

## ارزیابی خطر محیط‌زیستی واحد تولید آهن اسفنجی شرکت فولاد خراسان با استفاده از روش‌های تطبیقی JSA و ETBA

سمانه سنجری<sup>۱</sup>

سحر رضایان<sup>۲\*</sup>

[s\\_rezaian@yahoo.com](mailto:s_rezaian@yahoo.com)

سید علی جوزی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۲

### چکیده

**زمینه و هدف:** با توجه به پیشرفت تکنولوژی و رشد قابل توجه تولید و سیر صعودی خطرها در محیط کار و آگاهی و تمایل تولیدکنندگان جهت به حداقل رساندن خطرات، این پژوهش انجام شده است. هدف از ارائه این مقاله ارزیابی خطر محیط‌زیستی واحد احیای مستقیم با استفاده از دو روش تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی (JSA) و ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظها (ETBA) بوده است.

**روش بررسی:** بدین منظور ابتدا خطرهای محیط‌زیستی واحد مذکور با استفاده از دو روش فوق شناسایی و سپس با شناخت خطرات، نکات قوت و ضعف هر روش با یک دیگر مقایسه و در نهایت نمره دهی جداگانه در هر روش انجام گرفت.

**یافته‌ها:** در روش تجزیه و تحلیل آنالیز ایمنی شغلی، ۶ شغل پرخطر شناسایی شد، در این روش ۴۷ خطر شناسایی که ۲ مورد غیرقابل قبول، ۲۸ مورد دارای خطر نامطلوب و ۱۷ مورد قابل قبول بود. در روش ETBA، ۹۰ انرژی با استفاده از چک‌لیست انرژی شناسایی شدند که مهم‌ترین خطرات این انرژی‌ها نشت گاز احیا و افزایش فشار گاز داخل کوره می‌باشد. در این روش ۱۷ خطر شناسایی گردید که ۳ مورد غیرقابل قبول، ۷ مورد نامطلوب، ۳ مورد قابل قبول با تجدینظر و ۴ مورد نیز قابل قبول بدون نیاز به تجدینظر می‌باشند.

**بحث و نتیجه‌گیری:** پیشنهاد گردید علاوه بر رعایت اصول ایمنی که بر مبنای مشاهدات شخصی و مصاحبه با متخصصان فرآیند و استفاده از نظرات کارشناسان تولید بوده و باید رعایت گردند، انتخاب یک روش کلی که تلفیقی از دو روش فوق‌الذکر باشد به‌جای اعمال تک‌تک روش‌ها جایگزین شده تا بالاترین بهره‌وری و ایمنی برای کارکنان را تضمین نماید.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی خطر، صنعت فولاد، روش تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی، روش ETBA، مجتمع فولاد خراسان.

۱- کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

۲- (مسوول مکاتبات): دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، ایران.

۳- استاد تمام گروه محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

## **Environmental Risk Assessment of Sponge Iron production unit in Khorasan Steel Company Using Comparative Methods ETBA and JSA**

**Samaneh Sanjari**<sup>1</sup>

**Sahar Rezaian**<sup>2\*</sup>

[s\\_rezaian@yahoo.com](mailto:s_rezaian@yahoo.com)

**Seyed Ali Jozi**<sup>3</sup>

### **Abstract**

**Background and Objective:** The present study was conducted in line with the manufacturers' awareness and tendency towards minimizing the hazards associated with workplace compounded by technological developments and utilization of modern machinery leading to the increase of both production rates and eventual soaring risk probabilities. Employing Job Safety Analysis (JSA) and Energy Trace and Barrier Analysis (ETBA) methods, the study aims to assess the environmental risk of direct recovery unit.

**Method:** The process began with identification of environmental risks associated with this unit through the abovementioned methods. After identification of risks, the strengths and weaknesses of each method were compared, and finally separate evaluations were conducted using each method.

**Findings:** Six high-risk jobs were identified in Job Safety Analysis Method. 47 hazards were identified to be at the unacceptable risk level in 2 cases, unfavorable risk level in 28 cases and acceptable risk level in 17 cases. In Energy Trace and Barrier Analysis method, 9 types of energy were identified by using energy checklist. The most important risks associated with these energies are reduction gas leakage and increase of gas pressure inside the furnace. In this method, 17 risks were identified in to be at the unacceptable risk level in 3 cases, unfavorable risk level in 7 cases, acceptable upon revisit in 3 cases and acceptable with no need for revisit in 4 cases.

**Conclusion:** Implementing the security principles based on personal observations and interviews with experts and using opinions of production experts, proposition was made to make use of a general method combining the two aforesaid methods instead of applying each method separately in order to ensure the highest efficiency and staff safety.

**Keywords:** Risk Assessment, Steel Industry, Job Safety Analysis Method, ETBA Method (Energy Trace and Barrier Analysis), Khorasan Steel Complex Company.

