



تحلیل بنیادی و بهبود عملکرد سیستم مصرف برق، آب و گاز در صنایع فولاد (مطالعه موردی: فولاد احیا استیل بافت و توسعه آهن و فولاد گل گهر سیرجان)

(جواد شکری زاده)

(کارشناس ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه باهنر کرمان - مدیر برنامه ریزی و بهینه سازی، شرکت نیپک مس سرچشمه و MMTE گل گهر سیرجان)

(زهرا شکری زاده)

(کارشناس مهندسی صنایع - دانشگاه آزاد کرمان)

۱. چکیده:

صنعت فولاد مسیر رشد و توسعه را به خوبی طی کرده است؛ اما بروز چالش‌ها و تنگنایهای موجود در صنعت فولاد بیان‌کننده این است که به الزامات توسعه متوازن و پایدار کم‌توجهی شده است. چالش‌های امروز و آینده صنعت فولاد کشور ما حاصل کم‌توجهی به ارکان مهم و اصلی توسعه پایدار یعنی حفظ محیط‌زیست، منابع انرژی پایدار، تأمین پایدار مواد اولیه و زیرساخت‌های حمل‌ونقل است. ضروری است قبل از اینکه چالش‌های زیست‌محیطی، انرژی، حمل‌ونقل و چالش مواد اولیه به بحران تبدیل شود اقدامات اصلاحی و زیرساخت‌های لازم فراهم گردد. این پژوهش به مقایسه ریسک‌های حمل‌ونقل و زیر ساختی در صنایع فولاد بر دوپایه ریسک هزینه‌ای و احتمال وقوع با یکدیگر در دو کارخانه مدول احیاء استیل بافت که معادنی در نزدیکی خود ندارد و گل‌گهر (مگا مدول کوثر توسعه آهن) که معادن در کنار آن قرار دارد با پیاده سازی سیستم های مدیریت انرژی (EMS) جهت بهینه سازی سیستم پرداخته است. تا بتوان نتیجه‌گیری کرد کدام یک از ریسک‌ها تأثیر بیشتری بر کدام کارخانه دارد. این ریسک‌ها بر دوپایه ریسک هزینه‌ای و احتمال وقوع با یکدیگر مقایسه شدند در نهایت ریسک برق برای مگا مدول کوثر و ریسک حمل‌ونقل برای مدول بافت ریسک‌هایی بودند که از بیشترین ارزش برخوردار بودند.

۲. واژگان کلیدی: ریسک، حمل‌ونقل، صنایع فولاد، ریسک‌های زیرساختی (آب، برق و گاز)



۳. مقدمه:

آهن و فولاد مهم‌ترین مؤلفه موردنیاز برای توسعه زیرساخت‌های کشور هستند. ایران به‌عنوان دهمین تولیدکننده فولاد در جهان با ظرفیت تولید بیش از ۴۵ میلیون تن در سال به تولید و صادرات بیش از ۳۲ میلیون تن فولاد اعم از شمش فولادی، محصولات فولادی و آهن اسفنجی در سال می‌پردازد؛ بنابراین بخش قابل‌توجهی سرمایه‌گذاری در این حوزه صورت گرفته که بخش زیادی از این سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و توسط دولت انجام می‌شود که یکی از این زیرساخت‌های لازم وجود سنگ آهن و سایر نهاده‌های لازم در نزدیکی کارخانه است (قادیانی و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از گلوگاه‌های مهم در این صنعت محل تأسیس کارخانه‌ها است. از آنجایی که کارخانه‌های فولاد اغلب در نزدیکی معادن احداث می‌شوند مسئله تأمین آب، برق و گاز به‌عنوان چالشی مطرح در این صنعت است. از طرفی تولید فولاد نیازمند مصرف آب بسیار زیادی است به‌طوری که سالانه به ۲۹۴ میلیون مترمکعب آب لازم دارد که باتوجه به شرایط بحرانی تأمین آب در کشور این صنعت قادر به تهیه آب از طریق آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی نمی‌باشد. منبع اصلی و قابل‌اطمینان تأمین آب موردنیاز این صنعت شیرین‌سازی و انتقال آب دریا است؛ لذا این انتقالات هزینه زیادی را به همراه خواهد داشت. در حوزه انتقال گاز نیز به علت پراکندگی خطوط انتقال گاز در کشور نیاز به تکمیل و بهره‌برداری سریع‌تر خطوط انتقال گاز در حاشیه دریای عمان و در جنوب کشور و توسعه خط هفتم انتقال گاز کشور موسوم به خط صلح، به‌گونه‌ای است که توان انتقال گاز موردنیاز به مناطق حائز اولویت استقرار واحدهای فولادی را داشته باشد. در حوزه تأمین برق نیز باتوجه به مصرف ۹۲۳۰ مگاواتی هرساله این صنعت و بحران‌های ادامه‌دار آب و برق همراه با محل‌های نامناسب نیروگاه‌های برق که راندمان آن را کاهش می‌دهد لازم است سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت تأمین منابع مالی و ارائه تسهیلات داخلی در نظر گرفته شود. چالش دیگری که در این صنعت وجود دارد شبکه‌های حمل‌ونقلی است که برآورد می‌شود در سال ۱۴۰۴ معادل ۱۷ میلیون تن جابه‌جایی ریلی صورت خواهد پذیرفت که باتوجه به صادرات محصول به‌وسیله خطوط راه آهن می‌بایست از این مورد به‌عنوان گلوگاه نام برد چالش‌هایی موجود در این صنعت چالش‌های زیست‌محیطی است که باید مکان‌یابی استقرار واحدهای صنعتی بر مبنای معیار محیط‌زیست صورت پذیرد. هدف این پژوهش مقایسه، یافت و امتیازدهی به ریسک‌های موجود در چالش‌های زیرساختی (شامل آب، برق و گاز) و بخش حمل‌ونقل کارخانه‌های فولادسازی گل‌گهر که معدن در کنار آن قرار دارد و کارخانه فولادسازی بافت که معدنی در نزدیکی خود ندارد و مواد اولیه خود را از کارخانه‌های دیگر تهیه می‌کند است. (قادیانی و همکاران، ۲۰۱۲)

۱.۳. ادبیات و پیشینه:

در پژوهش مدیریت ریسک در کارخانه‌های فولادی توسط (Mali And Dube, 2018) انجام شد، به بررسی ریسک‌ها در کارخانه‌های فولادی کشور هند پرداخت و پس از شناسایی ریسک‌های کارخانه‌های فولادی در این کشور به کشف راهبردهای واکنشی به برای موارد پرخطر شناسایی شده پرداخت و در نهایت با تحلیل نتایج به‌دست‌آمده متوجه شد عمده ریسک‌ها در حوزه ساخت‌وساز پروژه است.

(Olatunji, 2018) پژوهشی رابطه با علل شکست پروژه کارخانه فولاد آجاوکوتا انجام داد بی‌توجهی ذی‌نفعان را به تحقیقات قبل از احداث کارخانه، نادیده گرفتن نظرات مخالف نظر خود و بی‌توجهی به ریسک‌های موجود را که باعث تأخیر زیاد و در نهایت شکست پروژه می‌شدند را علت شکست این پروژه اعلام کرد این شکست پیامدها و هزینه‌های هنگفتی را به همراه داشت و این شکست را به‌عنوان درسی بزرگ برای بقیه پروژه‌ها در کشور نیجریه بیان کرد.



