



## طراحی و استقرار سیستم یکپارچه ایمنی و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به منظور بهبود شاخص‌های ایمنی

ایرج محمدفام<sup>۱</sup>، علی شفیق‌خانی<sup>۲</sup>، علیرضا سلطانیان<sup>۳</sup>، فرهاد محمدفام<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۱۳

تاریخ ویرایش: ۹۲/۰۴/۳۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۴

### چکیده

**زمینه و هدف:** تجزیه و تحلیل حوادث نشان می‌دهد که یکی از علل اصلی وقوع حوادث عدم یکپارچگی واحدهای نگهداری و تعمیرات با ایمنی است. ادغام این دو فرآیند توسط یک سیستم یکپارچه می‌تواند منجر به کاهش حوادث، بیماری‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی شود. این امر در نهایت منجر به بهبود عملکرد سازمان خواهد شد.

**روش بررسی:** در این تحقیق ابتدا شاخص‌های مربوط به ایمنی و نگهداری و تعمیرات تعیین و مقدار عددی آنها اندازه‌گیری شد. سپس به منظور ارتقاء شاخص‌های منتخب، سیستم یکپارچه ایمنی و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه طراحی و پیاده‌سازی گردید. در مرحله پایانی مقدار شاخص‌های منتخب پس از گذشت ۶ ماه از پیاده‌سازی سیستم مجدداً اندازه‌گیری گردید. تغییرات ایجاد شده در شاخص‌ها با استفاده از آزمون آماری ویلکاکسون ارزیابی شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد که بهبود در شاخص‌های قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، های نرخ تکرار و نرخ شدت حوادث در بعد از مداخله معنی‌دار می‌باشد ( $p \leq 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** این سیستم با پیش‌بینی انواع نقایص، برنامه‌ریزی و طراحی عملیات لازم جهت جلوگیری از وقوع آن‌ها می‌تواند به بهبود وضعیت ایمنی، تجهیزات و عملکرد سازمانی منتهی شود.

**کلیدواژه‌ها:** ایمنی، نگهداری، تعمیرات، سیستم یکپارچه

### مقدمه

ایمنی و نگهداری و تعمیرات (نت) بعنوان دو موضوع مستقل از هم مورد توجه قرار می‌گرفتند از ابتدای قرن حاضر تعدادی از محققان با رویکردی تازه سیستم‌های یکپارچه نت و ایمنی را بعنوان ابزاری مناسب برای بهینه‌سازی ظرفیت سازمان‌ها پیشنهاد کردند [۶]. در جدول ۱ به برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه اشاره شده است.

یکی از آثار سوء صنعتی شدن افزایش روزافزون تعداد و حوادث شغلی است [۱]. حوادث شغلی علاوه بر تحمیل خسارات انسانی، هزینه‌های اقتصادی زیادی را نیز سبب می‌شود [۲]. بر همین اساس سازمان بهداشت جهانی این مسئله را به عنوان یک اپیدمی در حوزه بهداشت تلقی می‌کند [۳].

نظر به مطالب یاد شده و همچنین با توجه به نقش ادغام سیستم‌های ایمنی و نت در کاهش ضایعات، ادغام سیستم‌های یاد شده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است [۱۰-۱۲]. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تاثیر استقرار یک

بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ارتباط نزدیکی بین نگهداری و تعمیرات و بروز حوادث عمده و بزرگ وجود دارد [۴]. این موضوع سبب شده است که تمایل جدی برای استفاده از عامل ریسک به عنوان یک معیار برای برنامه‌ریزی اقدامات نگهداری و تعمیرات ایجاد شود [۵]. هر چند که تا اوایل قرن بیست و یکم

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ali.shafikhani@yahoo.com

۳- استادیار، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۴- کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب

جدول ۱- برخی از مطالعات انجام شده در حوزه ایمنی و نت

سال	بررسی متون	نویسنده
۲۰۰۱	بر رویکرد سیستماتیک ایمنی در بخش نگهداری و تعمیرات در وزارت دفاع بریتانیا پرداخته شده است [۴].	کلی و همکاران
۲۰۰۵	نقش فرهنگ ایمنی در نگهداری و تعمیرات راه آهن مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله به مشکلات رفتارهای ناایمن و تاثیر فرهنگ ایمنی بر حوزه تعمیرات و نگهداری پرداخته شده است [۵].	فارتون و همکاران
۲۰۰۶	یکپارچه سازی قابلیت اطمینان و در دسترس پذیری تجهیزات بررسی شده است. محققان برای این کار در واحد نگهداری و تعمیرات ارزیابی ریسک انجام دادند که نتیجه این کار بهبود در فعالیت های نیروگاه حرارتی آقام بریتانیا بود [۶].	اتی و همکاران
۲۰۰۹	به بررسی ایمنی حمل و نقل هوایی و نگهداری بر مبنای تغییرات عمده سازمانی پرداختند. این مقاله تاثیرات تغییرات همزمان سازمانی بر روی سیستم مدیریت ایمنی و نگهداری و تعمیرات در صنعت هوایی نروژ را مورد بررسی قرار می دهد [۷].	هرا و همکاران
۲۰۱۱	در این پژوهش توسعه و کاربرد تعمیر و نگهداری تجهیزات و ایمنی و یکپارچگی آن با سیستم مدیریتی بررسی شده است. در این مطالعه همچنین به طور همزمان به تغییر نگرش در زمینه نگهداری و تعمیرات و ایمنی و قابلیت اطمینان تجهیزات، از رویکرد سنتی به مدرن در صنایع چین پرداخته می شود [۸].	کینگ فنگ و همکاران
۲۰۱۱	در این مطالعه نقش فرهنگ ایمنی در موضوع نگهداری هواپیماها بررسی شده است این پژوهش یک مطالعه موردی است که بر مبنای مصاحبه و تجزیه و تحلیل اسناد انجام گرفته است [۹].	آتاک و همکاران

متدلوژی تحلیل و طراحی ساختاری سیستم یافته<sup>۱</sup> (SSADM) انجام شد.

روش SSADM مانند بسیاری از روشهای ساختار یافته، ایجاد یک سیستم اطلاعاتی را در قالب یک پروژه مهندسی اجرا می کند که از این نظر جزء روش های داده گرا محسوب می شود. در این متدلوژی ساختار منطقی داده های سیستم و روابط درونی آنها مدلسازی می شوند. SSADM برای طراحی کامل منطقی داده ها از دو تکنیک "سازماندهی منطقی داده ها" و "تجزیه و تحلیل رابطه ای داده ها" استفاده کرده و نتایج آنها را با یکدیگر تلفیق می کند [۱۶ و ۱۵].

در گام دوم مطالعه با بررسی عناصر سیستم ایمنی و نگهداری و تعمیرات، بررسی مستندات، مصاحبه با کارشناسان و تحلیل سوابق سیستم مورد مطالعه، اقدام به شناسایی ورودیها و خروجی های سیستم ایمنی و نگهداری و تعمیرات گردید. برای تعیین نوع روابط بین اجزاء سیستم ایمنی و تعمیر نگهداری، نمودار جریان داده ها فیزیکی<sup>۲</sup> دو فرایند ایمنی و نت ترسیم شد. در

سیستم یکزارچه ایمنی و نت پیشگیرانه در بهبود شاخص های ایمنی و نت طراحی و اجراء شده است.

### روش بررسی

پژوهش حاضر یک مطالعه مقطعی، توصیفی و گذشته نگر است که محدوده سال های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ در شرکت نیرو محرکه ایران انجام شده است. این مطالعه در هفت گام اساسی به شرح زیر انجام گرفت: در گام اول پس از آشنایی دقیق با سیستم و عناصر آن، شاخص های مناسب ایمنی و نگهداری و تعمیر مناسب برای ارزیابی سطح اثر بخشی سیستم مورد مطالعه در قبل و بعد از مداخله شناسایی شد. برای این امر از نتایج مطالعات مشابه و با در نظر داشتن شاخص های مورد استفاده در سطح کشور استفاده شد [۱۳]. سپس با استفاده از روش مقایسه زوجی و نظر خبرگان از میان شاخص های یاد شده ۱۲ شاخص انتخاب گردید [۱۴]. گام دوم تا ششم مطالعه یکپارچه سازی و تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم یکپارچه ایمنی و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه بود که بر اساس

