



## ارائه الگوی سنجش شاخص های عملکرد واحد HSE در صنایع ذوب

آذین شمایی<sup>۱</sup>، منوچهر امیدواری<sup>۲\*</sup>، فرهاد حسین زاده لطفی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱

تاریخ ویرایش: ۹۵/۹/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۶

### چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از مهمترین مسایل در سیستم های مدیریتی ارزیابی شاخص های عملکرد است که لازم است بدرستی انجام گردد. در سنجش عملکرد قضاوت های کیفی و شخصی ارزیاب ها می تواند در دقت ارزیابی اثر گذار باشد. این تحقیق با هدف تعیین الگوی ارزیابی عملکرد واحد HSE در صنایع ذوب می باشد.

**روش بررسی:** در این تحقیق با استفاده از ۷ خبره شاخص های ارزیابی عملکرد واحدهای HSE در صنعت ذوب مشخص شد. سپس با استفاده از ترم های زبانی فازی وزن شاخص ها بدست آمد. با استفاده از وزن های نرمال شده بدست آمده یکی از بزرگترین واحدهای صنعت ذوب مورد ارزیابی قرار گرفت. **یافته ها:** نتایج این تحقیق نشان داد که در سیستم HSE بالاترین اهمیت مربوط به برنامه کنترل بیماری ها با ۰/۰۵۷ در حوزه بهداشت و کنترل خطرات حریق ۰/۰۶۲ در حوزه ایمنی و کنترل آلودگی هوا با ضریب ۰/۰۵۴ در حوزه محیط زیست می باشد. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین علت کاهش عملکرد مربوط به شاخص های بهداشتی و محیط زیست بوده است.

**نتیجه گیری:** نتایج نشان داد که سیستم های مدیریت HSE می تواند در کوتاه مدت روی اکثر شاخص های عملکردی در حوزه ایمنی اثر بگذارد در حالی که در خصوص شاخص های بهداشتی و محیط زیست نیاز به زمان های بیشتری برای اثر بخشی سیستم HSE دارد.

**کلیدواژه ها:** ارزیابی عملکرد؛ صنایع ذوب؛ HSE؛ شاخص های عملکردی HSE

### مقدمه

امکانات در معرض افزایش هزینه های ناشی از حوادث قرار می گیرند [۲]. از اینرو توجه به حفاظت از نیروی کار و فقط ایمنی و محیط زیست از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است که بدون توجه به این موارد شکوفایی اقتصادی امکان پذیر نخواهد بود [۳]. پیشگیری از بروز صدمات و حوادث بهداشتی، ایمنی و محیط زیست در راستای افزایش بهره وری با در نظر گرفتن سلامت، ایمنی، کارکنان، پیمانکاران و دیگر افراد مستلزم وجود یک ساختار سیستم مدیریت HSE کارا است [۴]. این مدیریت با پیشگیری از بروز صدمات و وقایع بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی و با در نظر گرفتن سلامت و ایمنی کارکنان و دیگر افراد متأثر از فعالیت های جاری سازمان، در جهت توسعه پایدار، کاهش هزینه ها و افزایش بهره گام بر می دارد [۵]. با پیشرفت فناوری و افزایش کاربرد ماشین آلات، روند خطر زایی و احتمال

در رویکرد مدیریت نوین، مهمترین محور توسعه پایدار، حفظ و صیانت از نیروی انسانی، محیط زیست و تجهیزات است. امروزه این مساله با استقرار و اجرای الزامات سیستم بهداشت، ایمنی و محیط زیست تحقق یافته است. با این وجود، نظام مدیریتی مذکور در کشور ایران از دیدگاه هویت بخشی به آن در راستای استقرار و بهره گیری موثر هنوز نوپا و قابل بررسی و ارزیابی می باشد. اهمیت سیستم های HSE در صنایع امروزه از دید هر مدیر صنعتی دور نیست. در دنیای امروز بسیاری از سازمانها و کارخانجات پی برده اند که مدیریت HSE باید جزء جدایی ناپذیر و ضروری کارخانجات و سازمانها قرار گیرد و به میزان سایر مدیریت های سازمان دارای ارزش و اهمیت باشد [۶]. بسیاری از کشورهای در حال توسعه به دلیل کمبود

۱- دانشجوی دکتری گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- (نویسنده مسئول) دانشیار گروه مهندسی صنایع، ایمنی صنعتی، دانشکده صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران، Omidvari88@yahoo.com

۳- استاد تمام، گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

واحد های HSE توسط یانگ صورت گرفت نیز اشاره به تاثیر نظرات ارزیاب ها در فرایند ارزیابی و کیفی بودن ارزیابی نموده است. در این تحقیق اشاره شده است که جهت ارزیابی دقیق عملکرد لازم است که الگویی که بیان کننده عملکرد در فرایند های کاری باشد، ارائه نمود [۱۱]. همچنین نوری و همکاران در مطالعه خود نیز به لزوم ایجاد الگوی ارزیابی عملکرد در مسایل زیست محیطی اشاره نموده اند. در این مطالعه مهمترین شاخص هایی که در ارزیابی زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفت خطرات و آلودگی های زیست محیطی بوده است [۱۲].