---

1- MSc of Environmental Assessment, Islamic Azad University of Tehran science and Research, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Environment Islamic Azad University, Shahrood Branch, Iran.\* (*Corresponding Author*)

3- Full Professor, Department of Environment Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

## مقدمه

بهبود روش‌های ارزیابی می‌نماید. روش تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی JSA و روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظاتاً که روش نسبتاً جدیدتری نسبت به روش قبل می‌باشد، روش‌هایی هستند که توسط آن‌ها، خطرات محیط‌زیستی به حداقل ممکن کاهش می‌یابد. تحقیق حاضر با کمک دو روش اشاره شده، سعی در شناخت خطرات و پیش‌بینی آن‌ها در واحد احیای مستقیم مجتمع فولاد خراسان دارد و در این راه تلاش می‌کند با ارایه راهکارهای کاربردی و اجرایی، ایمنی شغلی حاصل و کاهش خطرات محیط‌زیستی را تأمین کند.

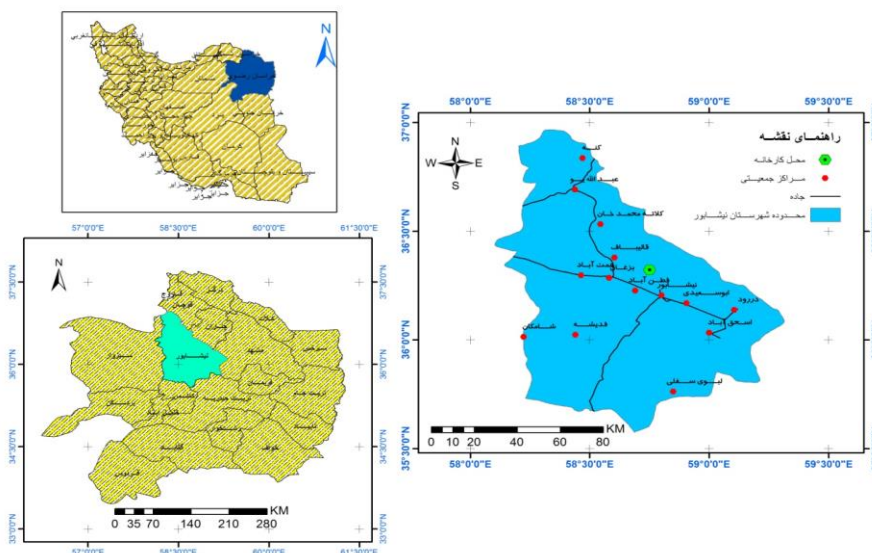
## معرفی منطقه مورد مطالعه

شرکت مجتمع فولاد خراسان در منطقه‌ای به مساحت ۱۴۰۰ هکتار واقع در ۱۵ کیلومتری شمال غرب نیشابور بافاصله ۷ کیلومتری از جاده نیشابور به شهر فیروزه در دامنه جنوبی رشته‌کوه‌های بینالود واقع شده است شهرستان نیشابور یکی از شهرستان‌های بخش مرکزی استان خراسان رضوی است که بین ۵۹ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است.

در محیط‌های صنعتی با وجود ماشین‌آلات و ابزار فراوان، غالباً کارگران در معرض مخاطرات مختلف قرار دارند. با توسعه تکنولوژی و افزایش کاربرد آن در تولید نیز احتمال مخاطرات و حوادث در این‌گونه محیط‌ها زیاده‌تر می‌شود. سوانح در کارخانجات ممکن است باعث نقص عضو یا فوت افراد شود که به سهولت و سرعت قابل جبران نیست و برای سازمان فقدان یک متخصص که سال‌ها برای تربیت او سرمایه و وقت صرف شده، زیان سنگینی به شمار می‌آید (۱).

ارزیابی خطر یک روش منطقی برای بررسی خطرات می‌باشد که به شناسایی خطرات و پیامدهای بالقوه‌ی آن‌ها بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط می‌پردازد. در حقیقت از این طریق داده‌های بسیار باارزشی برای تصمیم‌گیری در زمینه کاهش خطرات، به‌سازی محیط اطراف تأسیسات خطرناک، برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری، سطح خطر قابل قبول، خط‌مشی‌های بازرسی و نگهداری در تأسیسات صنعتی و موارد دیگر فراهم می‌شود (۲).