(Strom, 2017) پژوهشی در رابطه با بررسی سیستماتیک تحلیل ریسک در پروژه‌های بزرگ انجام داد که ریسک درآمدی در حین انجام دارا بودند. به علت ماهیت پروژه‌ها هرگونه انحراف احتمالی در جهت رسیدن به اهداف بسیار مهم بوده و باعث عقب ماندن از برنامه‌بودجه است. در نهایت با جمع‌آوری مطالعات صورت گرفته به بررسی و طبقه‌بندی تکنیک‌های تحلیل ریسک در این پروژه‌ها پرداخت.

(افضل و همکاران، ۲۰۲۱) در پژوهش مروری بر روش‌های ارزیابی ریسک مبتنی بر هوش مصنوعی برای ثبت وابستگی‌های متقابل پیچیدگی و ریسک مازاد هزینه در پروژه‌های ساختمانی روشی برای ارزیابی کمی ریسک‌های پروژه‌های ساخت‌وساز ارائه کردند ابتدا ریسک‌ها را یافتند و آن‌ها را اولویت‌بندی کردند سپس با استفاده از روش IRAP , MCS به تعیین کمیت خطرات و هم چنین تحلیل حساسیت پرداختند.

(اشتری و همکاران، ۲۰۲۲) برای مدیریت ریسک در پروژه‌های ساخت‌وساز که ریسک هزینه‌ای زیادی داشتند و به علت مشکل مازاد هزینه‌ها و به دلیل عدم قطعیت اطلاعات ریسک و پیچیدگی شبکه ریسک پس از یافتن و طبقه‌بندی کردن این ریسک‌ها برای ارزیابی ریسک‌های موجود از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای حل پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌ها بهره بردند و در نهایت برتری این روش را نسبت به ارزیابی ذهنی داده‌های ریسک بیان کردند.

(برقی، ۲۰۲۰) به ارزیابی کمی و کیفی پروژه با استفاده از مدل ترکیبی PMBOK که در شرایط عدم قطعیت توسعه یافته است پرداختند این مطالعه در صنعت نفت و گاز صورت پذیرفت و شناسایی و جمع‌آوری ریسک‌های موجود برای هر ریسک احتمال و ارزشی به دست آوردند و با استفاده از اثرات بالاتر از آستانه در ماتریس کل و ماتریس‌های ضربه و نرمال شده به اولویت‌بندی و تحلیل نتایج پرداختند.

(Liu And Sun, 2020) در مورد روش ارزیابی ریسک پروژه PPP بر اساس مدل عنصر ماده بهبود یافته به شناسایی ریسک‌های موجود در اجرای پروژه‌های مشارکت عمومی خصوصی پرداختند که ریسک‌های دولتی، ریسک‌های بازار و ریسک‌های پروژه به صورت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار گرفتند و در نهایت ارزشی برای هر ریسک محاسبه و ریسک‌ها بر اساس ارزش اولویت‌بندی شدند.

۴. روش تحقیق:

۱.۴. پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت انرژی (EMS):

از سیستم‌های مدیریت انرژی پیشرفته‌ای را برای نظارت، کنترل و بهینه‌سازی مصرف انرژی در زمان واقعی ایجاد گردید. از EMS برای شناسایی فرایندها و تجهیزات پر انرژی استفاده گردید (Aman, et al, 2017)

۲.۴. فناوری‌های کم‌مصرف:

توجه به فناوری‌های پیشرفته مانند کوره‌های کم‌مصرف، سیستم‌های گرمایش و سرمایش و راه‌حل‌های روشنایی کارآمد و پیاده‌سازی سیستم‌های بازیافت انرژی برای جذب و استفاده مجدد از گرمای تلف شده (Castro Oliveira, et al, 2020)



۳.۴. بهینه‌سازی:

بهینه‌سازی فرایندهای تولید برای دستیابی به فعالیت‌های انرژی بر (Wang, et al, 2018) اجرای تکنیک‌های یکپارچه‌سازی برای استفاده از انرژی گرمایی و کاهش تلفات.

۴.۴. سیستم‌های کنترل پیشرفته:

سیستم‌های کنترل پیشرفته، از جمله یادگیری ماشین (ML)، می‌توانند برای بهینه‌سازی عملکرد تجهیزات به کار گرفته شوند. (Morariu, et al, 2020)
توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده برای نگهداری تجهیزات می‌تواند به جلوگیری از خرابی و بهینه‌سازی مصرف انرژی کمک کند. (Morariu, et al, 2020)

۵.۴. ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر:

منابع انرژی مانند خورشید، باد یا زیست‌توده را می‌توان به صورت ترکیبی ارزیابی کرد. (Spiru, 2023)
پانل‌های خورشیدی، توربین‌های بادی یا سایر سیستم‌های انرژی را می‌توان در محل نصب کرد تا انرژی پاک تولید شود (Philips, et al, 2008)

۶.۴. استراتژی‌های مدیریت:

استراتژی‌های مدیریت برای تغییر قدرت و استفاده از سوخت‌های جایگزین. (Dwarshala, et al, 2008)

۷.۴. پایش انرژی:

سیستم‌های نظارت بر انرژی را می‌توان برای ردیابی مصرف انرژی در زمان واقعی نصب کرد. (Dwarshala, et al, 2023)
عملکرد انرژی را در مقابل استانداردهای صنعت کیفیت قرار داد و به طور مداوم برای بهبود تلاش نمود. (Rani, et al, 2023)

۸.۴. آموزش و آگاهی:

ارائه‌های آموزشی برای افزایش آگاهی از شیوه‌های صرفه‌جویی در انرژی. (Moghayedi, et al, 2023)
فرهنگ بهره‌وری انرژی را فراگرفت و در شناسایی و اجرای طرح‌های صرفه‌جویی در انرژی مشارکت نمود (Camacho, et al, 2023)

۹.۴. بهینه‌سازی زنجیره تأمین:



می‌توان با تأمین‌کنندگان مناسب برای تأمین مواد اولیه و قطعات با انرژی کمتر مذاکره نمود. (Crook, et al, 2007)

این پژوهش در حال بهینه‌سازی لجستیک و حمل‌ونقل برای کاهش مصرف انرژی در زنجیره تأمین است. (Borgatti, et al, 2009)

۱۰.۴. نظارت و بهبود مستمر:

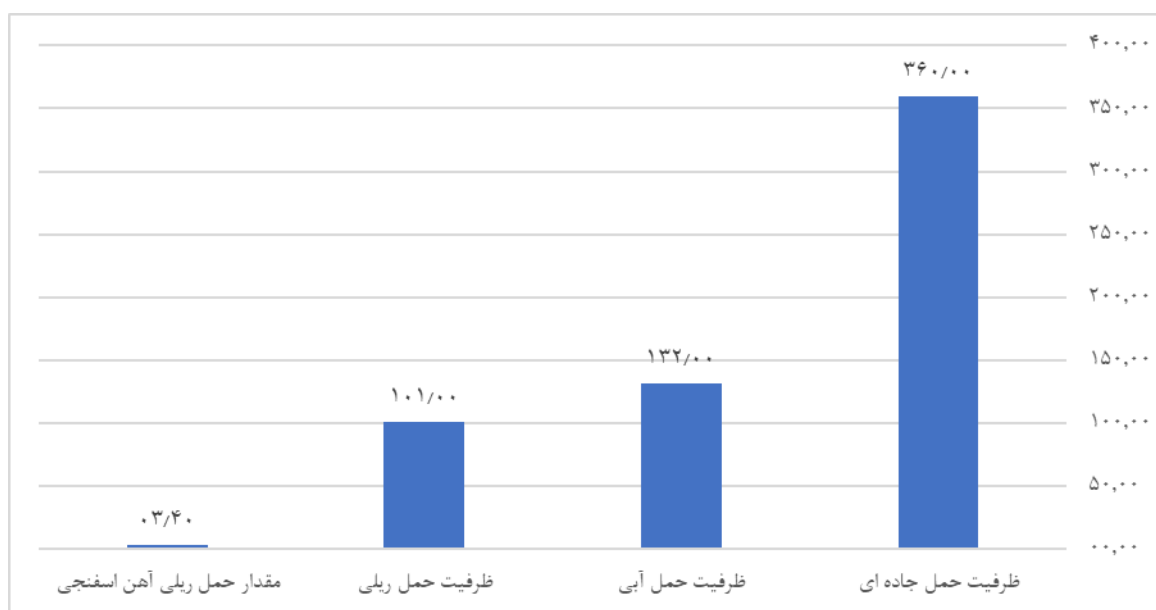
یک چرخه بهبود مستمر باید از طریق نظارت بر عملکرد، ارزیابی مجدد دوره‌ای طرح‌های بهره‌وری انرژی و تنظیم استراتژی‌ها بر اساس تغییر چشم‌انداز انرژی اجرا شود. (Schmidheiny, 1992)

