضعف برقراری رابطه بین کیفیت استفاده از مواد و پاداش	برنامه‌ریزی استفاده از سیستم تسهیم دستاوردها مطابق نیازها و مقتضیات سازمان (می‌توان از طرح‌های استاندارد تسهیم استفاده نمود)	استفاده از یک طرح مناسب تسهیم دستاوردها با توجه به وضعیت موجود سازمان
عدم ارتقاء فرهنگ بهره‌وری در کار و بهبود کیفیت زندگی	۱-بهره‌وری منابع انسانی: بهره‌وری منابع انسانی در ایجاد رضایت و افزایش کیفیت زندگی کاری عامل عمده‌ای است که البته برقراری ارتباط بین این دو پدیده به باورهای مشترک و فرهنگ سازمانی مساعد نیاز دارد ۲-ایجاد فرهنگ پیشگیری به جای درمان	پیشنهاد می‌گردد بر روی موارد ذیل تمرکز نمود ۱- بر روی انگیزه افراد (شامل محیط کار، نیازهای شخصی و مسائل اقتصادی) ۲- آگاه‌سازی بهره‌وری ۳- مشخص نمودن مسئولیت‌ها ۴- توسعه فرهنگ پیشگیری به جای درمان

ادامه جدول ۷ - فهرست اقدامات پیشگیرانه/اصلاحی برای علل بالقوه عدم بهره‌وری

علل بالقوه عدم بهره‌وری	اقدام پیشگیرانه	اقدام اصلاحی
افزایش فشارهای روانی	به منظور برنامه‌ریزی و طراحی سیستم مناسب جهت کنترل و جلوگیری برخی از عوامل بیرونی سازمان می‌توان عواملی که بر روی انگیزه نیروی کار تاثیر دارند را مد نظر قرار داد: ۱-عوامل مادی(میزان حقوق و دستمزد افراد در مقایسه با سطح قیمت‌ها در جامعه و برآورد نیازهای اولیه افراد بستگی دارد) ۲-عوامل فرهنگی(توجه به مسائل عاطفی و روحی انسان‌ها)	۱-طراحی سیستم مناسب پرداخت بر اساس عملکرد، شایستگی و مهارت‌های فردی و نگهداری نیروی انسانی ۲-استفاده بهینه از استعدادها و توانایی‌های بالقوه نیروی انسانی ۳-افزایش و توسعه دانش نیروی انسانی
پیچیدگی روش‌های انجام کار	پیش‌بینی استقرار نظام مدیریت مشارکتی در واقع یک نظام خلاق، همواره پویا و سازنده است که باعث افزایش سطح خلاقیت و نوآوری می‌شود.	پیشنهاد استفاده از روش‌های متکی بر فرآیند یا فعالیت: ۱-مهندسی روش‌ها ۲-مهندسی مجدد ۳-پردازش اطلاعات به کمک کامپیوتر
عدم به‌کارگیری سبک مدیریتی صحیح و علمی	با توجه به نوع سازمان و اندازه آن می‌توان از سبک خاصی استفاده نمود با اینحال بیشترین سبک مدیریتی در بهره‌وری ۱- سبک مدیریت مشارکتی ۲-مدیریت بر مبنای اهداف می‌باشد.	پیشنهاد می‌شود از اصول مدیریت بهره‌وری فراگیر استفاده گردد: ۱-مشتری گرایی ۲- کیفیت/کامل بودن ۳-در جهت ارتقاء و منافع کارکنان عمل کردن ۴-منحنی یادگیری ۵- استاندارد کردن/ساده‌سازی روش‌ها و رویه‌ها ۶-رقابت با موسسات پیش‌نشان ۷- کوچک‌سازی ۸-پژوهش و توسعه ۹-منافع متقابل ۱۰-سازگاری ۱۱-حفظ اسرار ۱۲- برنامه‌ریزی ترکیبات مختلفی از محصول
ضعف در پژوهش به منظور دستیابی به فن‌آوری بهتر و کاهش هزینه‌های تولید و ابداع محصولات جدید	پیش‌بینی ایجاد واحدهای پژوهش و توسعه: ۱-محصولات جدیدی برای واحدهای تولیدی طراحی می‌شود ۲-کیفیت تولیدات ارتقاء می‌یابد ۳-مصرف انرژی بهینه می‌شود ۴-ضایعات تولیدی کاهش می‌یابد	برای تدوین برنامه بهبود بهره‌وری نیاز است که مولفه‌های تاثیرگذار و مولفه‌های کلیدی شناسایی و از آن‌ها استفاده گردد که این امر با پژوهش و پژوهش حاصل می‌گردد.
عدم رعایت نظم ظاهری و فیزیکی خطوط تولید	پیش‌بینی استفاده از نظام آراستگی ۵S (پنج اس)	پیشنهاد استقرار نظام آراستگی ۵S (پنج اس)
عدم توجه مدیریت به مشکلات کاری و زندگی کارکنان	۱-پیش‌بینی ایجاد بهره‌وری منابع انسانی: بهره‌وری منابع انسانی در ایجاد رضایت و افزایش کیفیت زندگی کاری عامل عمده‌ای است که البته برقراری ارتباط بین این دو پدیده به باورهای مشترک و فرهنگ سازمانی مساعد نیاز دارد ۲-استقرار استاندارد جهانی اصول اخلاقی-انسانی(SA ۸۰۰۰)	پیشنهاد می‌شود موارد ذیل در صورت امکان انجام پذیرد: ۱-پرداخت مناسب و عادلانه برای انجام خوب یک کار ۲-وضعیت کاری سالم و ایمن ۳-امکان یادگیری و استفاده از مهارت‌های جدید ۴-ایجاد انسجام اجتماعی در سازمان ۵-حفظ حقوق فردی