امروزه روش‌های ارزیابی خطر در صنایع مختلف رو به گسترش بوده و روش‌های جدید سعی در رفع نقایص شیوه‌های قبل داشته و با تلفیق و تکمیل سیستم‌های گذشته تلاش در جهت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی کارخانه فولاد خراسان

Figure 1- Geographical location of Folad Khorasan factory

## روش بررسی

## جدول ۱- احتمال وقوع خطر (P) (۴)

Table 1- Probability

ردیف	احتمال	درجه	تعریف
۱	مکرر	۵	خطراتی هستند که در سال ۱۰ بار یا بیشتر رخ می‌دهند.
۲	محتمل	۴	۵-۱۰
۳	گاه‌به‌گاه	۳	۱-۵
۴	جزیی	۲	۰/۱-۱

## جدول ۲- شدت حادثه (S) (۴)

Table 2- Severrity

شدت	درجه	تعریف
فاجعه‌بار	۴	۴۵ میلیون
بحرانی	۳	۱۰ تا ۴۵ میلیون
مرزی	۲	۱۰۰ هزار تا ۱۰ میلیون
قابل صرف‌نظر	۱	کمتر از ۱۰۰ هزار

## جدول ۳- میزان مواجهه (E) (۴)

Table 3- Exposure

ردیف	میزان مواجهه	درجه	تعریف
۱	بسیار بالا	۴	۸ ساعت بیشتر
۲	بالا	۳	۴-۸ ساعت
۳	متوسط	۲	۱-۴ ساعت
۴	کم	۱	کمتر از ۱ ساعت

## - محاسبه سطح خطر و اقدامات کنترلی

به‌منظور اولویت‌بندی خطرها و اقدامات کنترلی، در این مرحله خطرات شناسایی و طبقه‌بندی می‌شوند. برای انجام این مرحله سه پارامتر مشخص شده است: احتمال وقوع خطر، شدت پیامد آن و میزان مواجهه. سپس از حاصل ضرب شدت (S)، رخداد (P) و تماس با خطر (E) رتبه‌ای که حاصل می‌گردد سطح خطر را نشان می‌دهد که باید اقدامات لازم را نسبت به کنترل خطر به کار بست. اگر سطح خطر در ردیف ۱ قرار گیرد، غیرقابل قبول و اگر در ردیف ۲ قرار گیرد نامطلوب و اگر در ردیف ۳ قرار گیرد سطح خطر قابل قبول است. جهت تعیین احتمال وقوع حادثه و شدت پیامد آن از سرپرستان و کارگران

پس از بررسی و مطالعه تعداد زیادی مقاله و کتب معتبر در سطح جهانی و داخل کشور در ارتباط با انتخاب مناسب‌ترین شیوه در انجام ارزیابی و مدیریت خطرهای ایمنی، بهداشت شغلی و محیط‌زیستی که متناسب با نوع فعالیت‌های موردنظر باشد، از روش‌های تطبیقی JSA و ETBA به‌منظور ارزیابی خطرهای ایمنی، بهداشت شغلی و محیط‌زیستی استفاده گردید. در این راستا جهت شناسایی فعالیت‌های مختلف در کارخانه، بازدید میدانی از تمامی محوطه و بخش‌های مختلف موجود در کارخانه صورت گرفت و ضمن مصاحبه با مسوولین و کارکنان و استفاده از دانسته‌ها و تجارب آن‌ها، به بررسی و مطالعه کامل مستندات موجود در زمینه‌های مختلف بالأخص بررسی سوابق موجود در مورد وقوع حوادث شغلی و راهکارهای به کار گرفته‌شده جهت حذف یا تقلیل این حوادث و آثار سوء ناشی از بروز آن‌ها و تمهیدات صورت گرفته به‌منظور مواجهه با آن‌ها پرداخته شد.

## مراحل اجرای JSA

## - انتخاب شغل

برای انجام آنالیز نباید شغل را به‌صورت تصادفی انتخاب کرد. مشاغلی که سابقه بروز حادثه دارند باید در اولویت قرار گیرند تا سریع‌ترین نتایج از اجرای این روش به دست آید (۳).

## - تبدیل شغل به وظایف آن

پیش از این‌که تلاش‌ها برای کشف خطرها آغاز شود باید شغل به مجموعه‌ای از وظایف پشت سرهم و جداگانه تفکیک شده و کار انجام گرفته در هر کدام از این وظایف به‌دقت توصیف گردد (۳).

## - شناسایی خطرات هر وظیفه

به‌منظور شناسایی خطرات بالقوه‌ی هر وظیفه، از روش‌های مشاهده مستقیم و مصاحبه استفاده گردید. در واحد احیای مستقیم فولاد خراسان مشاغل پرخطر به ۶ دسته تقسیم و سپس خطرات احتمالی آن‌ها شناسایی شدند. در این مرحله علاوه بر شناسایی خطرات، پیامدهای ناشی از هر خطر نیز مشخص می‌شود.

## - احتمال وقوع خطر، شدت حادثه، تماس با خطر و سطح خطر

برای نمره دهی سه پارامتر فوق از جداول زیر استفاده گردید.

در واحد مورد بحث از طریق مذاکره با مسوولین تمام حفاظها و موانع موجود در مسیر جریان انرژی شناسایی شد. این موانع شامل موانع فیزیکی، موانع مکانی، موانع زمانی و فرآیندی (تغییر دستورالعمل‌های عملیاتی و...) می‌باشند.