۱۱.۴. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه انرژی:

تخصیص منابع برای تحقیق و توسعه برای کشف فناوری‌ها و فرایندهای نوآورانه که می‌تواند مصرف انرژی در تولید فولاد را افزایش دهد. (Duflo, et al, 2012)

مطالعات قبلی صورت‌گرفته در این حوزه به شناسایی ریسک‌های موجود در زمینه‌های ساخت و عملیات‌های موجود در کارخانه فولاد پرداخته بودند؛ ولی هیچ‌کدام ریسک‌های بین دو کارخانه فولاد که دارای معدن و فاقد معدن هستند را بررسی و مقایسه نکرده‌اند. به این منظور به دنبال پرکردن این شکاف با بررسی کوچکی بین دو ریسک حمل‌ونقلی و زیرساختی (آب، برق، گاز) در دو کارخانه دارای معدن و فاقد معدن و مقایسه این دو با یکدیگر هستیم.

بخش زیادی از سهم حمل‌ونقل در حوزه فولاد و تولید آهن اسفنجی با توجه به شکل ۱ را حمل‌ونقل ریلی به خود اختصاص داده است با توجه به داده‌های موجود به طور سالیانه ۱۰۱ میلیون تن آهن اسفنجی از این طریق حمل می‌شود که نسبت به حمل‌ونقل‌های زمینی که ۳۶۰ تن در سال و حمل‌ونقل آبی (۱۳۲ تن) عدد چشمگیری است.





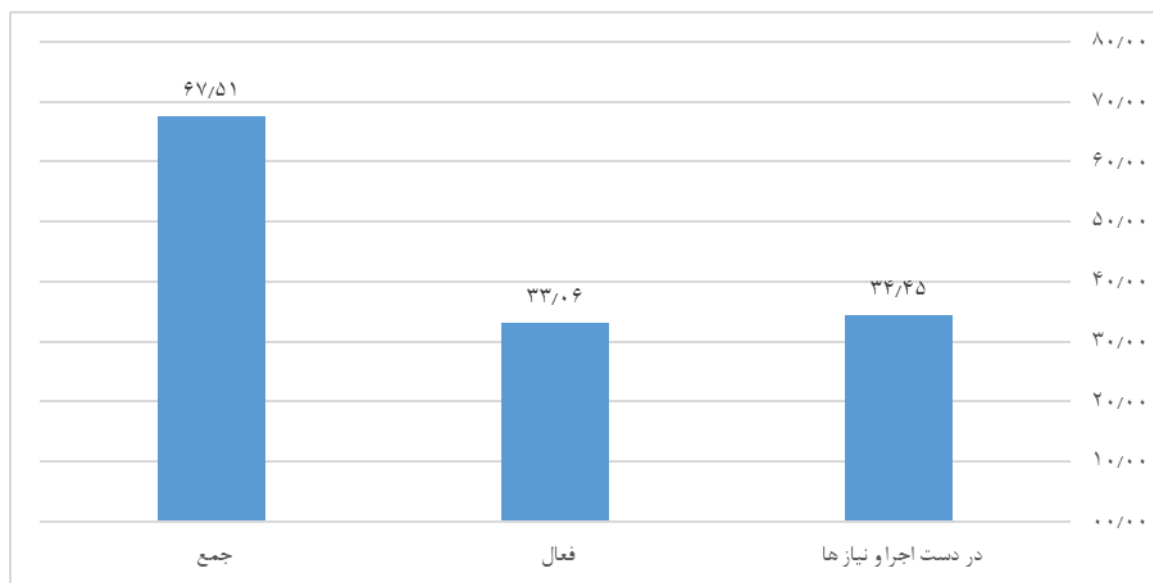
شکل ۱. ظرفیت حمل و نقل ها به تفکیک نوع حمل و نقل (میلیون تن)

با استفاده از داده‌های موجود از کارخانه فولاد بافت می‌دانیم که ظرفیت تولید این کارخانه سالانه ۸۰۰ هزار تن آهن اسفنجی است و برای حمل‌ونقل این کارخانه از کامیون‌هایی با ظرفیت ۲۲ تن و هزینه حمل برای هر کامیون ۱۲ میلیون تومان است؛ بنابراین هزینه حمل‌ونقل سالیانه‌ای معادل ۴۳۶ میلیارد تومان برای ۰/۸ میلیون تن است. برای کارخانه مگا مدول کوثر (توسعه آهن) که با ظرفیت ۱/۷ میلیون تن سالیانه در حال تولید آهن اسفنجی است هزینه‌های حمل‌ونقل به دو بخش حمل‌ونقل ریلی و حمل‌ونقل با کامیون تقسیم می‌شود که هزینه هر یک به ترتیب ۲۳۸ و ۳۴۳ میلیارد تومان است. از آنجایی که ریسک حمل‌ونقل آهن اسفنجی با کامیون به علت خرابی‌های ماشین، سرعت پایین و کیفیت بد جاده‌ها از ریسک بالاتری نسبت به حمل ریلی برخوردار است عدد احتمال ریسک به‌دست‌آمده با استفاده از جدول ۱ برای حمل‌ونقل کارخانه بافت برابر ۰/۷ و مگا مدول کوثر (توسعه آهن) به علت استفاده از ترکیبی از حمل‌ونقل ریلی و کامیونی برابر ۰/۳ است.