ادامه جدول ۷ - فهرست اقدامات پیشگیرانه/اصلاحی برای علل بالقوه عدم بهره‌وری

اقدام اصلاحی	اقدام پیشگیرانه	علل بالقوه عدم بهره‌وری
۱- مشارکت همگانی ۲-استقرار استراتژی بهبود دائمی	پیش‌بینی استقرار نظام مدیریت کیفیت جامع (TQM): ۱-خوشحال کردن مشتری ۲-منطقی ساختن قیمت‌ها ۳- مشارکت همگانی ۴-سازگاری با محصولات ۵-استقرار استراتژی بهبود دائمی	نبود نظام مدیریت فراگیر
استفاده از یک طرح مناسب تسهیم دستاوردها با توجه به وضعیت موجود سازمان	برنامه‌ریزی استفاده از سیستم تسهیم دستاوردها مطابق نیازها و مقتضیات سازمان(می‌توان از طرح استاندارد تسهیم دستاوردهایی چون اسکالنن، راکر و ایپر وشر استفاده نمود)	عدم تشویق کارکنان صرفه‌جو
پیشنهاد استقرار نظام مدیریت عملکرد	پیش‌بینی استقرار نظام مدیریت عملکرد: با نگرش جامع به عملکرد بهره‌وری سازمان همواره تصویر روشنی از بهره‌وری سازمان به‌دست می‌آید زمانی که بر فرآیند و عملکرد سازمان مدیریت شود سیاست و استراتژی بهبود بر پایه حل و فصل مسائل بحرانی استوار خواهد بود.	سیاست و استراتژی بهبود بر پایه حل و فصل مسائل بحرانی استوار نباشد
پیشنهاد استفاده از الف(روش‌های متکی بر فرآیند یا فعالیت: ۱-مهندسی روش‌ها ۲- مهندسی مجدد ۳-پرداش اطلاعات به کمک کامپیوتر ب)روش‌های متکی بر محصول: ۱-مهندسی ارزش ۲-پژوهش و توسعه ۳-بهبود دوام محصول	پیش‌بینی استقرار نظام مشارکتی در واقع یک نظام خلاق، همواره پویا و سازنده است که باعث افزایش سطح خلاقیت و نوآوری می‌شود.	عدم نوآوری و تحول
اتخاذ نگرش مشارکت عالی لاولر (Lawler) پیشنهاد می‌گردد.	جوهر ارتقای بهره‌وری انسان می‌باشد و از عوامل مهم در انسان، انگیزه افراد است و اقدام پیشگیرانه آن، پیش‌بینی استراتژی‌های مشارکت کارکنان و یا حرکت به سمت کیفیت بالای زندگی کاری، مناسب می‌باشد.	باور نداشتن به نقش انسان به‌عنوان مهمترین عامل تحول و تولید ارزش‌های نوین
پیشنهاد استفاده از نظام کنترل کیفیت جامع (TQC)	پیش‌بینی استقرار نظام کنترل کیفیت جامع (TQC)	افزایش میزان ضایعات
تدوین و استقرار استاندارد و یا روش اجرایی مدیریت تامین اقلام	پیش‌بینی ایجاد ساختار مدیریت تامین اقلام به منظور مدیریت فرآیند خرید، کنترل و به‌کارگیری اقلام	عدم خرید بموقع مواد اولیه مورد نیاز و انجام سریع کارهای محموله