نیکومرام در سال ۲۰۰۹ کارایی و عملکرد سیستم بهداشت، ایمنی و محیط زیست مجتمع پتروشیمی را با استفاده از روش فازی محاسبه نمود. در این مطالعه ایشان عنوان نمودند که شاخص های ارزیابی عملکرد از شرایط عدم قطعیت برخوردار بوده و لازم است برای رفع آن از سیستم های فازی استفاده گردد [۱۳]. همچنین مسلمی عقیلی و همکارانش در سال ۲۰۱۰ در یافتند که با توجه به محدودیت های ایمنی و مشکلات بهداشتی، می توان با استقرار و کنترل عملکرد فعالیت های واحد HSE به یک زیر ساخت مناسب برای ارزیابی و کنترل دائمی مسائل ایمنی و بهداشت دست یافت [۱۴]. در تحقیق دیگری تاج الدینی در سال ۲۰۱۲ به این نتیجه رسید که میان استقرار فرهنگ HSE و بهبود عملکرد این واحد رابطه معنی داری وجود دارد. ایشان در این مطالعه عنوان نمودند که برای ایجاد یک فرهنگ یکپارچه HSE لازم است که ارزیابی عملکرد صورت پذیرد [۱۵]. در تحقیق دیگری وجود سیستم HSE-MS به عنوان یک ابزار مدیریتی به منظور پایش و تصدیق استقرار اثر بخش خط مشی بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی در هر سازمان و کارخانه ای ضروری شمرده شده است. همچنین بر ارزیابی عملکرد این بخش به صورت دوره ای تاکید شده است. ایشان در این تحقیق اشاره نموده که در

بروز حوادث در محیط های صنعتی فزونی یافته است. در گذشته پس از وقوع حوادث خسارت جبران ناپذیری ایجاد می گردد. امروزه با تنظیم تمهیدات ایمنی و بهداشت و محیط زیست از شدت و تعداد حوادث کاسته شده است [۶]. استقرار سیستم HSE-MS در یک مجموعه بایستی در کنار خط مشی یک سازمان قرار گیرد و طرح ها و برنامه های دقیق جهت دستیابی به اهداف آن تنظیم گردد. از آنجایی که معیار موفقیت هر فعالیتی ارزیابی بازخورد آن فعالیت می باشد، ارزیابی عملکرد واحد HSE نیز امری ضروری است [۷]. البته لازم به ذکر است که با وجود مزایای فراوان سیستم HSE-MS، این سیستم نقاط ضعفی نیز دارد. از جمله این نقاط ضعف این سیستم نیاز دائمی سیستم به ممیزی شاخص ها بوده تا سیستم از عملکرد خود منحرف نشود [۸].

ارزیابی عملکرد سیستم های مدیریتی یکی از مهمترین دغدغه های مدیران می باشد که این مسئله از سیستم های مدیریت HSE مبراست. مدیران می خواهند بدانند که آیا تمام ارکان سیستم مدیریتی که پیاده شده است درست عمل می کنند و تاثیر سیستم پیاده شده در حد انتظار می باشد. در خصوص سیستم های ارزیابی عملکرد تحقیقات بسیاری انجام گرفته است. در سال ۲۰۱۲ امیدواری و همکاران در مقاله خود به تاثیر قضاوت های شخصی و ارزیابی های کیفی در سیستم های ارزیابی عملکرد HSE اشاره نموده و عنوان نموده اند که ایجاد ساختارهای مهندسی و ریاضی می تواند در افزایش دقت ارزیابی عملکرد موثر باشد [۹]. همچنین در مقاله دیگر که امیدواری و قندهاری در رابطه با ارزیابی عملکرد مدیریت محیط زیست در سیستم های مدیریت شهری در سال ۲۰۱۴ ارائه نمودند اشاره به ارزیابی های کیفی عملکرد که قضاوت های شخصی ارزیاب ها با شاخص های نامناسب روی آن تاثیر می گذارد اشاره نموده است. در این مقاله استفاده از مدل های تصمیم گیری در محیط فازی می تواند در حل این مسئله مفید باشد [۱۰]. در پژوهشی که در خصوص ارزیابی عملکرد در خصوص



شکل ۱- الگوریتم مراحل انجام تحقیق

گری تفکیک شده اند. جهت کمی سازی وزن شاخص های عملکردی از روش فازی استفاده شده است. سپس به اندازه گیری شاخص ها در محیط مورد مطالعه پرداخته شده است. در نهایت با مشخص شدن میزان وزن شاخص ها با استفاده از روش های آماری بر اساس مستندات موجود در شرکت بین شرایطی که سیستم های HSE پیاده شده یا خیر با استفاده از آزمون T.testpair آنالیز گردیده است. در نهایت به بررسی شاخص ها در قبل و بعد از استقرار سیستم HSE-MS پرداخته می شود. بر این اساس مشخص می شود که ارتباط معناداری میان شاخص ها و عملکرد واحد HSE وجود دارد.

این تحقیق در صنعت ذوب فلزات انجام گرفته است طی ۳ سال (۱۳۹۱ الی ۱۳۹۴) انجام گرفته است. در این شرکت سیستم HSE-MS در سال ۱۳۹۱ پیاده شد. اندازه گیری ها در سال اول که سیستم HSE-MS هنوز پیاده نشده است و در سال سوم که ۳ سال از پیاده سازی سیستم HSE-MS گذشته انجام شد. در این تحقیق دو بخش اصلی صنعت ذوب (آگلومراسیون، فولادسازی و ریخته گری) بعنوان واحد های مورد مطالعه در نظر گرفته شد. در این تحقیق از طریق

بهبود شرایط ایمنی ارزیابی عملکرد الزامی است. در این تحقیق به الزام ارزیابی عملکرد اشاره شده است [۱۶].

این تحقیق با هدف تعیین الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی و بهداشت و محیط زیست در صنایع ذوب فلزی انجام گردید. در این مطالعه این سئوال مطرح بوده که شاخص های موثر بر عملکرد ایمنی، بهداشت و محیط زیست چیست و هر کدام چقدر بر عملکرد ایمنی، بهداشت و محیط زیست سازمان موثر است.