<sup>۱</sup>. Structured System Analysis & Design Method (SSADM)

<sup>۲</sup>. Data Flow Diagram (DFD)

جدول ۲- میزان شاخص های ایمنی قبل (سال ۸۹) و بعد (سال ۹۱) از پیاده سازی سیستم یکپارچه

شاخص	نرخ تکرار حوادث		مرخصی استعلاجی و روزهای از تلف شده		نرخ شدت		نرخ بروز حادثه	
	۸۹	۹۱	۸۹	۹۱	۸۹	۹۱	۸۹	۹۱
ماه	۲۰/۲۸	۶/۷۰	۹	۷	۶۰/۸۳	۹۱	۲۸/۵۷	۹/۷۱
مهر	۱۳/۱۷	۰	۹	۰	۵۹/۲۵	۰	۱۹/۰۵	۰
آبان	۲۶/۴۸	۰	۲۹	۰	۱۹۱/۹۸	۰	۳۸/۱۰	۰
آذر	۱۳/۱۸	۲۶/۰۶	۹	۳۸	۵۹/۲۹	۳۸	۱۹/۰۵	۳۸/۸۳
دی	۱۲/۹۱	۱۳/۲۵	۱۳	۴	۸۳/۹۴	۴	۱۹/۰۵	۱۹/۴۲
بهمن	۶/۴۸	۶/۵۰	۳۵	۳	۲۲۶/۸۱	۳	۱۹/۵۰	۹/۷۱
اسفند	۱۳/۲۰	۰	۳	۰	۱۹/۸۰	۰	۱۹/۰۵	۰
فروردین	۲۰/۴۰	۶/۵۱	۱۴	۶	۹۵/۲۱	۶	۲۸/۵۷	۹/۷۱
اردیبهشت	۱۲/۹۲	۱۲/۹۵	۱۳	۱۴	۸۳/۹۹	۱۴	۱۹/۰۵	۱۹/۴۲
خرداد	۱۳/۲۰	۰	۵	۰	۳۳	۰	۱۹/۰۵	۰
تیر	۰	۶/۴۹	۰	۳	۰	۳	۰	۹/۷۱
مرداد	۱۳/۲۶	۶/۶۳	۱۰۷	۵	۷۰۹/۱۷	۵	۱۹/۰۵	۹/۷۱
شهریور								

در قالب سیستم اطلاعات مدیریتی<sup>۳</sup> در شرکت نیرو محرکه پیاده سازی شد. در گام هفتم پس از گذشت ۶ ماه از پیاده سازی سیستم یاد شده شاخص های منتخب مجدداً اندازه گیری و تغییرات آنها در اثرمدخله یاد شده با استفاده از آزمون های آماری ویلکاکسون ارزیابی شد. لازم بذکر است که ارزیابی شاخص های نت بر روی ۹ مورد از بحرانی ترین دستگاه های شرکت انجام شد. ملاک انتخاب دستگاه ها ارزش ریالی آنها، اهمیت و جایگاه دستگاه در تواوم تولید و امکان جایگزین دستگاه در صورت آسیب و روش انتخاب آنها بر اساس نظرات کارشناسان شرکت و بررسی اسناد مرتبط بود.

### یافته‌ها

یافته های این تحقیق نشان داد که پیاده سازی سیستم یکپارچه ایمنی و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به بهبود شاخص های ایمنی و نت منجر شده است. اندازه گیری شاخص های ایمنی پس از گذشت ۶ ماه از استقرار سیستم یکپارچه نشان داد که همه شاخص های منتخب در حوزه ایمنی و نت بهبود یافته اند. (جدول ۳ و ۲).