- ارزیابی خطر

در این مرحله با استفاده از خطرات شناسایی شده در واحد احیای مستقیم، بر پایه تکرار وقایع و پیامدهای مربوط به آن ارزیابی خطر انجام شد.

- شدت خطر، احتمال وقوع خطر

\* شدت خطر به صورت سطح یا میزانی از خطر که بر اساس پتانسیل واقعی، به صدمه، جراحت یا خسارت اهداف سیستم منجر می‌شود و در این روش به عنوان یک شاخص کیفی تعریف شده است.

\* احتمال خطر به عنوان معیار قضاوت کیفی در مورد احتمال نسبی وقوع یک حادثه ناشی از یک خطر کنترل نشده، توصیف شده است.

- تشکیل جدول خطر

سپس با ترکیب دو پارامتر شدت و احتمال وقوع خطر، نمره خطر محاسبه شد. بر اساس استاندارد MIL-STD-882B جهت طبقه‌بندی خطرات و اولویت‌بندی در کنترل خطرهای مورد نظر مطابق جدول شماره (۷) اقدام گردید (۶)

- راهکارهای کنترلی

راهکارهای کنترلی با کنترل خطرات شناسایی شده در هر بخش ارائه شد.

باتجربه کمک گرفته شد (۵). عدد خطر با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده است:

$$P*S*E = \text{سطح خطر}$$

جدول ۴- معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس سطح خطر

(۴)

Table 4 – Decision criteria according to level of hazard

ردیف	سطح خطر	تعریف
۱	بالاتر از ۴۵	غیر قابل قبول
۲	بین ۶-۴۵	نامطلوب
۳	کمتر از ۶	قابل قبول

مراحل ارزیابی خطر با استفاده از روش ETBA

- شناسایی انواع انرژی‌های موجود در سیستم ابتدا فرآیند کاری واحد احیای مستقیم مجتمع فولاد خراسان که دارای پتانسیل رهایی انرژی بود مورد مطالعه قرار گرفت.
- بدین منظور جهت شناسایی انرژی‌ها از چک‌لیستی که در آن انواع انرژی‌ها به ۱۵ گروه اصلی تقسیم شده، استفاده گردید. در این جدول هر گروه از انرژی‌ها به زیرمجموعه‌های جزئی‌تر تقسیم شده است. با کمک این جدول می‌توان انرژی‌های موجود در واحد مورد بررسی را مورد ارزیابی قرار داد.
- ردیابی مسیر انرژی‌ها در سیستم و تعیین اهداف بالقوه در معرض تماس
- در این مرحله مسیر انرژی از منبع تا هدف، بررسی گردید.
- شناسایی و ارزیابی موانع و حفاظها

جدول ۵- شدت خطر بر اساس استاندارد MIL-STD-882B (۵)

Table 5- Hazard severity according to MIL-STD-882B

شرح	رتبه	طبقه
مرگ‌ومیر یا تأثیر شدید بر اکوسیستم‌های منطقه	۱	فاجعه‌بار
آسیب به اکوسیستم‌های منطقه و جوامع انسانی	۲	بحرانی
تأثیر غیرمستقیم بر اکوسیستم‌ها و جوامع انسانی منطقه	۳	مرزی
اثر ناچیز بر اکوسیستم‌ها و جوامع انسانی منطقه	۴	جزیی

جدول ۶- احتمال خطر بر اساس استاندارد MIL-STD-882B(۵)

Table 6-Hazard probability according to MIL-STD-882B

شرح	رتبه	طبقه
به طور مکرر اتفاق می افتد	A	مکرر
در طول عمر یک سیستم (فرآیند) چندین بار رخ می دهد	B	محتمل
گاه گاهی در طول عمر سیستم (فرآیند) رخ می دهد	C	گاه به گاه
احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم (فرآیند) خیلی کم است	D	خیلی کم
احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم (فرآیند) آن قدر پایین است که می توان آن را در حد صفر فرض کرد.	E	غیرمحتمل

جدول ۷- ماتریس ارزیابی خطر بر اساس استاندارد MIL-STD-882B(۵)

Table 7- Hazard Assessment Matrix according to MIL-STD-882B

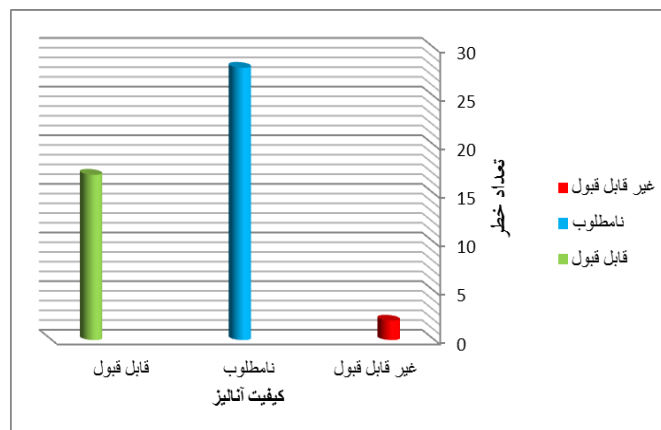
شدت اثر احتمال وقوع	فاجعه بار (۱)	بحرانی (۲)	مرزی (۳)	جزیی (۴)
مکرر (A)	1A	2A	3A	4A
محتمل (B)	1B	2B	3B	4B
گاه به گاه (C)	1C	2C	3C	4C
خیلی کم (D)	1D	2D	3D	4D
غیرمحتمل (E)	1E	2E	3E	4E