ادامه جدول ۷ - فهرست اقدامات پیشگیرانه/اصلاحی برای علل بالقوه عدم بهره‌وری

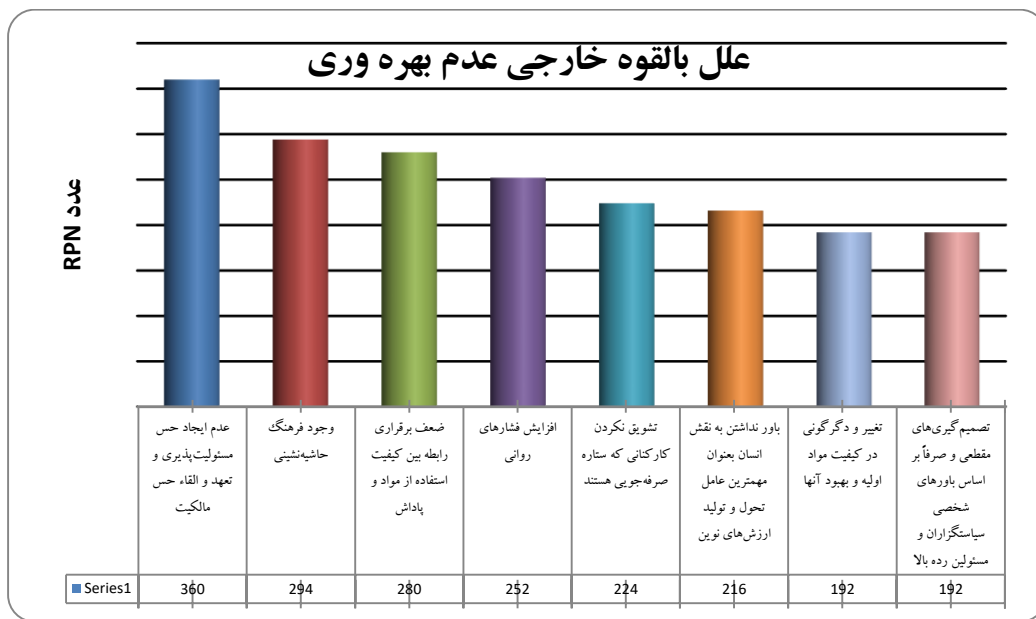
اقدام اصلاحی	اقدام پیشگیرانه	علل بالقوه عدم بهره‌وری
پیشنهاد استفاده از روش‌های متکی بر فرآیند یا فعالیت: ۱-مهندسی روش‌ها ۲-مهندسی مجدد	پیش‌بینی استفاده از روش‌های متکی بر فرآیند یا فعالیت: ۱-مهندسی روش‌ها ۲-مهندسی مجدد	عدم حذف مراحل زائد کاری
پیشنهاد استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات موثر و بهره‌ور تجهیزات	پیش‌بینی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر و بهره‌ور تجهیزات	تاخیر در تعمیر بموقع تجهیزات معیوب
پیشنهاد استفاده از نظام کنترل کیفیت جامع (TQC)	پیش‌بینی استقرار نظام کنترل کیفیت جامع (TQC)	رعایت کیفیت بر اساس گزارش QC نباشد
استفاده از یک طرح مناسب تسهیم دستاوردها با توجه به وضعیت موجود سازمان	برنامه‌ریزی استفاده از سیستم تسهیم دستاوردها مطابق نیازها و مقتضیات سازمان(می‌توان از طرح استاندارد تسهیم دستاوردهایی چون اسکالین، راکر و ایمپروشر استفاده نمود)	ضعف برقراری رابطه بین خوب مصرف کردن و پاداش
اهداف، استراتژی و سیاست‌های کلی یک نظام مبنای اصلی و چارچوب راهنما برای تعیین و تعریف منابع مورد نیاز و تخصیص بهینه آن‌هاست از این‌رو غیر قابل کنترل و عامل بیرونی سازمان محسوب می‌شود.	اهداف، استراتژی و سیاست‌های کلی یک نظام مبنای اصلی و چارچوب راهنما برای تعیین و تعریف منابع مورد نیاز و تخصیص بهینه آن‌هاست از این‌رو غیر قابل کنترل و عامل بیرونی سازمان محسوب می‌شود.	تصمیم‌گیری‌های مقطعی و صرفاً بر اساس باورهای شخصی سیاست‌گذاران و مسئولین رده بالا
پیشنهاد استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات موثر و بهره‌ور تجهیزات	پیش‌بینی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر و بهره‌ور تجهیزات	نبود نظام نگهداری و تعمیرات فراگیر
بازنگری در طراحی و فرمولاسیون محصولات	استفاده از روش‌های علمی و دقیق امکان‌سنجی فنی اقتصادی طرح‌های توسعه و مهندسی اقتصادی و همچنین انتخاب صحیح و به‌کارگیری کارا و موثر تکنولوژی	عدم استفاده از مکانیزاسیون و اتوماسیون
بهبود کیفیت مواد با توجه به دانش و مهارت کارکنان	سرمایه‌گذاری در پژوهش‌ها بنیادی و کاربردی (بهبود کیفیت مواد اولیه و با استفاده از فن‌آوری‌های نوین نانو و ...)	تغییر و دگرگونی در کیفیت مواد اولیه و بهبود آن‌ها