جدول ۱. احتمال وقوع

احتمال		شرح
ارتباط	عدد	
خیلی کم	۰/۱	احتمال وقوع بسیار کم است
کم	۰/۳	به احتمال زیاد رخ نخواهد داد
متوسط	۰/۵	ممکن است رخ دهد
زیاد	۰/۷	محتمل الوقوع
خیلی زیاد	۰/۹	احتمال وقوع بسیار زیاد است

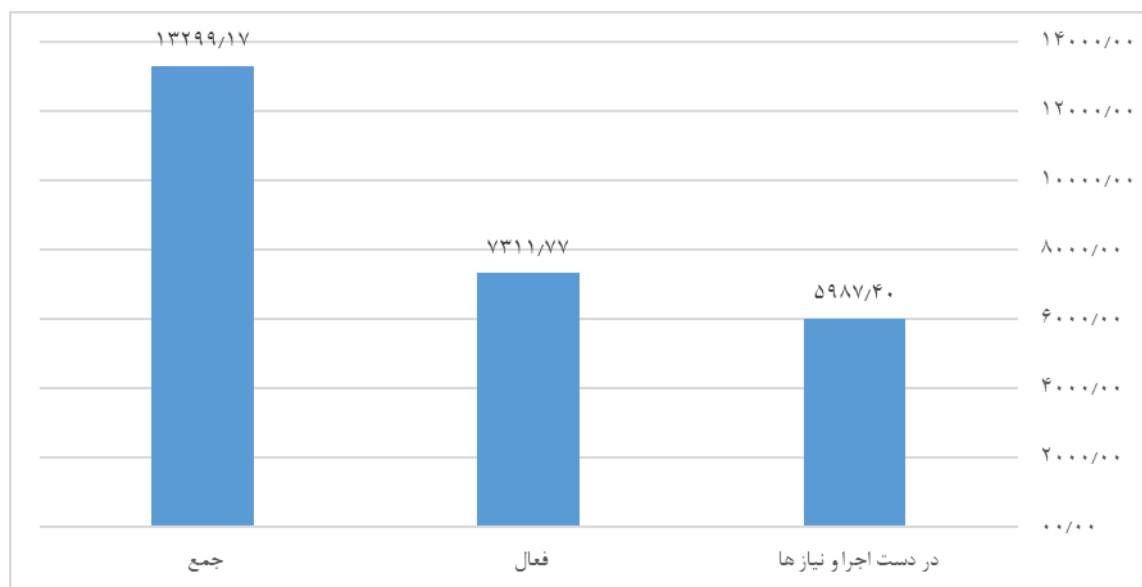
آب رکنی اساسی در صنعت فولاد و تولید آهن اسفنجی است که برای خنک‌کردن و تمیزکردن دستگاه‌ها استفاده می‌شود. باتوجه‌به بحران‌های کمبود آب در ایران خصوصاً در شهر کرمان که در منطقه‌ای خشک قرار گرفته است تأمین آب به‌عنوان خطری برای صنایع فولادی در نظر گرفته می‌شود. مصرف آب صنعت ساخت آهن اسفنجی در طی یک سال در کشور به شرح شکل ۲ است.



شکل ۲. مصرف سالیانه آب در تولید آهن اسفنجی (میلیون متر مکعب)

برای حل مشکل خطر آب مگا مدول کوثر (توسعه آهن) به علت خرید آب از بندرعباس از طریق لوله‌کشی خلیج فارس به کارخانه از ریسک نبود و نبود آب پایین‌تری برخوردار بوده و با استفاده از جدول عدد احتمال ریسک ۰/۳ برای آن و ولی با هزینه زیادی بالغ بر ۶/۳۴۸ میلیارد تومان در سال مواجه است. از طرفی کارخانه احیای مستقیم فولاد بافت به دلیل استفاده از سیستم RO و هم چنین تأمین آب از طریق سد بافت از هزینه‌های کمتری نسبت به فاز مگا مدول کوثر (توسعه آهن و فولاد گل) خواهد داشت که این هزینه‌ها برابر ۲/۷۶ میلیارد تومان است؛ اما از طرفی باتوجه به وجود کرمان در منطقه‌ای کم آب و احتمال تمام شدن آب سد بافت خطر مواجهه با کمبود آب برای این کارخانه وجود دارد؛ بنابراین احتمال ریسک آب برای کارخانه بافت با کمک جدول ۱ برابر ۰/۵ است.

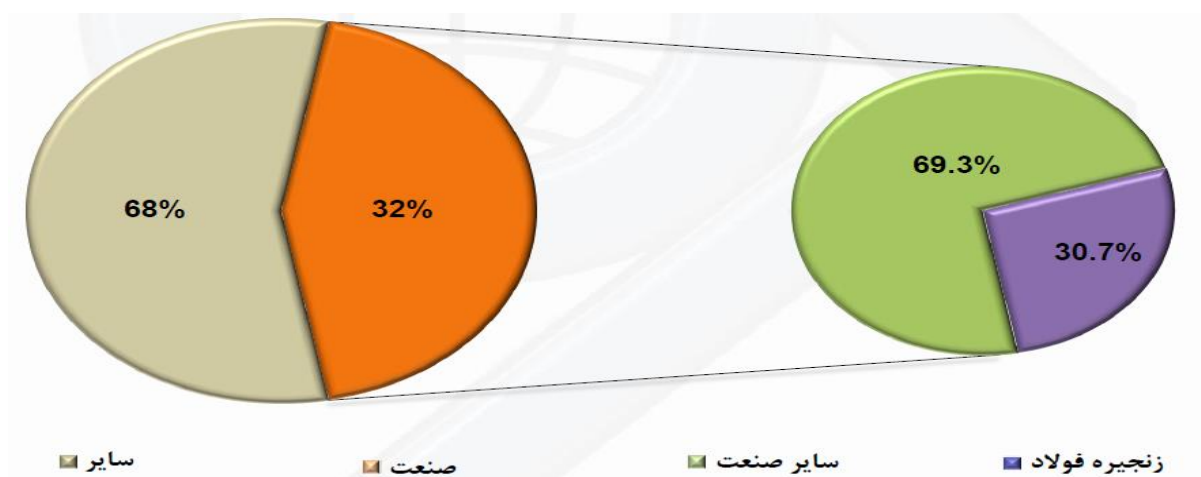
هزینه‌های دیگری که در کارخانه احیای مستقیم فولاد به عنوان ریسک هزینه‌ای شناخته می‌شود و باید سعی در کمینه کردن آن داشت هزینه‌های گاز است. شکل ۳ مصرف گاز در سال در ساخت آهن اسفنجی را نمایش می‌دهد.



شکل ۳. مصرف سالیانه گاز در تولید آهن اسفنجی (میلیون متر مکعب)

مگا مدول کوثر (توسعه آهن) به دلیل قرارگرفتن در مجموعه کارخانه‌های گل‌گهر و تقسیم گاز بین کارخانه‌ها دارای افت فشار زیادی است که موجب افزایش ریسک گازرسانی در این کارخانه می‌شود از طرفی به علت استفاده از تقویت فشار برای جبران فشارهای پایین از هزینه‌های بیشتری معادل ۴۹۱/۷ میلیارد تومان داراست و باید سعی در استفاده بهینه از این منبع به عمل آید. کارخانه مدول احیا استیل بافت نسبت به کارخانه مگا مدول کوثر (توسعه آهن) از سیستم گازرسانی قوی‌تری برخوردار است و از طرفی به علت اینکه کارخانه دیگری را در نزدیکی خود ندارد از فشار گاز بیشتری داراست که این امر باعث هزینه‌های کمتر این کارخانه می‌شود هزینه‌های گاز برای این کارخانه معادل ۳۹۳/۳۶ میلیارد تومان است.

هزینه نهایی که به‌عنوان ریسک هزینه‌ای در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد هزینه‌های سیستم برق‌رسانی کارخانه مطابق شکل ۴ است. مصرف برق صنایع در ایران تنها ۳۲ درصد مصرف کل برق ایران است که از این قسمت سهم فولاد برابر ۳۰/۷ درصد است.