شاخص خطر	غیر قابل قبول	نامطلوب	قابل قبول با تجدیدنظر مدیریت	قابل قبول بی تجدیدنظر
----------	---------------	---------	------------------------------	-----------------------

مهم ترین و اصلی ترین نتیجه JSA در محیط کار تهیه طرحی است که از ابعاد مختلف بتوان مشاغل را در آن مورد بررسی قرارداد، به طوری که تمام مشاغل شناسایی شوند و بدانیم در هر مرحله از کار چه چیزی فرد را مورد تهدید قرار می دهد. طبیعی است که با شناختن خطر می توان راه کنترل آن را پیدا نمود.

پس از تکمیل جداول تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی با استفاده از

اطلاعات پیش زمینه قبل از انجام تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی که جمع آوری این اطلاعات ضروری بود، مصاحبه، مذاکره، نوشتن فرآیند و روش اجرایی، کتاب و مرجع، بازدید از مراحل مختلف کار، بازبینی حوادث و اتفاقات گذشته و نیز با استفاده از جداول S'P و E سطوح خطر مشخص شد. از ۴۷ خطر شناسایی شده، ۲ مورد دارای سطح خطر غیر قابل قبول و ۲۸ مورد سطح خطر نامطلوب و ۱۷ مورد قابل قبول می باشد.



نمودار ۱- نتایج حاصل از آنالیز ایمنی شغلی واحد احیاء مستقیم

Chart 1 –Result of JSA

## جدول ۸- فرم تجزیه و تحلیل خطرات موجود در واحد احیای فولاد خراسان به روش JSA

Table 8 –Form analysis of hazard by JSA

PSE خطر ثانویه	E	S	P	اقدامات پیشنهادی	PSE خطر اولیه	E	S	P	علل بروز خطر	آثار و پیامدها	خطرات	عملیات	ردیف
۴	۲	۱	۲	تعمیر کاور - استفاده از کلاه و عینک ایمنی	۱۶	۲	۲	۴	خراب شدن کاور محافظ	جراحات ناشی از برخورد گندله با سروصورت چشم و گوش افراد، جراحات و شکستگی	پرتاب گندله از کالسکه بالای شارژ بین / سرخوردن بر روی DRI و گندله	شارژ کوره و فعالیت‌های مرتبط با کوره	۱
۴	۱	۲	۲	نظافت مرتب آن محدوده	۱۲	۲	۲	۳	عدم نظافت				
۱۸	۲	۳	۳	استفاده از CO سنج	۴۸	۳	۴	۴	وجود نشئی در سیستم	گاز گرفتگی - مرگ	گاز گرفتگی با CO		
۴	۲	۱	۲	استفاده از وسایل حفاظت فردی	۴	۲	۱	۲	ماهیت کار	آسیب دیدن چشم	شکستن Sight glass	فعالیت در حوزه ریفورمر	۲
۱۲	۳	۲	۲	رفتن به زیر ریفورمر با همراه داشتن CO سنج	۳۶	۳	۳	۴	نشئی گاز	سوختگی - مرگ	آتش‌سوزی		
۱۲	۲	۲	۳	استفاده از وسایل حفاظت فردی	۲۴	۳	۲	۴	ماهیت کار	صدمه شنوایی، عصبی	سروصدا	فعالیت در قسمت کمپرسور	۳
۸	۲	۲	۲	کنترل مستمر ساکشن یا دیس	۱۲	۲	۲	۳	عدم نصب مناسب	شوک عصبی - گاز گرفتگی	از جا در رفتن ساکشن یادیس شارژ کمپرسور		

در رابطه با جدول فوق توضیحات ذیل ارائه می‌گردد:

(۱) شارژ کوره و فعالیت‌های مرتبط با آن خطرات پرتاب گندله از کالسکه بالای شارژ بین و سرخوردن افراد روی آهن اسفنجی و گندله را به همراه دارد. علت پرتاب گندله از کالسکه بالای شارژ بین خراب شدن کاور محافظ می‌باشد. آثار و پیامدهای این حادثه، جراحات ناشی از برخورد گندله با سروصورت و چشم افراد است. در این مورد، نمره ۴ برای احتمال وقوع، ۲ برای شدت حادثه و ۲ برای میزان مواجهه با خطر می‌باشد. خطر اولیه برای این فعالیت ۱۶ داده شده است. در مورد سرخوردن افراد بر روی گندله‌ها و مشاهدات انجام‌شده، نمره ۳ برای احتمال وقوع، ۲ برای شدت حادثه و ۲ برای میزان مواجهه با خطر و خطر اولیه ۱۲ در نظر گرفته شده است.