ماخذ: یافته‌های پژوهش

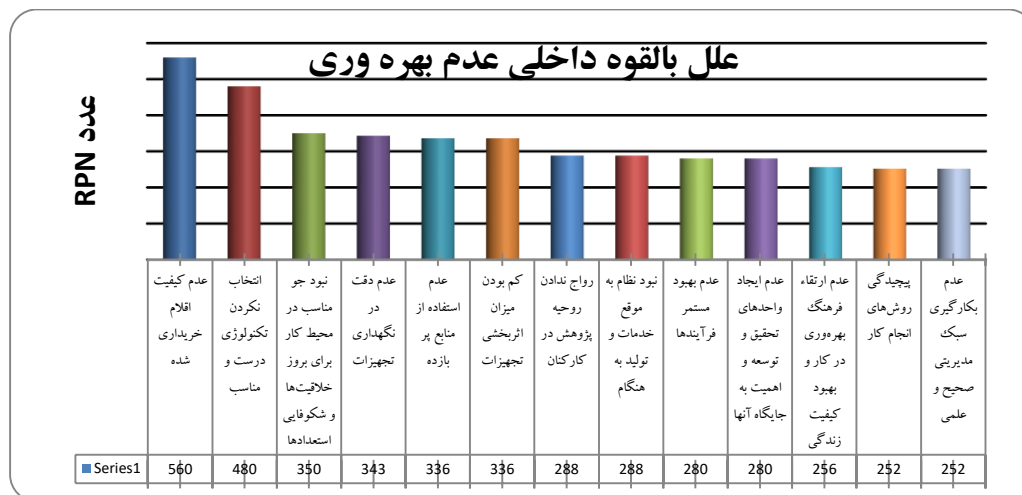
### نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این کار، با تکنیک دلفی و به کمک System-FMEA علل بالقوه (داخلی و بیرونی) عدم بهره‌وری یک سازمان صنعتی، مطابق جداول (۲) و (۳) شناسایی و فهرست شد. در راند دوم روش دلفی کاربرگ تجزیه و تحلیل علل بالقوه (خارجی و داخلی) عدم بهره‌وری مطابق جداول (۴) و (۵) ایجاد گردید و عدد RPN ۱۹۰، به‌عنوان حد قابل قبول جهت بررسی انتخاب گردید (عدد انتخابی کاملاً تجربی بوده و بسته به شرایط حاکم بر بهره‌وری سازمان، می‌تواند تعیین گردد). که با توجه به این عدد پیشنهادی، اولویت‌بندی علل بالقوه عدم بهره‌وری مطابق جدول (۶) فهرست گردید. در انتها برای عواملی که عدد RPN آن‌ها از حد قابل قبول فراتر رفته‌اند به منظور حذف و یا کاهش میزان وقوع علل بالقوه عدم بهره‌وری اقدام پیشگیرانه/اصلاحی مورد نیاز، مطابق جدول (۷) تعریف و تعیین شد و برای عواملی که عدد RPN آن‌ها از حد قابل قبول پایین‌تر به دست آمده، اقدام خاصی صورت نپذیرفت.