شکل ۴. هزینه‌های سیستم برق رسانی

از آنجایی که کشور در بحران کمبود برق به سر می‌برد؛ قطعی برق یکی از دغدغه‌های اصلی کارخانه‌های احیای مستقیم فولاد است به طوری که اغلب در ماه حداقل یک‌بار با قطعی برق مواجه رخ می‌دهد. کارخانه مگا مدول کوثر (توسعه آهن) نیز به علت مصرف زیاد برق و داشتن هزینه‌هایی برابر ۴۸۱/۶۸ میلیارد تومان در سال معمولاً هر هفته چندین بار با قطعی برق روبرو می‌شود و از خطر بالای قطعی برق برخوردار است؛ بنابراین احتمال این ریسک باتوجه به جدول عدد احتمال ۰/۹ در نظر گرفته می‌شود. به علاوه کارخانه مدول احیا استیل بافت نیز با هزینه‌های ۲۶۷/۶ میلیارد تومان و قطعی‌های برقی به نسبت کمتر از کارخانه مگا مدول کوثر (توسعه آهن) دارای عدد احتمال ریسک ۰/۷ است.

باتوجه به داده‌های موجود به تحلیل هزینه‌ای ریسک‌ها، ارزش ریسک‌ها و ارائه نتایج پرداخته خواهد شد.

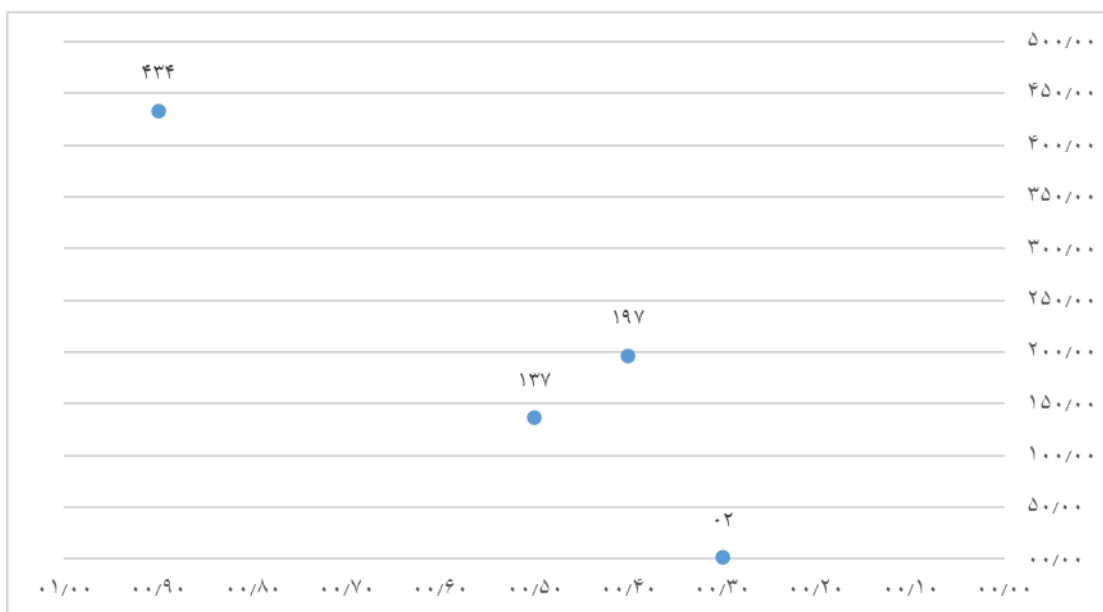
۵. یافته‌ها:

پس از وارد کردن هزینه‌ها و ارزش‌های در نظر گرفته شده برای هر ریسک ارزش هر ریسک را با ضرب هزینه آن در احتمال وقوع ریسک مطابق جدول ۲ به دست می‌آوریم (تمامی موارد بر اساس ۰/۸ میلیون تن محاسبه گردیده است).

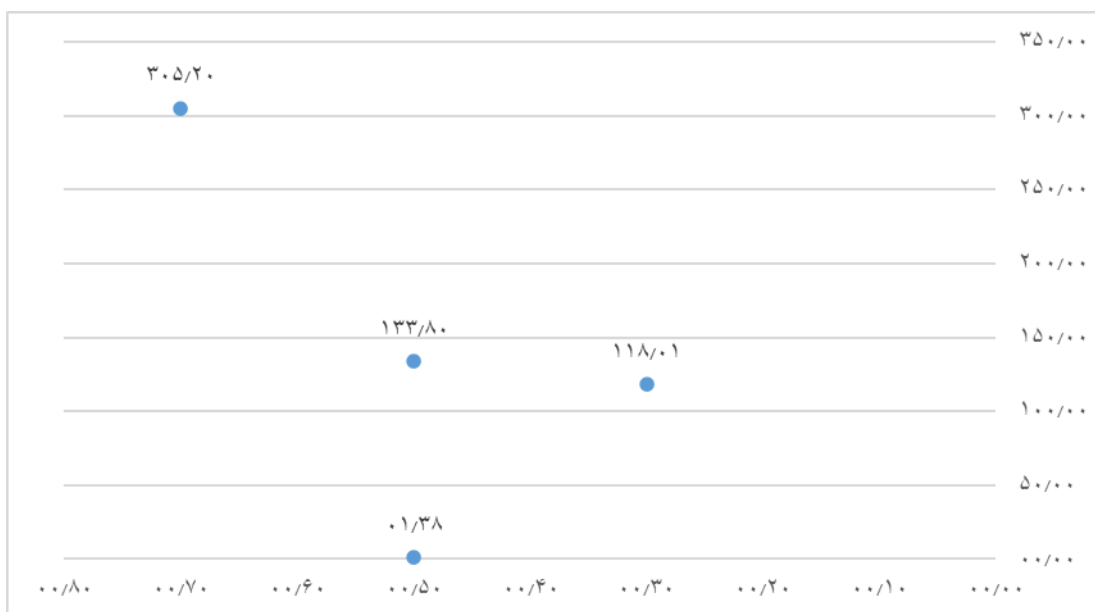
جدول ۲. ارزش ریسک‌ها

هزینه مگا مدول کوثر (توسعه آهن) به ازای ۰/۸ میلیون تن تولید در سال و هزینه‌ها بر اساس میلیارد	هزینه بافت	ریسک مگا مدول کوثر (توسعه آهن)	ریسک مدول احیا استیل بافت	ارزش‌های مگا مدول کوثر (توسعه آهن)	ارزش‌های مدول احیا استیل بافت
۶/۳۴۸	۲/۷۶	۰/۳	۰/۵	۱/۹۰۴۴	۱/۳۸
۴۸۱/۶۸	۲۶۷/۶	۰/۹	۰/۵	۴۳۳/۵۱۲	۱۳۳/۸
۴۹۱/۷	۳۹۳/۳۶	۰/۴	۰/۳	۱۹۶/۶۸	۱۱۸/۰۰۸
۲۷۳	۴۳۶	۰/۵	۰/۷	۱۳۶/۵	۳۰۵/۲