### مواد و روش ها

مراحل انجام این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشخص است شروع کار بررسی و شناخت صنعت مورد مطالعه بوده است. با مراجعات به سایت مورد نظر، اطلاعات مرتبط با وظایف واحد های HSE، نحوه عملکرد واحدها در یافت گردیده است. سپس به تدوین پرسشنامه جهت تعیین شاخص های عملکردی پرداخته شده است. بر اساس پرسشنامه تدوین شده و نظر خبرگان شاخص های عملکردی در سه حوزه ایمنی، بهداشت و محیط زیست و برای واحدهای آگلومراسیون و فولاد سازی و ریخته

است. به منظور جمع آوری داده‌ها در این تحقیق از پرسشنامه استفاده شده است. سوالات پرسشنامه به گونه‌ای تدوین شده است که عملکرد واحد HSE کارخانه را در سه بخش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در بر گیرد. عملکرد در واقع نسبت ورودی‌ها به خروجی‌های یک سیستم است. از اینرو در این مطالعه یک سری شاخص ورودی یکسان برای سه بخش بهداشت، ایمنی و محیط زیست در نظر گرفته شده است. همچنین یکسری شاخص‌های خروجی بصورت تفکیکی در سه حوزه بهداشت، ایمنی و محیط زیست و تعریف شد. جهت تعیین شاخص‌ها از منابع مختلف

گردآوری داده‌های مرتبط با عملکرد واحد HSE کارخانه ذوب آهن به بررسی رابطه ارزیابی عملکرد واحد HSE هر واحد و یک سری از شاخص‌های عملکردی پرداخته شده است. جامعه آماری این تحقیق ۷ نفر از خبرگان شامل اساتید دانشگاه، پرسنل ارشد واحد HSE کارخانه ذوب آهن اصفهان و پرسنل فنی واحدهای مختلف تولیدی آن کارخانه را تشکیل دادند. در این تحقیق خبره به فردی اطلاق شده است که دارای تجربه بیش از ۱۰ سال در صنعت فولاد و حداقل مدرک تحصیلی لیسانس و آشنایی کامل با فرایند ارزیابی عملکرد و مفهوم ترم‌های زبانی فازی بوده

جدول ۱. شاخص‌های عملکردی تعریف شده در این تحقیق

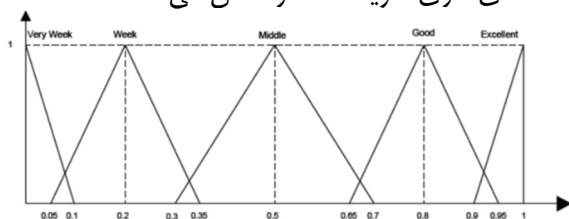
ردیف	گروه	شاخص	تعریف
۱	سازمان	HSE	تعداد افراد
۲		HSE	تعداد افراد با تجربه و متخصص HSE در هر واحد
۳		HSE	میزان بودجه اختصاصی عملکردی
۴		HSE	میزان امکانات و منابع
۵		HSE	میزان بودجه محقق شده HSE
۶		HSE	میزان بودجه منظور شده برای انجام اقدامات پیش‌بینی شده در حوزه HSE
۷		HSE	جامعیت دستورالعمل‌های مرتبط با HSE برای فعالیت‌های روزمره
۸	فرد	HSE	تجهیزات و وسایل حفاظت فردی
۹		HSE	درصد محقق شده تجهیزات و وسایل حفاظت فردی پیش‌بینی شده
۱۰		HSE	میزان بودجه سالانه
۱۱		H	بازرسی مستمر مکانهای عمومی
۱۲		H	درصد بازرسی مستمر مکانهای عمومی بر اساس شاخص‌های HSE
۱۳		H	اطلاع‌رسانی و آگاهی عمومی
۱۴		H	افزایش اطلاع‌رسانی و آگاهی عمومی کارکنان نسبت به خطرات مواد مصرفی
۱۵		H	بیماری‌های ناشی از شغل
۱۶		H	درصد افراد مبتلا به بیماری‌های ناشی از شغل
۱۷		H	معاینه کارکنان جهت تست سلامت
۱۸		H	درصد سنجش و معاینه سلامت عمومی کارکنان
۱۹		H	معاینات شغلی اختصاصی پزشکی
۲۰		H	تعداد تستهای اختصاصی پزشکی
۲۱	محیط زیست	H	شرایط ارگونومی واحد
۲۲		H	میزان بهبود تطابق شرایط ارگونومی واحد
۲۳		S	حوادث سازمانی (شرایط ناایمن)
۲۴		S	تعداد سوانح فردی در حین کار در ایما شاخص AFR منظور شده است
۲۵		S	خطرات کنترل شده
۲۶		S	درصد خطرات کنترل شده منجر به حوادث
۲۷		S	خطرات منجر به آتش‌سوزی
۲۸		S	درصد تعداد خطرات کنترل شده منجر به حوادث آتش‌سوزی
۲۹		S	منابع حریق کنترل شده
۳۰		S	میزان درصد افزایش منابع حریق کنترل شده
۳۱	S	سیستم‌های حفاظت برق	
۳۲	S	درصد سیستم‌های برق که دارای سیستم‌های حفاظت برق می‌باشد	
۳۳	S	حوادث فردی (اعتلال ناایمن)	
۳۴	S	درصد افراد صدمه دیده ناشی از کار	
۳۵	E	بار آلودگی پساب واحد	
۳۶	E	میزان کاهش بار آلودگی BOD پساب واحد	
۳۷	E	آلودگی هوای	
۳۸	E	درصد شاخص API آلودگی هوای ناشی از آگلومراسیون	
۳۹	E	آلاینده‌های ناشی از پساب واحد	
۴۰	E	درصد آلاینده‌های ناشی از پساب واحد	
۴۱	E	پسماند واحد	
۴۲	E	درصد حجمی پسماند واحد	
۴۳	E	بازیابی پسماندهای کارخانه	
۴۴	E	میزان درصد بازیابی پسماندهای کارخانه	
۴۵	E	آلودگی خاک	
۴۶	E	میزان درصد آلودگی خاک کارخانه در اثر فعالیت	
۴۷	E	آلودگی صوتی	
۴۸	E	میزان درصد کاهش تراز آلودگی صوتی در واحد	
۴۹	EO	سرانه فضای سبز	
۵۰	EO	نسبت سطح فضای سبز به تعداد پرسنل هر واحد	

H, S, E : شاخص در سه حوزه بهداشت و ایمنی و محیط زیست می‌باشد

S : شاخص در حوزه ایمنی می‌باشد

E : شاخص در حوزه محیط زیست می‌باشد

پس از تعریف توابع فوق، مقدار ماکزیمم با تفرانس راست عدد فازی و مقدار مینیمم با تفرانس چپ عدد فازی قطع داده می شود و بدین ترتیب مقدار امتیاز راست و چپ برای عدد فازی به دست می آید. این مقدار همان درجه اهمیت اعداد فازی ( $\mu_L(x)$ ) در نقاط تقاطع هستند، لذا امتیاز راست و چپ به ترتیب با  $\mu_L(x)$  و  $\mu_R(x)$  نمایش داده می شود. شکل ۲ دامنه های فازی تعریف شده را نشان می دهد.