به منظور تحلیل‌های بیشتر و فراهم نمودن مرجعی کامل برای حل مشکلات عدم بهره‌وری شکل‌های (۵)، (۶)، (۷) آورده می‌شود و همچنین برای سازمان‌هایی که هنوز ایجاد نشده‌اند باید در علل‌هایی که عدد شدت آن‌ها عدد ۹ و ۱۰ می‌باشد باید مورد بررسی و حائز اهمیت باشد که در این کار نمودار (۸) آورده شد.



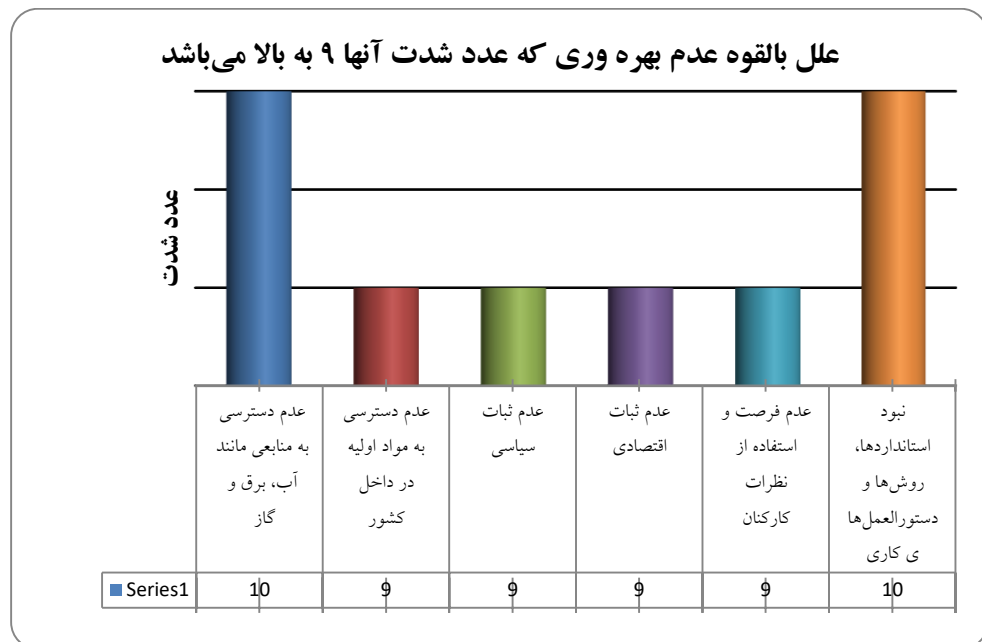
شکل ۵- علل بالقوه خارجی عدم بهره وری که دارای عدد RPN بالای ۱۹۲ می باشند.



شکل ۶- علل بالقوه داخلی عدم بهره وری که دارای عدد RPN بالای ۲۵۲ می باشند.



شکل ۷- علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری که عدد RPN آن‌ها ۱۹۲ تا ۲۴۵ می‌باشد.



شکل ۸- علل بالقوه خارجی/داخلی عدم بهره‌وری که عدد شدت آن‌ها ۹ و ۱۰ می‌باشند.