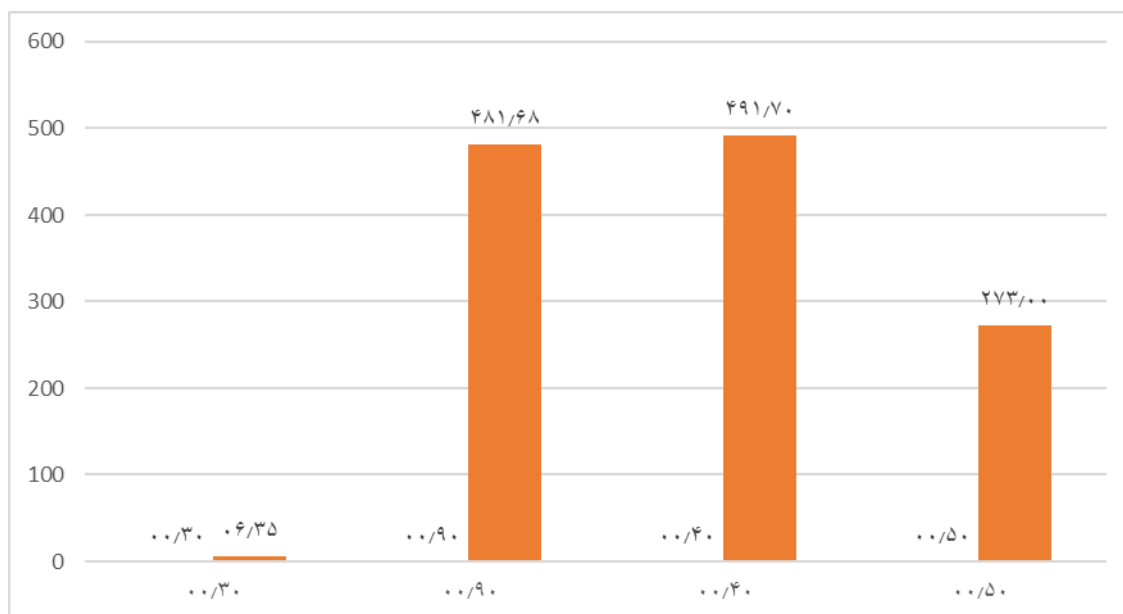
حال با استفاده از داده‌های به دست آمده شکل‌های ۵، ۶، ۷، ۸ و ۱۰ را رسم کرده و به تحلیل نتایج می‌پردازیم.



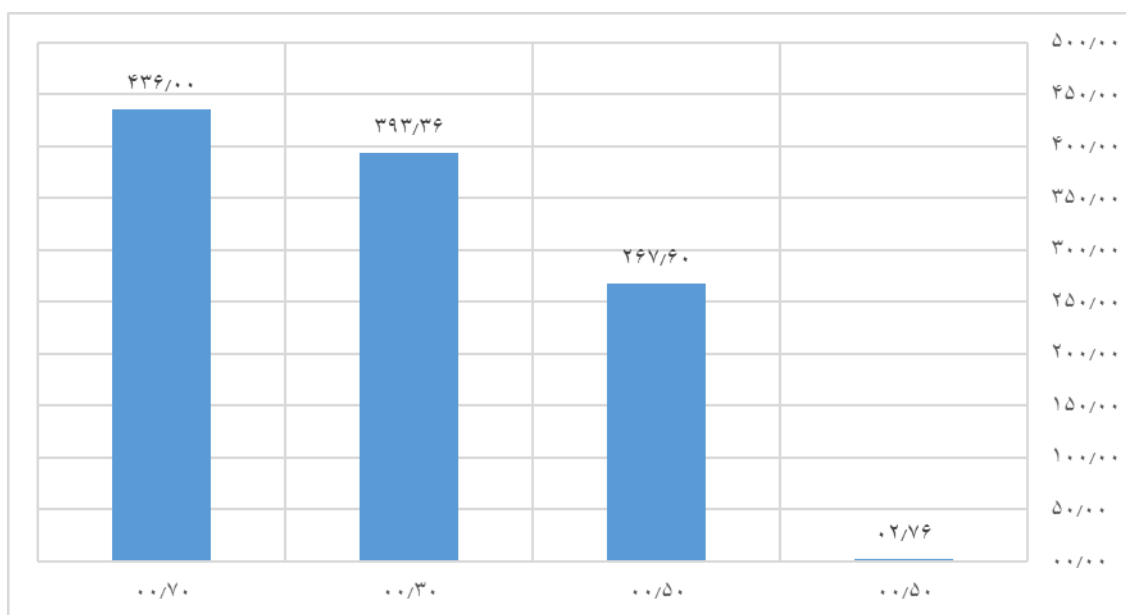
شکل ۵. ارزش ریسک‌های به‌دست‌آمده در برابر احتمال ریسک برای کارخانه مگا مدول کوثر (توسعه آهن)



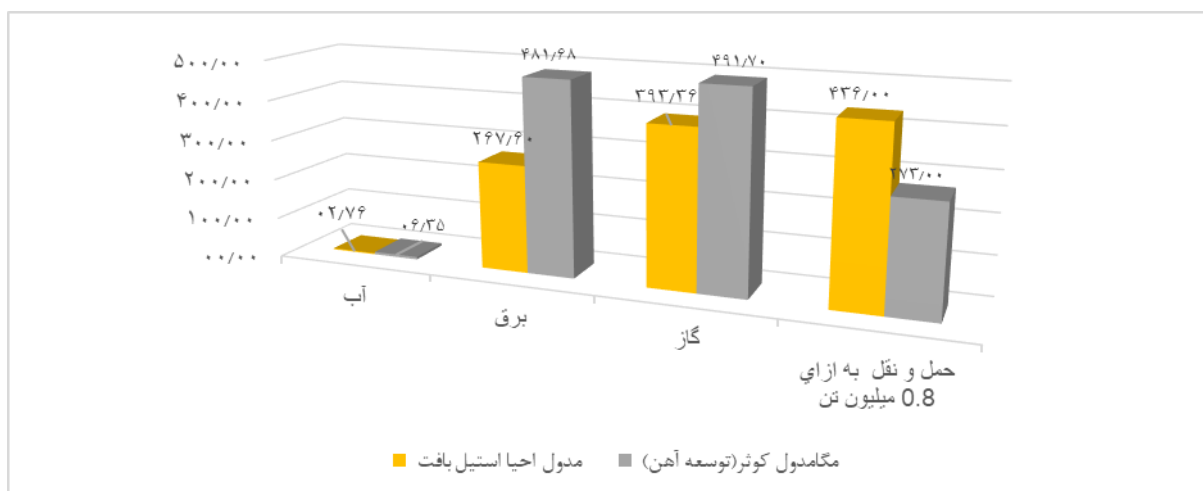
شکل ۶. ارزش ریسک‌های به‌دست‌آمده در برابر احتمال ریسک برای کارخانه مدول احیا استیل بافت



شکل ۷. هزینه‌های به‌دست‌آمده برای ریسک‌ها در مقابل احتمال هر ریسک برای کارخانه مگا مدول کوثر

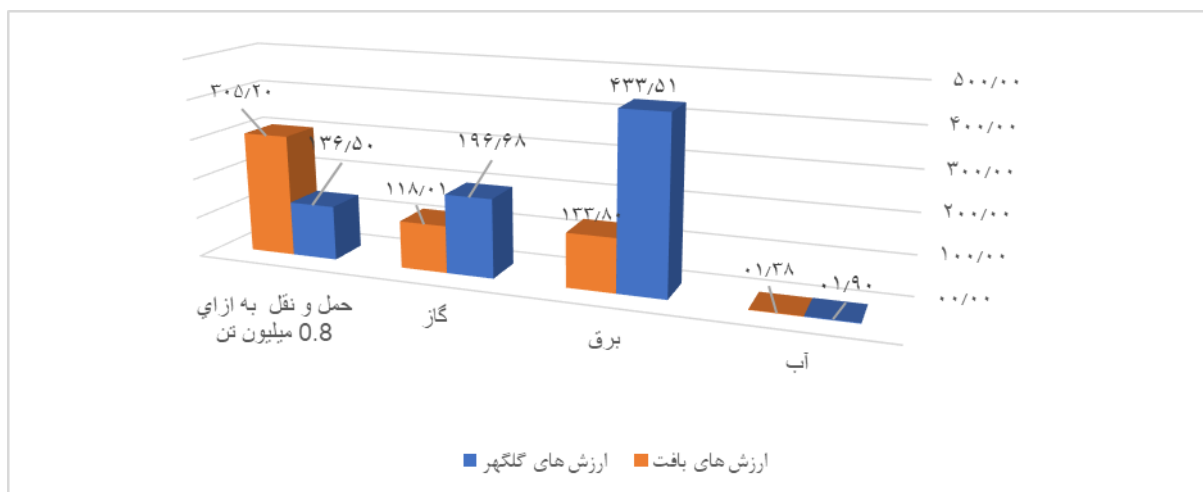


شکل ۸. هزینه‌های به‌دست‌آمده برای ریسک‌ها در مقابل احتمال هر ریسک برای کارخانه مدول احیا استیل بافت