شکل ۲. دامنه اعداد فازی تعریف شده

در جدول ۲ معادل اعداد فازی ترم های زبانی نشان داده شده است.

سپس از نظر خبرگان مطابق با روابط زیر میانگین گرفته شده است.

$$\left(\frac{a}{7}, \frac{b}{7}, \frac{c}{7}\right) = \left(\frac{\sum_{i=1}^7(a_i)}{7}, \frac{\sum_{i=1}^7(b_i)}{7}, \frac{\sum_{i=1}^7(c_i)}{7}\right)$$

جهت محاسبه امتیاز کل از فرمول زیر استفاده می شود:

$$\mu_T(x) = \frac{\mu_R(x) + (1 - \mu_L(x))}{2}$$

جدول ۲.

علمی [۹، ۱۷، ۱۸، ۱۹]، است تا ندارد HSE-ms [۱] و نظر خبرگان استفاده گردید. قابل ذکر است که تمامی شاخص های ارزیابی عملکرد HSE تعریف شده در این تحقیق در جدول ۱ تعریف شده است.

در زمان هایی که گزینه و پارامترهای اندازه گیری غالباً به صورت کیفی باشند، نیاز است که داده های کیفی به صورت کمی درآمده و سپس مورد پردازش قرار گیرند. در ابتدا با استفاده از مقیاسی مناسب، گزینه های کیفی به اعداد فازی تبدیل شده و سپس اعداد فازی به دست آمده که در ذیل توضیح داده شده است به مقادیر قطعی تبدیل می گردند. برای تبدیل گزینه های کیفی به اعداد فازی، غالباً از مقیاس های مناسب فازی استفاده می شود و متناسب با تعداد و ماهیت گزینه ها، مقیاس مناسب انتخاب می گردد. برای تبدیل اعداد نرمال (اعدادی که مقادیر x آنها در محدوده (۰، ۱) تغییر می کند، به مقادیر قطعی ابتدا یک تابع ماکزیمم و یک تابع مینیمم به صورت زیر تعریف می شود.

$$\text{Max}(x) = \begin{cases} x & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$\text{Min}(x) = \begin{cases} 1-x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

جدول ۳- دامنه تعریف مقیاس های تعیین شده

ردیف	مقیاس	دامنه مقیاس
۱	بسیار ضعیف	(0,0,0.1)
۲	ضعیف	(0.2,0.15,0.15)
۳	متوسط	(0.5,0.2,0.2)
۴	خوب	(0.8,0.15,0.15)
۵	عالی	(1,1,0)

جدول ۴- مشخصات دموگرافی جامعه مورد مطالعه

مورد مطالعه	آگلومراسیون	فولاد سازی و ریخته گری
تعداد پرسنل	۲۲۲۶	۴۲۳۵
متوسط سن شاغلین	۴۱	۴۳
متوسط سابقه کار	۲۱	۲۰/۵

گرفته و در تعیین میزان وزن ورودی و خروجی لحاظ می شود. مطابق وزن های بدست آمده از مطالعه موردی بر اساس رابطه زیر میزان کارایی آن سازمان ارزیابی می شود.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^7 x_i \text{ output}}{\sum_{i=1}^{19} x_i \text{ input}}$$

### نتایج

این تحقیق در یکی از بزرگترین صنایع ذوب فلزات انجام گرفت. این صنعت دارای ۱۶۰۰۰ تعداد پرسنل بوده که از ۷ بخش بوده که ۲ بخش تولیدی اصلی ۳ بخش تاسیسات جانبی و ۲ بخش غیر تولیدی بوده که در این بخش فقط بخش های اصلی تولیدی (واحد آگلومراسیون و واحد فولاد سازی - ریخته گری) مورد مطالعه قرار گرفته است. دو تا از پارامترهای موثر در عملکرد افراد یک واحد سازمانی تعداد پرسنل و سن و تجربه آنها است. لذا این سه پارامتر در دو واحد مطالعه موردی مورد ارزیابی قرار گرفت که مشخصات دموگرافی جامعه مورد مطالعه در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۴ مشخص است دو پارامتر موثر شخصی که می تواند در عملکرد شخصی HSE افراد اثر بگذارد مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که بین واحدهای تولیدی اصلی مورد بررسی

با در نظر گرفتن عدد فازی مثلثی به صورت (a,b,c) مقادیر دامنه چپ و راست تعیین می گردد. بنابراین با توجه به مقادیر (a,b,c) هر یک از گزینه های کیفی و با استفاده از فرمول زیر مقدار قطعی و کمی هر گزینه به راحتی قابل محاسبه است.

$$\mu_T(x) = \frac{a+b}{2(1+b)} + \frac{c}{2(1+\alpha)}$$

پس از تعیین میزان وزن اهمیت شاخص نرمال سازی صورت گرفته تا در نهایت مجموع وزن شاخص های ورودی و مجموع شاخص های خروجی ۱ شود. جهت نرمال سازی وزن ها از روابط زیر استفاده شده است.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \bar{x}_i = \frac{x_i}{\bar{X}} \rightarrow \sum x_i = 1$$