بدیهی است برای ایجاد و یا افزایش سطح بهره‌وری عامل یا علت به‌خصوصی را نمی‌توان ارائه نمود بلکه ارتقای بهره‌وری معلول ترکیبی از عوامل گوناگون است و هر کدام به نوبه خود تاثیر لازم را می‌گذارد از این‌رو مدیریت باید تلاش نماید تا با توجه به شرایط موجود در سازمان خود، اقدام به ترکیب بهینه‌ای از عوامل بزند تا با استفاده از آن بتواند به حداکثر کارایی دست پیدا نماید.

با توجه به تجزیه و تحلیل علل بالقوه خارجی عدم بهره‌وری در این کار، پیشنهاد می‌شود دولت باید با مکانیزم‌های تشویقی و ارائه تسهیلات و حمایت‌ها، زمینه‌های حرکت گسترده بهره‌وری در کشور را فراهم نماید تا واحدهای کسب و کار با انگیزه کافی خود در پی ارتقاء بهره‌وری در واحدهای خودشان باشد و نقش رسانه‌ها و تشکل‌ها در تقویت انگیزه و آموزش بهره‌وری بسیار موثر می‌باشد. همچنین تدوین استانداردهای کیفیت زندگی کاری در سطح کشور موجب ارتقاء انگیزه و کرامت انسانی می‌گردد.

با توجه به تجزیه و تحلیل علل بالقوه داخلی عدم بهره‌وری در این کار، پیشنهاد می‌شود در سازمان‌هایی که هنوز ساختار آن‌ها ایجاد نشده است، مدیریت بهره‌وری که وظیفه آن ایجاد یک نقطه کانونی برای فعالیت‌های بهره‌وری در تمامی سطوح سازمان باشد، ایجاد گردد و یا سازمان‌هایی که دارای بهره‌وری کم می‌باشند گروه‌ها و کمیته‌های بهره‌وری تشکیل دهند. در مرحله بعد آموزش‌های لازم در مراکز کار انجام پذیرد. روش‌هایی ایجاد گردد تا کارکنان هر بخش سازمان از حاصل ارتقاء بهره‌وری که خود در آن نقش داشتند متناسب با میزان نقش‌شان بهره‌مند شود. فرهنگ‌سازی باید هدفمند برنامه‌ریزی شده و تمام شمول باشد به گونه‌ای که تمامی اعضای سازمان مروج بهره‌وری باشند. نکته کلیدی که باید توجه داشت تدوین روش‌های اجرایی که با آن‌ها بهره‌وری قابل حصول

بوده و تعریف شاخص‌هایی کمی که بتوان با آن اثربخشی برنامه‌های بهره‌وری را اندازه‌گیری نمود و سپس فراخور مشکلات پیش آمده پروژه‌های بهبود تعریف نمود.

### پیشنهادها

در این کار تجزیه و تحلیل علل بالقوه خارجی/داخلی عدم بهره‌وری یک سازمان صنعتی با تکنیک FMEA انجام پذیرفت، در این کار اهمیت همه شاخص‌های ریسک به‌صورت یکسان در نظر گرفته شد و همچنین فاکتور هزینه لحاظ نشده است و همین امر باعث شده است تا از کارایی این تکنیک کاسته شود. از آنجا که عدم توجه به اهمیت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر در ارزیابی و اولویت بندی خرابی‌ها، تاثیرات مهمی بر جای می‌گذارد، لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی در محاسبه ریسک، میزان اهمیت شاخص‌ها و نیز اولویت خرابی‌ها نسبت به یکدیگر از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی فازی استفاده گردد.