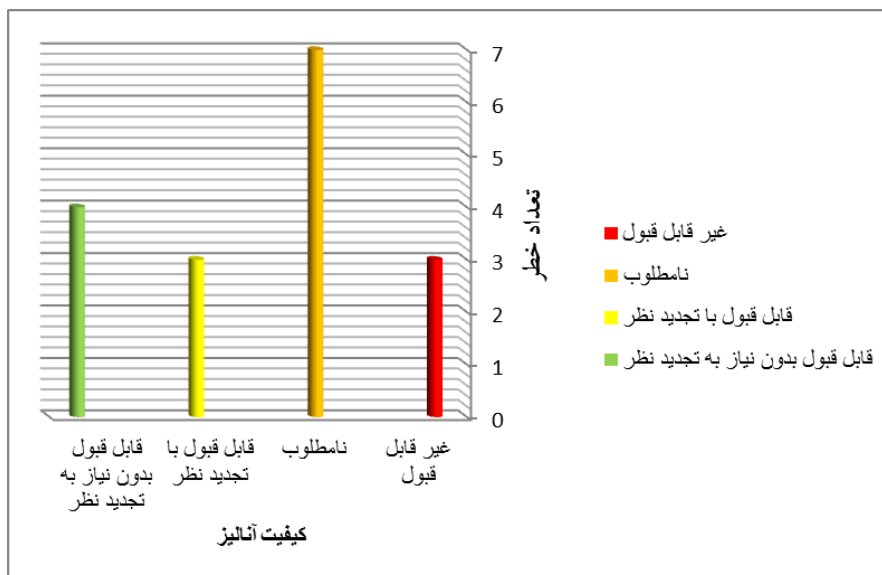
(۲) در مورد کارکنان بخش ریفورمر که خطرات آن گاز گرفتگی با گاز CO، آتش‌سوزی و آسیب دیدن چشم می‌باشد، سه نوع نمره دهی در نظر گرفته شده است. در ارتباط با گاز گرفتگی خطر آن مرگ است. طبق آمار برگرفته از کارخانه، شدت حادثه ۴، احتمال وقوع آن ۴ و میزان مواجهه با خطر ۳ و نهایتاً PSE

آن ۴۸ به‌دست آمده است. در ارتباط با آتش‌سوزی که علت آن نشئی گاز است، احتمال وقوع ۴ و شدت حادثه ۳ و میزان مواجهه با خطر ۳ و حاصل ضرب آن‌ها ۳۶ است. شکستن sight-glass باعث آسیب دیدگی چشم می‌شود که احتمال وقوع ۲، شدت حادثه ۱، میزان مواجهه با خطر ۲ و حاصل PSE، ۴ شده است.

(۳) در قسمت کمپرسورها، دو نوع خطر کارکنان را تهدید می‌نماید. یکی سروصدا که صدمه شنوایی و عصبی را به همراه دارد که برای احتمال وقوع ۴، شدت حادثه ۲ و میزان مواجهه با خطر ۳ نمره دهی شد و PSE این بخش ۲۴ است. مورد دیگر از جا در رفتن ساکشن یا دیس شارژ کمپرسور بوده و خط شوک عصبی و گاز گرفتگی دارد. احتمال وقوع برای این خطر ۳، شدت حادثه ۲، میزان مواجهه با آن ۲ و خطر اولیه ۱۲ نمره دهی شد. با توجه به این‌که در روش ETBA خطرات به حداقل ممکن

است. در واحد تولیدی مورد بحث در مجموع ۱۷ خطر شناسایی شد که ۳ مورد غیر قابل قبول، ۷ مورد نامطلوب، ۳ مورد قابل قبول با تجدیدنظر و ۴ مورد قابل قبول بدون نیاز به تجدیدنظر می باشد.

می رسد و تجزیه و تحلیل خطرات دارای یک روند مبتنی بر نظم و ریزینی و هماهنگ بودن آن با سایر روش های تجزیه ایمنی می باشد، لذا بر این اساس در این گزارش ارزیابی ایمنی با روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل سیستم های کنترل کننده و ارزیابی خطرهای شناسایی شده به روش کیفی انجام گرفته