در عمل تعداد مواردی که در بازرسی و ممیزی سیستم مثبت ارزیابی می شود وزن مربوطه را می گیرد. در نهایت با مشخص شدن میزان وزن شاخص ها با استفاده از روش های آماری بر اساس مستندات موجود در سازمان بین شرایط قبل و بعد از پیاده سازی سیستم HSE با استفاده از آزمون T.testpair مقایسه آماری انجام شد. در انتها میزان عملکرد واحد بر اساس معنا دار بودن تغییرات شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت تحقق آن وزن اهمیت آن شاخص را به خود

جدول ۵- میزان وزن شاخص های عملکردی تعریف شده

ردیف	گروه	شاخص	HSE	وزن اهمیت
۱	ورودی	تعداد افراد	HSE	۰/۰۷۹
۲		میزان بودجه اختصاصی عملکردی	HSE	۰/۰۸۵
۳		میزان امکانات و منابع	HSE	۰/۱۰۲
۴		میزان بودجه محقق شده HSE	HSE	۰/۲۴۳
۵		وجود دستورالعمل های مرتبط	HSE	۰/۱۴۵
۶		تجهیزات و وسایل حفاظت فردی	HSE	۰/۱۱۴
۷		میزان بودجه سالانه	HSE	۰/۱۵۱
۸		تعداد آموزش های مرتبط با HSE	HSE	۰/۰۸۱
		جمع		۱
۱	خروجی	بازرسی مستمر مکانهای عمومی	H	۰/۰۵۵
۲		اطلاع رسانی و آگاهی عمومی	H	۰/۰۵۳
۳		بیماری های ناشی از شغل	H	۰/۰۵۷
۴		معاینه کارکنان جهت تست سلامت	H	۰/۰۵۳
۵		معاینات شغلی اختصاصی پزشکی	H	۰/۰۴۵
۶		شرایط ارگونومی واحد	H	۰/۰۴۴
۷		حوادث سازمانی ( شرایط نا ایمن)	S	۰/۰۲۳
۸		خطرات کنترل شده	S	۰/۰۳۵
۹		خطرات منجر به آتش سوزی	S	۰/۰۶۱
۱۰		منابع حریق کنترل شده	S	۰/۰۶۳
۱۱		سیستم های حفاظت برق	S	۰/۰۶۲
۱۲		صدمات فردی ASR <sup>۱</sup>	S	۰/۰۵۳
۱۳		حوادث فردی در حین کار ( اعمال نا ایمن)	S	۰/۰۵۱
۱۳		بار آلودگی پساب واحد	E	۰/۰۵۴
۱۴		آلودگی هوای	E	۰/۰۵۲
۱۵		آلاینده های ناشی از پساب واحد	E	۰/۰۴۴
۱۶		پسماند واحد	E	۰/۰۴۶
۱۷		بازرسی پسماندهای کارخانه	E	۰/۰۴۳
۱۸		آلودگی خاک	E	۰/۰۵۰
۱۹		آلودگی صوتی	E	۰/۰۳۴
۲۰		سرانه فضای سبز	E	۰/۰۲۲
		جمع		۱

S: شاخص در حوزه ایمنی می باشد  
 E: شاخص در حوزه محیط زیست می باشد  
 H,S,E: در هر سه حوزه بهداشت و ایمنی و محیط زیست می باشد  
 H: شاخص در حوزه بهداشت می باشد

و با بهره گیری از نظر خبرگان در جدول ۵ نشان داده شده است.

نتایج بررسی شاخص های ورودی تعریف شده در مدل کارایی در واحد آگلومراسیون در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج آزمون T-Testpair نشان داد که بین میزان شاخص های ورودی در قبل و بعد از سیستم HSE-ms اختلاف معناداری وجود دارد ( $p < 0/05$ ). نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص عملکردی ایمنی

در صنعت ذوب مورد مطالعه اختلاف معناداری وجود ندارد ( $p < 0/05$ ). همانطور که در جدول ۴ مشخص است دو پارامتر موثر شخصی که می تواند در عملکرد شخصی HSE افراد اثر بگذارد مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که بین واحد های تولیدی اصلی در صنعت ذوب مورد مطالعه اختلاف معناداری وجود ندارد. نتایج اندازه گیری میزان وزن شاخص های ورودی مورد مطالعه بر اساس سیستم فازی تعریف شده

جدول ۶- نتایج حاصل از شاخص های ورودی عملکردی در واحد آگلومراسیون

ردیف	شاخص	قبل از پیاده سازی HSE-ms	بعد از پیاده سازی HSE-ms
۱	تعداد افراد	۱۰	۱۴
۲	میزان بودجه اختصاصی سیستم تشویق (میلیون ریال)	۸۰۰۰۰۰۰	۹۷۶۰۰۰۰۰۰
۳	درصد تحقق مکانات و منابع مورد نیاز جهت اجرای برنامه های HSE	۴۵	۵۷
۴	میزان بودجه محقق شده HSE (میلیون ریال)	$1/66 \times 10^9$	$2 \times 10^9$
۵	وجود دستورالعمل های مرتبط (تعداد)	۳۰۲	۲۵۷
۶	تجهیزات و وسایل حفاظت فردی (محقق شده)	۶۷٪	۷۳٪
۷	میزان بودجه سالانه (میلیون ریال)	$1/88 \times 10^9$	$2/27 \times 10^9$
۸	تعداد آموزش های مرتبط با HSE ( نفر ساعت)	۱۲	۳۲

جدول ۷- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های عملکردی ایمنی و بهداشت در واحد آگلومراسیون