گام سوم نمودار جریان داده های فیزیکی سیستم موجود به نمودار جریان داده های منطقی تبدیل شدند. در گام چهارم جهت طراحی سیستم جدید، نمودار جریان داده ها منطقی تحلیل شده سیستم موجود، به نمودار جریان داده ها منطقی سیستم جدید تبدیل شدند. برای این تبدیل لازم است که ارتباطات و پردازشهای جدید به نمودار جریان داده های منطقی سیستم موجود اضافه یا ارتباطات و پردازشهای زائد از آنها حذف شود. در گام پنجم بر اساس نمودار جریان داده ها منطقی جدید، نمودار جریان داده های فیزیکی سیستم جدید رسم شد. در گام ششم مرزبندی انسان و ماشین در قالب یک سیستم در شرکت انجام گردید. در این مرحله بعبارت دیگر شرح وظایف هر کدام از دو واحد ایمنی، نت و همچنین وظایف مشترک بین آنها مشخص گردید. برای قسمت هایی که در مرز ماشینی قرار گرفته بودند پایگاه داده ایجاد گردید و برای آن مدلسازی داده ای سازماندهی و مستند گردید. در این مرحله سیستم کامل و با تهیه برنامه پیاده سازی، شامل برنامه نویسی استقرار سیستم جدید به جای قدیم، راهنمای عملیات کاربران تدوین گردید. در پایان این مرحله سیستم جدید

<sup>3</sup>. Management Information System (MIS)

جدول ۳- میزان شاخص های ایمنی قبل (سال ۸۹) و بعد (سال ۹۱) از پیاده سازی سیستم یکپارچه

دستگاه	شاخص	قابلیت اطمینان	قابلیت دسترسی	تعداد نقص خطرناک	میانگین زمان بین نقایص
		۸۹	۹۱	۸۹	۹۱
فرز CNC (فایفر)	۰/۸۸	۰/۹	۰/۹۹۵	۴	۴۰۲
فرز سنتر CNC	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۸۹	۲	۵۴۶
ماشین سنگ شفت	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۹۹	۳	۶۷۱
فرز یونیورسال	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۹۹	۳	۲۹۵
پرس هیدرولیک	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۹۶	۵	۶۳۴
گیوتین	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۹۹۴	۴	۲۵۲
بریک	۰/۸	۰/۸۵	۰/۹۹۳	۵	۲۲۲
کویل بر	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۹۶	۵	۶۵۴
پانچ CNC	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۸۸	۳	۳۰۶

این کار منجر به کاهش زمان تدارکات و بهبود میانگین زمان تعمیر پس از استقرار سیستم نسبت به قبل از آن می شود. همچنین این سیستم به واسطه پیش بینی خرابی دستگاه ها و صدور نت پیشگیرانه از خرابی اتفاقی تجهیزات و صدمات احتمالی جلوگیری می کند بنابراین، ویژگی اخیر علاوه بر بهبود میانگین زمان بین نقایص، شاخص میانگین زمان خرابی را نیز بهبود می بخشد.

در این سیستم مطابق قانون ۸۰-۲۰ مهم ترین عوامل تاثیر گذار در خرابی دستگاه ها و حوادث در پایگاه داده سیستم مذکور شناسایی و برای آن ها اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه صادر شد به طوری که ۲۰ درصد عوامل که سبب ساز ۸۰ درصد حوادث و خرابی بودند مرتفع گردیدند همین امر منجر به بهبود شاخص های ایمنی و نگهداری و تعمیرات کمک نمود. یافته های مطالعه حاضر توسط پژوهش های متعدد دیگر تأیید می شود. برای مثال در یک مطالعه که در سال ۱۹۹۹ صورت گرفت تأثیر مثبت پیاده سازی سیستم های یکپارچه ایمنی و نت پیشگیرانه در بهبود همزمان شاخصهای دو حوزه یاد شده تأیید گردید [۱۷].

در یک مطالعه مشابه نقش مثبت پیاده سازی سیستم های نت پیشگیرانه در کاهش حوادث مورد تأکید قرار گرفته است [۱۸].