شکل ۹. هزینه های مگامدول کوثر (توسعه آهن) و مدول احیا استیل بافت در مقابل هم

در شکل ۹ به تحلیل هزینه‌های هزینه‌های دو کارخانه در مقابل یکدیگر در ظرفیت تولیدی برابر ۰/۸ میلیون تن پرداخته شده است. طبق نمودار هزینه‌های آب و برق و گاز برای کارخانه مدول احیا استیل بافت کمتر از کارخانه مگا مدول کوثر بوده؛ ولی هزینه‌های حمل‌ونقل مدول احیا استیل بافت به علت بهره‌گیری تنها از سیستم حمل‌ونقل به‌وسیله کامیون از هزینه‌های حمل‌ونقل مگا مدول کوثر بیشتر است؛ ولی در مجموع هزینه‌های کارخانه مدول احیا استیل بافت معادل ۱۰۹۹/۷۲ میلیارد تومان بوده که نسبت به هزینه‌های مگا مدول کوثر که معادل ۱۲۵۲/۷۲ میلیارد تومان است مقدار کمتری است و می‌توان این مقدار کمتر را به علت استفاده از سد لافت و هزینه‌های آب کمتر و نبودن کارخانه‌ای دیگر در نزدیکی آن که موجب کاهش فشار برق و گاز می‌شود و نیازی به تقویت‌کننده‌های فشار که هزینه بر هستند ندارد دانست. اما نکته قابل برای تحلیل بیشتر باید احتمال وقوع ریسک‌ها هم در نظر گرفته شود به همین منظور پس از نمودار ارزش ریسک‌های دو کارخانه در مقابل یکدیگر نظیر شکل ۱۰ استفاده می‌کنیم.



شکل ۱۰. ارزش های مدول احیا استیل بافت و مگامدول کوثر (توسعه آهن) در مقابل هم



در شکل ۱۰ ارزش ریسک‌های هر کارخانه باتوجه‌به هزینه‌ای که دارا هستند و هم چنین احتمال وقوع هر ریسک در مقابل هم رسم شده‌اند. می‌بینیم که در ارزش ریسک آبی کارخانه مدول احیا استیل بافت از ارزش ریسک بالاتری نسبت به کارخانه مگا مدول کوثر است؛ بنابراین نتیجه می‌گیریم با وجود هزینه‌بر بودن خرید آب از بندرعباس به‌وسیله لوله‌کشی آب از ارزش کمتری برخوردار بوده و ریسک کمبود آب را برای این کارخانه به حداقل رسانده است از طرفی با وجود کم‌هزینه‌بودن خرید آب از سد بافت و استفاده از سیستم RO در کارخانه بافت به علت احتمال ریسک بالایی که تمام‌شدن آب سد داراست از ارزش ریسک بالایی برخوردار خواهد بود.

در رابطه با ریسک برق همان‌گونه که دیده می‌شود ریسک برق کارخانه مدول بافت خیلی کمتر از ریسک مگا مدول کوثر است که به علت هزینه کمتر و هم چنین کمتر بودن احتمال وقوع قطعی برق در این کارخانه از ارزش نسبتاً کمتری است.

در رابطه با ریسک گاز نیز کارخانه مدول بافت از ارزش ریسک کمتری به علت کمتر بودن هزینه‌های گاز و هم چنین کمتر بودن احتمال قطعی گاز است. کارخانه مگا مدول کوثر به علت در کنار مجموعه کارخانه‌های دیگر بودن از افت فشار گاز برخوردار است و ریسک قطعی بالاتری را برخوردار است و از طرفی به علت استفاده از سیستم‌های تقویت فشار گاز از هزینه بیشتری برخوردار بوده و باید توجه لارم در این قسمت به عمل آید.

در قسمت حمل‌ونقل به‌صورت قابل‌توجهی حمل‌ونقل کارخانه مدول بافت ارزش ریسک بالاتری نسبت به کارخانه مگا مدول کوثر دارد که این به دلیل استفاده تنها از سیستم حمل‌ونقل کامیونی است که از ریسک بالاتری نسبت به کارخانه مگا مدول کوثر است که از سیستم‌های حمل‌ونقل کامیونی و ریلی با هم استفاده می‌کند و از طرفی حمل‌ونقل از طریق کامیون از هزینه‌های حمل‌ونقل بیشتری برخوردار است که این دو عامل با هم باعث افزایش ارزش‌های ریسک حمل‌ونقل کارخانه مدول بافت شده است.

در ادامه باتوجه‌به هر یک از این نمودارها به‌صورت تکی متوجه می‌شویم در کارخانه مدول بافت ارزش حمل‌ونقل بسیار بیشتر از بقیه ارزش‌های ریسک در این کارخانه است و لازم است اقدامات لازم جهت کاهش این ریسک در کارخانه مدول بافت به عمل آید و در کارخانه مگا مدول کوثر نیز ارزش ریسک برق از تمامی ریسک‌ها بیشتر بوده و این مسئله به‌صورت دغدغه‌ای در این کارخانه مطرح است و پیشنهاد می‌شود که به‌زودی پست برق حجم سنگین افتتاح شود.

۶. بحث و نتیجه‌گیری:

در این پژوهش که مطالعه‌ای موردی در دو کارخانه مگا مدول کوثر (توسعه آهن و فولاد گل‌گهر) و مدول احیا استیل بافت انجام شد به مقایسه ریسک در دو حوزه حمل‌ونقل و ریسک‌های زیرساختی آب، برق و گاز پرداخته شد. این ریسک‌ها بر دوطایه ریسک هزینه‌ای و احتمال وقوع با یکدیگر مقایسه شدند در نهایت ریسک برق برای مگا مدول کوثر و ریسک حمل‌ونقل برای مدول بافت ریسک‌هایی بودند که از بیشترین ارزش برخوردار بودند؛ بنابراین برای مقابله با این ریسک پیشنهاد به احداث پست برق جدید در زمینی به مساحت ۴۹۶۸۰ مترمربع در مجموعه‌ای با ۵ خط ۴۰۰ کیلوولت و ۵ دستگاه ترانسفورماتور MWA ۲۷۰ با اعتباری بالغ بر ۴۰ میلیون یورو و ۴۰ میلیارد ریال می‌شود البته برای دیگر ریسک‌های این کارخانه که در رتبه‌های



پایین‌تر قرار گرفتند؛ مانند ریسک‌های گاز که تأسیس ایستگاه‌های تقویت فشار گاز پیشنهاد و برای ریسک‌های آبی احداث واحد RO برای واحدهای طوبی و کوثر و گوهر برای کاهش هزینه‌های بخش آب پیشنهاد می‌شود.