ردیف	شاخص	قبل از پیاده سازی HSE-ms	بعد از پیاده سازی HSE-ms
۱	کاهش تعداد سوانح فردی در حین کار AFR	۲۷	۱۸
۲	صدمات فردی ASR	۱۵	۸
۳	خطرات کنترل شده	۱۲۲	۱۷۷
۴	خطرات منجر به آتش سوزی	۳۲	۵۵
۵	منابع حریق کنترل شده	۷۱	۱۲۳
۶	سیستم های حفاظت برق	۲۶	۴۱
۷	حوادث سازمانی ( شرایط نا ایمن)	۴۸	۳۱
۸	سوانح فردی در حین کار ( اعمال نا ایمن)	۳۲	۲۵
۹	اطلاع رسانی و آگاهی عمومی مسایل بهداشتی	۳۶٪	۵۸٪
۱۰	بازرسی مستمر مکانهای عمومی در سال	۱۰۴	۲۰۹
۱۱	بیماری های ناشی از شغل	۱۰۴	۸۸
۱۲	معاینه کارکنان جهت تست سلامت	۶۳٪	۷۷٪
۱۳	معاینات شغلی و انجام تستهای اختصاصی پزشکی	۲۳٪	۴۴٪
۱۴	شرایط ارگونومی واحد	۷۷٪	۸۳٪

همانطور که در جدول ۸ مشخص است شاخص معاینه کارکنان جهت تست سلامت در قبل و بعد از پیاده سازی سیستم HSE-ms اختلاف زیادی نداشته که نتایج آماری نیز این مسئله را نشان می دهد ( $p > 0/05$ ). در عین حال سایر شاخص های عملکردی بهداشت بجز شاخص "بازرسی مستمر مکان های عمومی" تفاوت قابل ملاحظه ای در قبل و بعد از استقرار سیستم HSE-ms نداشته اند. نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص عملکردی محیط زیست در واحد

و بهداشت در واحد آگلومراسیون در جدول ۷ نشان داده شده است.

همانطور که در جدول ۷ مشخص است شاخص "تعداد سوانح فردی در حین کار" در قبل و بعد از پیاده سازی سیستم HSE-ms اختلاف معناداری داشته که نتایج آماری نیز این مسئله را نشان می دهد ( $p < 0/05$ ). نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های عملکردی ایمنی و بهداشتی در واحد فولاد سازی و ریخته گری در جدول ۸ نشان داده شده است.



جدول ۸- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های عملکردی ایمنی و بهداشت در فولاد سازی و ریخته گری

ردیف	شاخص	قبل از پیاده سازی HSE-ms	بعد از پیاده سازی HSE-ms
۱	کاهش تعداد سوانح فردی در حین کار AFR	۳۳	۱۷
۲	صدمات فردی ASR	۱۷	۱۳
۳	خطرات کنترل شده	۱۱۴	۱۹۸
۴	خطرات منجر به آتش سوزی	۲۹	۴۸
۵	منابع حریق کنترل شده	۷۸	۱۱۲
۶	سیستم های حفاظت برق	۲۹	۵۵
۷	اطلاع رسانی و آگاهی عمومی مسایل بهداشتی	۳۵٪/۵	۵۲٪
۸	بازرسی مستمر مکانهای عمومی در سال	۱۰۲	۲۱۱
۹	بیماری های ناشی از شغل	۱۰۸	۶۶
۱۰	معاینه کارکنان جهت تست سلامت	۸۸٪	۹۳٪
۱۱	معاینات شغلی و انجام تستهای اختصاصی پزشکی	۴۴٪	۶۲٪
۱۲	شرایط ارگونومی واحد	۵۲٪	۶۹٪

جدول ۹- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های عملکردی محیط زیست در واحد آگلومراسیون و فولادسازی و ریخته گری

ردیف	شاخص	روند بهبود پس از استقرار HSE-ms
۱	کاهش آلودگی هوای ناشی از آگلومراسیون	آگلومراسیون ۲۴٪/۵
۲	کاهش میزان آلاینده های ناشی از پساب واحد	فولاد و ریخته گری ۲۷٪/۱۷
۳	کاهش میزان پسماند واحد	۹٪
۴	میزان افزایش نسبت بازیابی پسماندهای کارخانه	۱۰٪
۵	کاهش درصد آلودگی خاک کارخانه	۱۲٪/۳
۶	کاهش آلودگی صوتی در واحد	۵٪/۵
۷	سرانه فضای سبز	۱۰٪/۷
		۵٪/۳

ریخته گری نشان داد که میزان امتیاز خروجی ۰/۵۴۳ و امتیاز ورودی برابر با ۱ می باشد که در نهایت میزان کارائی واحد فولاد و ریخته گری برابر با ۰/۵۴۳ می باشد.

### بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که درز بحث ارزیابی عملکرد عوامل مختلفی موثر است که لازم است در ارزیابی مورد بررسی قرار گیرد. در تحقیقی که توسط امیدواری و لشگری در سال ۲۰۱۴ انجام شد مهمترین شاخص در خصوص عملکرد ایمنی را آموزش و ممیزی ایمنی بیان نمود در حالی که در شاخص های عملکردی

آگلومراسیون و فولاد سازی و ریخته گری در جدول ۹ نشان داده شده است. نتایج آزمون T-Testpair نشان داد که بین میزان شاخص های محیط زیست در قبل و بعد پیاده سازی از سیستم HSE-ms اختلاف معناداری وجود ندارد. تنها در شاخص در صد کاهش آلودگی هوا نسبتاً کاهش نسبت خوبی اتفاق افتاده است که نتایج آماری نیز بیانگر این مسئله می باشد ( $p > 0/05$ ).

نتایج حاصل از الگوی ارائه شده در خصوص ارزیابی عملکرد نشان داد که واحد آگلومراسیون دارای امتیاز خروجی ۰/۴۴۲ و امتیاز ورودی ۱ می باشد که در نهایت میزان کارائی واحد آگلومراسیون برابر با ۰/۴۴۲ می شود. در همین رابطه در خصوص واحد فولاد و

در تحقیق حاضر یکی از شاخص های موثر بر عملکرد HSE میزان سرمایه گذاری در سیستم های تشویق و تنبیه HSE بیان شده است [۲۳]. در مقاله ای که بری ها و همکاران در سال ۲۰۱۱ ارائه نمود به سه صنعت ساختمان سازی، بازیافت و فولاد را مورد ارزیابی قرار داد که در این تحقیق مشخص شد که صنعت ساختمان کمترین کارایی ایمنی را دارد که علت آن را تنوع نیروی کار و خطرات این صنعت بیان نمود همچنین صنایع فولاد را بدلیل شناخت. آشنایی مدیران از مسایل ایمنی و اهمیت آن در این صنعت کارا بدست آورد. نتایج این تحقیق با نتایجی که در این تحقیق بدست آمد همخوانی دارد ولی چون با مدل DEA ارزیابی ها را انجام داده نسبت به تحقیق حاضر از دقت بالاتری برخوردار بوده ولی شاخص های ارزیابی عملکرد بکار برده در این تحقیق محدود بوده و از جامعیت لازم برخوردار نیست [۲۴].