### منابع

- ۱- Dabiry G, & vadaie-kheiry H,(۲۰۰۴) Implementation of Failure Mode and Effect Analysis. (۲rd ed). Tehran: Atena.
- ۲-Daimler C.C, (۲۰۰۱) Potential Failure Mode And Effects Analysis (FMEA), (۲rd ed), (WWW.QS ۹۰۰۰.com/FMEA).
- ۳- Rezaee, K, Seaidi M., & Noory B, (۲۰۰۵) Failure Mode and Effect Analysis ۱۰, Tehran: Atena.
- ۴- Belu N, Khassawneh N., & Al Ali A.R,(۲۰۱۳) Implementation of Failure Mode, Effects and Criticality Analysis in the Production of Automottive Parts; QUAL ITY access to success Vol. ۱۴, No. ۱۳۵.
- ۵- Bahrami M, Hadizadeh Bazzazb D, & Sajjadi M, (۲۰۱۲) Innovation and Improvements In Project Implementation and Management; Using FMEA Technique. Procedia - Social and Behavioral Sciences ۴۱, pp. ۴۲۵ – ۴۱۸.

- ۶- Prajapati D.R, (۲۰۱۲) Implementation of Failure Mode and Effect Analysis: A Literature Review, International Journal of Management, IT and Engineering, vol. ۲, Issue ۲, ۲۶۴-۲۹۲.
- ۷- Chen L.H., Long L., & Nan L, (۲۰۱۳) Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review, Expert Systems with Applications ۴۰, p.p.۸۲۸-۸۳۸.
- ۸- Taheri sh, (۱۹۹۹) Productivity & analysis on Organizations (Total Productivity Management). Tehran, ۱st Edition, Tehran: Nashr Hestan.
- ۹- Modirrit B.B, (۲۰۰۱) Productivity Plus: How Today (John Belcher), (۲rd ed).Tehran: Entesharat karafrinan basir.
- ۱۰- Motarjeman G, (۲۰۰۱) Productivity and Quality Management: A Modular Programme, edited by Josheph Prokopenko and Klaus North. (۲rd ed).Tehran: Entesharat karafrinan basir.
- ۱۱- Chen L.H., & et Al., Using an HRM pattern to examine the productivity of manufacturing firms: an empirical study, International journal of manpower, vol. ۲۴, No. ۳, ۲۰۰۳, pp۲۹۹-۳۱۸.
- ۱۲- Kramar R, (۱۹۹۸) Flexibility in austrialia: implication for employeemes and managers. employees relation, Vol. ۲۰, No. ۵, ۱۹۹۸, pp۴۵۳-۴۶۰.
- ۱۳- Wysocki Alen F, & Kepner Karl W, (۲۰۰۶) Management beliefs that tend to reduce association motivation and productivity. <http://edis.ifas.ufl.edu//>.
- ۱۴- Stainer A, (۱۹۹۵) Productivity management: The japanese experience. Management Dicision, Vol. ۳۳, No. ۸, pp ۴-۱۲.
- ۱۵- Vaziri S, Mansouri H, & Adiban A, (۲۰۱۰) Identification & Prioritize the Factors Affecting The Productivity of Human Resources with MADM Technique, Journal of Civility & Training, No ۱۰۰.
- ۱۶- Megalli B, & Sanderson G, (۱۹۷۸) Productivity Quality Of Working Life a Key Factor?; Labour Gazette, PP.۵۰۰-۵۰۴.
- ۱۷- Francalanci C, & Gotal H, (۱۹۹۸) Information Technology and Worker Composition: Determinants of Productivity in the Life Insurance Industry, MIS Quarterly.
- ۱۸- Chapman R, & Al-khawoldeh K, (۲۰۰۲) quality management worldwide, The TQM magazine, vol. ۴, No. ۴, pp ۲۴۸-۲۶۲.
- ۱۹-Stonenhuis h, & Debruijn E, (۲۰۰۶) International shop floor level productivity differencess jurnal of manufacturing technology management, vol. ۱۷, no. ۱, pp ۴۲-۵۵.
- ۲۰-Walker A.M, & Selfe J, (۱۹۹۶) The Delphi method: a useful tool for the allied health researcher. Br J Ther Rehabil; ۳(۱۲): ۶۷۷-۸۱.

... به‌کارگیری تکنیک FMEA برای تمایز و تحلیل عوامل موثر ... / ۱۳۸

۲۱-Fathian M, Akhavan P, Hoorali M, & Jafari M, (۲۰۰۷) Application of Delphi Technique for Development of E-Readiness Assessment Model: A Study on Small and Medium Enterprises of Iran, IRMA International Conference, ۶۳۲-۶۳.