نمودار ۲- نتایج حاصل از ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظها

Chart 2 –Result of ETBA

جدول ۹- کاربرد ETBA

Table 9 –Worksheet of ETBA

ردیف	کد انرژی	نوع انرژی	خطر / توضیحات	کنترل های موجود	اهداف آسیب پذیر	عدد خطر	اقدامات توصیه شده	عدد خطر کنترل شده
۱	۱-۷	مواد	انفجار، مرگ،	نصب سیستم	تجهیزات،	1C	نصب دریچه کشویی	2D
۲	۱-۷	اشتعال پذیر	گاز گرفتگی،	هشدار دهنده/نوار	فرآیند	1D	هیدرولیکی که در	3D
۳	۱-۷	(نشت گاز (احیاء) مواد	بیهوشی، آتش سوزی، گاز گرفتگی	کشیدن در اطراف محدوده خطرناک سیستم هشدار دهنده و	افراد، محیط زیست، تجهیزات،	1D	هنگام خالی شدن مخزن به طور اتوماتیک بسته می شود	3D
		اشتعال پذیر (نشت گاز خنثی) مواد	آتش سوزی	توقف سیستم نصب سیستم هشدار دهنده	فرآیند، افراد، محیط زیست		نصب فلانچ ها برای جلوگیری از خروج گاز سیستم کنترل سطح بار	
		اشتعال پذیر (نشت یا خروج گاز سرد کننده)			تجهیزات، فرآیند، افراد، محیط زیست		طویل نمودن لوله های رابط بین مخزن تغذیه بار و لوله های توزیع کننده بار	
							کنترل فشار گاز سرد کننده به طور	
							دیمری	



برای اخذ نتیجه بهتر باید از روش‌هایی مانند JSA و HAZAN و ... در کنار آن استفاده نمود و به عبارت دیگر ایمنی سیستم را از دیدگاه کلان و جامع در نظر گرفت. این دو روش به صورت مکمل با یک دیگر عمل نموده و کاستی‌های هر روش، از نظر شناخت خطر، با روش دیگر قابل جبران خواهد بود. لذا بهتر است برای بررسی جامع‌تر شناخت خطرات، از هر دو روش در کنار یک دیگر استفاده نمود.

در روش JSA خطرها به سه دسته قابل قبول، نامطلوب و غیرقابل قبول و در روش ETBA به چهار دسته غیرقابل قبول، نامطلوب، قابل قبول با تجدیدنظر و قابل قبول بدون تجدیدنظر تقسیم‌بندی می‌شوند. در روش JSA ۴۷ خطر شناسایی شده که بالاترین آن گازگرفتگی با CO می‌باشد. در روش ETBA ۱۷ خطر شناسایی شده که بالاترین و مهم‌ترین آن نشتی گاز احیا و پایین‌ترین آن پاره شدن نوار نقاله است.

از جمله اقدامات اصلاحی پیشنهادی برای مقابله با خطر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- در هنگام آتش‌سوزی و انفجارهای ناشی از نشت گاز احیا یا CO، اجرای سیستم‌هایی که در هنگام آتش‌سوزی فعال می‌شوند، مانند سیستم‌های اعلام حریق یا سیستم‌های خودکار اطفاء حریق و روش غیرفعال مانند اجرای پوشش ضد حریق بر روی سازه‌ها به منظور پیشگیری از تخریب آن‌ها در آتش‌سوزی و به دست آوردن زمان فرار و یا خدمات آتش‌نشانی و تهیه طرح اقدام اضطراری در هنگام آتش‌سوزی، انفجار، حوادث، تصادفات و گازهای آتش‌گیر.

- برای جلوگیری از جراحات سطحی و عمقی و مرگ کارگران ناشی از سقوط از ارتفاع می‌توان از وسایل حفاظ گذاری صحیح و تعمیر نرده‌های موجود در محل عبور استفاده کرد (عرض پله باید به اندازه‌ای باشد که یک کارگر بتواند هر دو پای خود را بر روی آن قرار دهد و از دیوار نیز به اندازه کافی فاصله داشته باشد)، مشارکت کارگران در ایمنی انجام شغل و نیز برقراری محیط کار امن و هم‌چنین تهیه و ایجاد حفاظ‌ها و وسایل حفاظت فردی و الزام پیمانکار بر نظارت دایم برای استفاده از آن، از دیگر راهکارهای پیشنهادی است.

در جدول فوق می‌توان توضیحاتی به شرح زیر داد:

۱) در بند ۱ جدول که به مواد اشتعال‌پذیر (نشت گاز احیا) اشاره شده، خطرات آن انفجار، گازگرفتگی، مرگ و بیهوشی است. شدت حادثه ۱ و احتمال وقوع آن C نمره دهی شده زیرا برخی اوقات این اتفاق حادث می‌شود لذا عدد خطر 1C می‌باشد.

۲) در بند ۲ مواد اشتعال‌پذیر (نشت یا خروج گاز خنثی) مورد بررسی قرار گرفت. خطر این بخش آتش‌سوزی و گازگرفتگی می‌باشد. در مورد این بند عدد ۱ برای شدت حادثه و حرف D برای احتمال وقوع در نظر گرفته شد و عدد خطر ID به دست آمد.