نتایج نشان داد که بین شاخص تعداد حوادث AFR اختلاف معناداری وجود دارد که مهمترین علت آن را می توان تاثیر میان مدت سیستم های HSE در کنترل حوادث دانست. همچنین در نتایج مشخص شد که بسیاری از شاخص های بهداشتی عملکرد نیز تغییر چندانی نداشته که این مسئله نیز بدلیل ماهیت بلند مدت شاخص های بهداشتی می باشد. بطوریکه در صورت بررسی نتایج در زمان های طولانی می تواند تاثیر سیستم های HSE را در عملکرد شاخص های بهداشتی نشان دهد. نتایج نشان داد که در بین شاخص های محیط زیست بیشترین عملکرد مربوط به شاخص کنترل آلودگی هوا می باشد که مهمترین علت آن قوانین مرتبط با محیط زیست می باشد که تاکید بالایی را در این خصوص دارد.

یکی از مهمترین چالش های موجود در ارزیابی عملکرد ارزیابی های کیفی و ارزیاب محور می باشد که استفاده از مدل های ریاضی می تواند در این خصوص کمک نماید. لازم به ذکر است که جهت حصول نتایج دقیق تر برای سنجش عملکرد واحد HSE می توان از روش های ریاضی ارزیابی عملکرد استفاده نمود. امروزه

ایمنی در این تحقیق کنترل منابع حریق می باشد که علت این مغایرت، تفاوت در نوع صنعت مورد بررسی بوده است [۹]. در تحقیق دیگری که توسط امیر حیدری و همکاران در سال ۲۰۱۶ انجام شده است مهمترین عامل در ارزیابی عملکرد HSE سیستم های مدیریت را بیان نموده است در حالی که مهمترین شاخص در خصوص عملکرد HSE در تحقیق حاضر کنترل های سخت افزاری ایمنی بیان شده است. این مغایرت بدلیل تفاوت در روش کار و محیط مورد بررسی است [۲۰]. در مقاله ای که عباسپور و همکارانش در سال ۲۰۱۰ ارائه نمودند به تاثیر شاخص های محیط زیست در عملکرد سازمان ها اشاره کردند بطوریکه آلودگی هوا و آب را بعنوان دو شاخص مهم در ارزیابی عملکرد سازمان ها با رویکرد HSE بیان کردند. این نتایج با نتایج حاضر بدلیل نوع صنعت مورد مطالعه و روش کار مغایرت دارد بطوریکه در مطالعه حاضر عوامل محیط زیستی دارای وزن کمتری نسبت به عوامل ایمنی می باشد [۲۱].

نتایج نشان داد که در سیستم های HSE-MS لازم است به سیستم های تشویق و سرمایه گذاری در حوزه های HSE توجه گردد. بطوریکه در این تحقیق نیز سرمایه گذاری و بودجه اختصاصی در خصوص سیستم های تشویق و انگیزه مدنظر محقق قرار گرفته است در تحقیقات زیادی نیز به این مسئله تاکید شده است، بطوریکه بین تشویق ها و ترفیع ها و عملکرد کارکنان ارتباط معناداری مورد تاکید قرار گرفته است. در تحقیقی که اسکارهالت در سال ۲۰۱۲ انجام داد بر فاکتورهای موثر بر بهره وری نیروی انسانی را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که کیفیت روانی محیط کار مهمترین عامل در بهبود کار و افزایش بهره وری در سازمان است [۲۲]. در همین خصوص متیو در تحقیق خود بر تاثیر رضایتمندی و استرس شغلی بر کاهش عملکرد فرد تاکید داشته است. همچنین وجود سیستم های تشویق و تنبیه را در افزایش عملکرد سازمانی موثر دانسته است. این نتایج با نتایجی که در این تحقیق گرفته شده است همخوانی داشته بطوریکه

safety indicators. Safety Science. Institute of Petroleum. A Framework for the Use of Key Performance Indicators of Major Hazards in Petroleum Refining, 2005; Energy Institute, London.

9. Omidvari M, Lashgary Z. Presenting a model for safety program performance assessment using grey system theory, Grey Systems: Theory and Application, 2014;4(2), 287- 296.

10. Omidvari M, Ghandehari M. Urban Environmental Management Performance Assessment by Fuzzy Analytical Hierarchy Processing (FAHP), Journal of Environmental Accounting and Management. 2014; 2(1),31-41.

11. Yang Y, MacLean R. A template for assessing corporate performance: Benchmarking EHS organization. Environmental Quality Management, 2004; 13(3), 11-23.

12. Nouri J, Abbaspour OM, Roayaei E, Nikoomaram H. Comparison Environment Performance HSEQ management systems, regarding the international and Iranian of oil and gas general contractors. American Journal of Applied Sciences. 2005; 2(1),447-451.

13. Nikoomaram H. Efficiency measurement & performance of health, safety and environment system through the design of mathematical models, Science and Research Branch, Islamic Azad University. 2009. (Persian)

14. Moslemi Aghili MM, Joneidi Jafari A, Ziaedini SH. The Assessment of Establishment and Maintenance of the Health Management System in Schools and Grading for Awarding Stars, Journal of Isfahan Medical School, 2010; 28(107):248- 258. (Persian)

15. Tajoddini M. Relationship between culture of organization and HSE Performance, MSc Thesis, Science and Research Branch, Islamic Azad University, 2012;1.29.