برای کارخانه مدول بافت باتوجه‌به بالابودن زیاد هزینه‌ها و ریسک زیاد حمل‌ونقل و ریسک آبی که در رتبه دوم قرار دارد و باتوجه‌به ساخت فاز دوم احیا به روش pered در فولاد بافت و شروع فعالیت برای ساخت واحد گندله‌سازی، نیاز است که خط لوله بندرعباس به بافت نیز انجام گردد تا ریسک‌های آبی کاهش و حمل‌ونقل ریلی نیز باتوجه‌به توسعه محصولات فولاد بافت به مجموعه اضافه گردد.

در نهایت با توجه طرح‌های توسعه فولادهای بافت و توسعه آهن، ظرفیت این مجموعه‌ها برای بافت تا ۱/۷ میلیون تن در سال و برای توسعه آهن به ۶ میلیون تن در سال می‌رسد پس لذا لازم است که به ریسک‌ها جدی‌تر نگاه گردد و راهی برای جلوگیری از هزینه‌های مازاد و ریسک‌های احتمالی در نظر گرفته شود.



۷. منابع:

صفایی قادیکانی عبدالحمید، آقاجانی حسنعلی، درگاهی هادی، ۲۰۱۲. ارائه رویکردی ترکیبی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به‌منظور اولویت‌بندی استراتژی‌های دستیابی به تولید در کلاس جهانی (مطالعه موردی: صنایع فولاد استان مازندران).

- Afzal, F., Yunfei, S., Nazir, M., & Bhatti, S. M. (2021). A review of artificial intelligence based risk assessment methods for capturing complexity-risk interdependencies: Cost overrun in construction projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 14(2), 300-328.
- Aman, S., Simmhan, Y., & Prasanna, V. K. (2013). Energy management systems: state of the art and emerging trends. *IEEE Communications Magazine*, 51(1), 114-119.
- Ashtari, M. A., Ansari, R., Hassannayebi, E., & Jeong, J. (2022). Cost Overrun Risk assessment and prediction in construction projects: A Bayesian network classifier approach. *Buildings*, 12(10), 1660.
- Barghi, B. (2020). Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions. *Heliyon*, 6(1).
- Borgatti, S. P., & Li, X. (2009). On social network analysis in a supply chain context. *Journal of supply chain management*, 45(2), 5-22.
- Camacho, L. J., Pasco, M., Banks, M., Pasco, R., Almanzar, M., Rodriguez, A., ... & Rosima, N. (2023). Understanding employees' energy saving in the workplace: DR and the Philippines' realities. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(1), 49.
- Carpintero, S., & Helby Petersen, O. (2016). Public-private partnerships (PPPs) in local services: Risk-sharing and private delivery of water services in Spain. *Local Government Studies*, 42(6), 958-979.
- Castro Oliveira, M., Iten, M., Cruz, P. L., & Monteiro, H. (2020). Review on energy efficiency progresses, technologies and strategies in the ceramic sector focusing on waste heat recovery. *Energies*, 13(22), 6096.
- Chung, D., & Hensher, D. A. (2015). Modelling risk perceptions of stakeholders in public-private partnership toll road contracts. *Abacus*, 51(3), 437-483.
- Crook, T. R., & Combs, J. G. (2007). Sources and consequences of bargaining power in supply chains. *Journal of operations management*, 25(2), 546-555.
- Dufloor, J. R., Sutherland, J. W., Dornfeld, D., Herrmann, C., Jeswiet, J., Kara, S., ... & Kellens, K. (2012). Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach. *CIRP annals*, 61(2), 587-609.
- Dwarshala, S. K. R., Rajakumar, S. S., Kummitha, O. R., Venkatesan, E. P., Veza, I., & Samuel, O. D. (2023). A Review on Recent Developments of RCCI Engines Operated with Alternative Fuels. *Energies*, 16(7), 3192.
- Liu, B., & Sun, F. H. (2020). Research on the risk assessment method of PPP project based on the improved matter element model. *Scientia Iranica*, 27(2), 614-624.
- Mali, N. H., & Dube, S. K. (2018). Risk Management in Steel Plants. *Int. J. Eng. Tech. Res*, 8, 100-105.
- Moghayedi, A., Michell, K., Hübner, D., Le Jeune, K., & Massyn, M. (2023). Examine the impact of green methods and technologies on the environmental sustainability of supportive education buildings, perspectives of circular economy and net-zero carbon operation. *Facilities*.
- Morariu, C., Morariu, O., Răileanu, S., & Borangiu, T. (2020). Machine learning for predictive scheduling and resource allocation in large scale manufacturing systems. *Computers in Industry*, 120, 103244.
- Olatunji, O. (2018). Causations of failure in megaprojects: A case study of the Ajaokuta Steel Plant project. *Frontiers of Engineering Management*, 5(3), xx-vvv.
- Philips, M., Putnam, A., & Simpson, W. (2008). On-site renewables: Installing solar, wind, and biomass energy systems on campus. In *The green campus: Meeting the challenge of environmental sustainability*. Alexandria, VA: APPA.
- Rani, D. P., Suresh, D., Kapula, P. R., Akram, C. M., Hemalatha, N., & Soni, P. K. (2023). IoT based smart solar energy monitoring systems. *Materials Today: Proceedings*, 80, 3540-3545.
- Ruiz Rivera, N. (2017). Public-private partnerships in disaster risk reduction: The case of the chemical industry of coatzacoalcos, Mexico. *Gestión y política pública*, 26(1), 105-138.



- Schmidheiny, S. (1992). Changing course: A global business perspective on development and the environment (Vol. 1). MIT press.
- Spiru, P. (2023). Assessment of renewable energy generated by a hybrid system based on wind, hydro, solar, and biomass sources for decarbonizing the energy sector and achieving a sustainable energy transition. *Energy Reports*, 9, 167-174.
- Strom, K. (2017). Research on the impact of technology on policing strategy in the 21st century, final report. Washington DC: US Department of Justice.
- Wang, W., Yang, H., Zhang, Y., & Xu, J. (2018). IoT-enabled real-time energy efficiency optimisation method for energy-intensive manufacturing enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 31(4-5), 362-379.



Fundamental Analysis and Performance Improvement of Electricity, Water, and Gas Consumption System in Steel Industries) Case study: Ehya Steel Baft and the development of Gol Gohar Sirjan)

Javad shokrizadeh¹

Zahra shokrizadeh²

Master of Industrial Engineering(Shahid Bahonar University of Kerman)

Bachelor of Industrial Engineering(Azad University of Kerman)

- Planning and Optimization Manager, Nipac Mes Sarcheshmeh

Company & MMTE Gol Gohar Sirjan

Abstract:

The steel industry has followed the path of growth and development well; However, the occurrence of challenges and bottlenecks in the steel industry indicates that the requirements of balanced and sustainable development have been neglected. The present and future challenges of our country's steel industry result from insufficient attention to the main and important pillars of sustainable development, i.e., environmental protection, sustainable energy sources, sustainable supply of raw materials, and transportation infrastructure. It is necessary to provide the necessary infrastructure and corrective measures before environmental, energy, transportation, and raw material challenges become a crisis. This research compares transportation and infrastructure risks in the steel industry based on the cost risk and the probability of occurrence with each other in two Steel Fabric regeneration module factories that do not have mines nearby and Golghar (Mega module of Kowsar Iron Development) which has mines next to it. It is planned to implement energy management systems (EMS) to optimize the system. To conclude which of the risks has a greater impact on which factory? These risks were compared based on cost risk and probability of occurrence. In the end, the risk of electricity for the mega-module of Kowsar and the risk of transportation for the fabric module were the risks that had the highest value.

Keywords:

Risk;
Transportation;
Steel Industries;
Infrastructure
Risks (Water,
Electricity and
Gas)