۳) بند ۳ در مورد مواد اشتعال‌پذیر (نشت یا خروج گاز سردکننده) می‌باشد. شدت و احتمال وقوع حادثه مانند بند قبل به ترتیب ۱ و D نمره دهی شده و عدد خطر ID می‌باشد.

در این روش نیز بالاترین خطر به نشت گاز احیا اختصاص داشته و پایین‌ترین خطر مربوط به میدان مغناطیسی است.

### بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی روش‌های تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی و ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظ‌ها هر یک ویژگی خاص خود را داشته و هر روش خطراتی را از دید خاصی مورد بررسی قرار می‌دهد. در روش اول به برخی از این خطرات توجه نشده است. در مقایسه دو روش همان‌گونه که بیان شد، JSA تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی درحالی‌که ETBA ردیابی انرژی‌های ناخواسته می‌باشد که هرکدام خطرات را از زاویه خاص مورد بررسی قرار می‌دهند. در نمره دهی نیز روش JSA به صورت کمی و ETBA به شکل کیفی به خطرات نظر دارد. تأثیرگذاری روش اول بر روی کارکنان و تأثیرگذاری روش دوم علاوه بر کارکنان بر تجهیزات و محیط‌زیست نیز می‌باشد. از نظر روش اجرایی سهولت JSA آسان‌تر از روش ETBA بوده و لذا زمان لازم برای محاسبه خطر در روش اول کمتر از روش دوم است. در تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی تأثیر خطای انسانی مهم‌تر بوده است. روش JSA را می‌توان به صورت مستقل مورد استفاده قرارداد زیرا هم به شکل جزئی و هم کلی قادر خواهیم بود تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی کارکنان را مورد بررسی قرار دهیم. در روش ETBA چون خطای انسانی لحاظ نمی‌شود

- 2- Nivolianitou Z. (2002), Risk Analysis and Risk Management: A European in sight Law, Prohability and Risk. 1(2): 161- 174.
- ۳- ارقامی. شیرازه و بویا. مصطفی، ۱۳۸۵، اصول ایمنی در صنعت و خدمات، انتشارات فن‌آوران، چاپ دوم، ص ۱۲۵ تا ۱۳۲.
- ۴- جوزی. سید علی و همکاران، ۱۳۹۲، ارزیابی مخاطرات تصفیه‌خانه زرگنده تهران با استفاده از روش تلفیقی PHA و JSA، نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۳، ص ۲۶۱-۲۷۴.
- ۵- جوزی. سید علی، ۱۳۸۷، ارزیابی و مدیریت ریسک، چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران شمال، فصل دوم.
- ۶- احمدی. ح، فرد زارعی. ک، کارچانی. م، پور نجف. ع، عباسی. ع، ۱۳۸۹، ارزیابی ریسک به روش ETBA در یکی از واحدهای ریخته‌گری قزوین، هفتمین همایش سراسری بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین.
- جهت جلوگیری از ریختن گندله ناشی از پاره شدن کاور محافظ و ممانعت از وارد شدن صدمه به کارگران شاغل یا عبوری، می‌توان از محافظ‌های قوی‌تر و بهتر استفاده نمود.
- در رابطه با آلودگی صوتی ناشی از کار کمپرسورها پیشنهاد شد موانعی ایجاد گردد تا صوت کمتری به کارکنان برسد و با تعمیرات به‌موقع و نگهداری از آن‌ها و روغن‌کاری و نظارت دقیق بر انجام تعمیرات، صدا را کاهش داد. ضمناً برای ایزوله کردن منابع تولید صدا و حفاظت فردی و استفاده از گوشی‌های ضد صدا می‌توان تا حد قابل‌توجهی از صدمات ممانعت به عمل آورد.
- برای کاهش گردوغبارهای موجود در واحد احیا، می‌توان از سیستم‌های آب‌پاش و نصب سیستم‌های مکنده قوی در محل تخلیه گندله استفاده نمود.
- درنهایت برای کاهش خطاهای انسانی مانند برخورد تجهیزات دوار، سقوط اشیاء بر روی کارکنان و سایر موارد مشابه، مهم‌ترین اصل توجیه کارکنان، بازبینی وقایع و حوادث گذشته و بالا بردن آگاهی‌های آنان و کمک به درک وقایع و آشنایی با عواقب این خطرات می‌باشد. بدیهی است نظارت بر رفتار فردی در هنگام کار خصوصاً کارهای تعمیراتی و اجرای دوره‌های آموزشی ایمنی و بهداشت برای کلیه کارکنان واحد تولیدی و پیمانکاران نیز از دیگر عوامل کمک به کاهش خطرات در واحد احیای مستقیم مجتمع فولاد خراسان خواهد بود.
- منابع**
- ۱- حبیبی، احسان ا...، ۱۳۸۶، ایمنی کاربردی و شاخص‌های عملکرد در صنعت، چاپ دوم، نشر فن‌آوران، صفحه ۱.