16. Yildiz G. Developing a Health, Safety and Environment (HSE) management performance, TUE. Department Technology Management, Series Master Theses Operations Management and Logistics. 2007;7. Available at: <http://genootschapvoorrisico.management.nl/assets/pdf/Gokhan%20Yildiz.pdf>.

17. Mouda M, Djebabra M, Boulagouasm W, Chati M. Proposal for an Evaluation Method for the Performance of Work Procedures, Safety and Health at Work, 2016; 7(4), 299-306.

18. Hamidi N, Omidvari M, Meftahi M. The effect of integrated management system on safety and productivity indices: Case study; Iranian cement industries, Safety Science. 2012; 50;1180-1189.

19. Nordlöf H, Wiitavaara B, Winblad U, Wijk K,

روش‌های مختلفی برای ارزیابی عملکرد وجود دارد که یکی از این روش‌ها، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) می‌باشد. این روش که بر پایه مدل‌های ریاضی پایه گذاری شده است، این امکان را فراهم می‌آورد که عملکرد یک واحد را به صورت دقیق از لحاظ کارا بودن و ناکارا بودن مورد ارزیابی قرار داد.

### محدودیت‌های مطالعه

مهمترین محدودیت این مطالعه دسترس سخت به اطلاعات مطالعه موردی لازم جهت ارزیابی می‌باشد. لذا در این رابطه توصیه شده است که از اعداد خاکستری استفاده گردد.

### منابع

1. E&P FORUM, Guidelines for the Development and Application of Health, Safety and Environmental Management Systems Report No. 6.36/210, 1994; England, London. <http://www.ogp.org.uk/pubs/210.pdf>
2. European Agency for Safety and Health at Work. 2007, Facts 76/EN National economics and occupational safety and health. Bilbao, Spain: European Agency for Safety and Health at Work, ISSN 1681-2123.
3. Taghdisi M. Alizadeh S. Integrated Management System of HSE. 2008; Tehran: Daneshparvar. (Persian)
4. Omidvari M, Nourmoradi H, Nouri J, Shamaii A. Presentation of pattern of occupational and environmental health risk assessment in oil products transportation. J Health Syst Res 2013; 9(2):1-10. (Persian)
5. Harris JR, Richard SC. Machine Safety: New & Updated Consensus Standards, Prof Saf. 2012 May; 57(5): 50-57.
6. Wang, Yu, Mingbang Tian, Dongbo Wang, Qiang Zhao, Shihui Shan, Shuhuang Lin, Study on the HSE Management at Construction Site of Oil and Gas Processing Area, Procedia Engineering. 2012;45, 231-234.
7. Chakraborty AB., Hlistic Approach to HES Performance Assessment, Monitoring and Management in an Integrated upstream oil/Gas corporation, SPE 86744, Health, safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. 2004;Galgory, Alberta, Canada.
8. Hopkins A. this issue. Thinking about process



23. Mathew NA. Effect of Stress on job satisfaction among nurses in central kerala, *Journal of Business and Management*. 2013;7(2): 47-51.

24. Beriha GS, Patnaik B, Mahapatra SS. Safety performance evaluation of Indian organizations using data envelopment analysis", *Benchmarking: An International Journal*, 2011;18(2), 197 – 220.

Westerling R, Safety culture and reasons for risk-taking at a large steel-manufacturing company: investigating the worker perspective. *Safety Science*. 2015;73,126-135.

20. Amir-Heidari P, Maknoon R, Taheri Bazyari M. A new framework for HSE performance measurement and monitoring, *safety science*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2016.11.001>

21. Abbaspour M, Hosseinzadeh Lotfi F, Karbasi AR, Roayaei E, Nikoomaram H. Development of a model to assess environmental performance, concerning HSE-MS principles, *Environmental Monitoring & Assessment*. 2010;165(1-4):517-528.

22. Skarholt K, Andersen T, Antonsen S, Hansson L, Leistad L, Sandsund M. HSE at work within construction and health care, 6th International Conference: Towards Safety through Advanced Solutions, Sopot, Poland. 2012; 11-14.

## Presenting of pattern of HSE unit performance assessment in the steel industries

Azin Shamaii<sup>1</sup>, Manouchehr Omidvari<sup>2\*</sup>, Farhad Hossein zadeh<sup>3</sup>

Received: 2016/03/25

Revised: 2016/12/04

Accepted: 2017/01/20

### Abstract

**Background and aims:** Assessment of performance indicator is one of the most important issues in the managerial systems that should be done in a correct way. The accuracy of the assessment is influenced by the assessors' judgment. This study was done in order to determine pattern of assessing of HSE unit performance in the steel industries.

**Methods:** In this study, 7 experts were defined indicators for assessing the performance of HSE units in the steel industry. Then, the weights of the indicators were obtained by fuzzy linguistic terms. Then, one of the largest steel industries was assessed by using normalized weights of the indicators.

**Results:** the results of this study showed, that the most important index in Health domain is occupational disease control program (0.057) and the most important index in safety domain is fire hazard control program (0.062) and in Environmental domain was air pollution control program (0.054). Also, the results showed that the most common causes of reduced HSE unit performance were related to health and environment domains indices.

**Conclusion:** Results showed that the majority of safety indicators were influenced by HSE Managerial Systems in the short term; however, this system needs more time to show its efficacy in the Health and Environmental domains indicators.

**Keywords:** Performance Assessment, Steel Industries, HSE, HSE performance indices.

1. PhD student of Environmental Management, Faculty of Environmental and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. (**Corresponding author**) Associated Professor of Department of safety engineering- Industrial Engineering, Faculty of Mechanical and Industrial Engineering, Islamic Azad University, Qazvin Branch, Qazvin, Iran, [omidvari88@yahoo.com](mailto:omidvari88@yahoo.com)

3. Full professor of Department of Mathematics, Science and Research Campus of Tehran, Iran.