همچنین ماچی و همکاران در پژوهش خود نشان دادند که اجرای سیستم مدیریت نگهداری می تواند به

تحلیل های آماری انجام شده با استفاده از آزمون ویلکاکسون نشان می دهد که بهبود در شاخص های نرخ تکرار و نرخ شدت حوادث در قبل و بعد از مداخله معنی دار می باشد ( $p \leq 0.05$ ).

با انجام آزمون ویلکاکسون مشخص شد بهبود شاخص های قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، میانگین زمان بین نقایص و تعداد نقص های خطرناک د بعد از پیاده سازی سیستم یکپارچه ایمنی و نت پیشگیرانه معنی دار ( $p \leq 0.05$ ) بوده است.

### بحث و نتیجه گیری

یافته ها نشان داد که استقرار یک سیستم یکپارچه ایمنی و نت پیشگیرانه می تند به بهبود شاخص های مرتبط بیانجامد. یکی از مهمترین دلایل این امر طراحی و ارائه روش های اجرایی مکتوب برای هر مرحله از سلسله مراتب توقف باشد. زیرا که توقف یک عملیات روتین نبوده و احتمال بروز مشکلات مرتبط با ایمنی فرآیند در این مواقع نسبت به زمان های عملیات عادی بیشتر است [۶ و ۴]. از دیگر دلایل دخیل این است که سیستم ایجاد شده به دلیل جلوگیری از فرسودگی اجزاء ماشین آلات، می تواند از خرابی های برنامه ریزی نشده و در نتیجه از دسترس خارج شدن ماشین ها بکاهد. از طرف دیگر با توجه به اینکه در سیستم پیاده سازی شده زمان های خرابی قطعات پیش بینی می گردد لذا این قطعات از قبل خریداری و در انبار نگهداری می شود که

Engineering & System Safety; 2001, 71(3): 271-84.

8. Farrington-Darby T, Pickup L, Wilson J.R. Safety culture in railway maintenance. Safety Science; 2005, 43(1):39-60.

9. Eti M.C, Ogaji S, Probert S.D. Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture. Applied Energy; 2006. 83(11): 1235-43.

10. Herrera I.A, Nordskag A.O, Myhre G, Halvorsen K. Aviation safety and maintenance under major organizational changes, investigating non-existing accidents. Accident Analysis & Accident Prevention; 2009, 41(6):1155-63.

11. Qingfeng W, Wenbin L, Xin Z, Jianfeng Y, Qingbin Y. Development and application of equipment maintenance and safety integrity management system. Journal of Loss Prevention in the Process Industries; 2011,24(4): 321-32.

12. Atak A, Kingma S. Safety culture in an aircraft maintenance organisation: A view from the inside. Safety Science; 2011, 49(2): 268-78.

13. Liu M, Frangopol D. M. Multiobjective maintenance planning optimization for deteriorating bridges considering condition, safety, and life-cycle cost. Journal of Structural Engineering; 2005, 131(5): 833-842.

14. Liou J. J, Tzeng G. H, & Chang H. C. Airline safety measurement using a hybrid model. Journal of Air Transport Management; 2007, 13(4): 243-249.

15. Wang B, Feicheng M. A Plant Documentation Information System Design. International journal of computer science & information Technology (IJCSIT); 2010, 2(2): 134-148.

16. Ekechukwu B, Chieme G, Asogwa S. Automated Systems for Road Safety control in a Developing World. West African Journal of Industrial and Academic Research; 2013, 5(1): 56-73.

17. Brewer H.D, Canady K. S. Probabilistic safety assessment support for the maintenance rule at Duke Power Company. Reliability Engineering & System Safety; 1999, 63(3): 243-249.

18. Vatn J, & Aven T. An approach to maintenance optimization where safety issues are important. Reliability Engineering & System Safety; 2010, 95(1): 58-63.

19. Macchi M, Garetti M, Centrone D, Fumagalli L, & Piero Pavirani G. Maintenance management of railway infrastructures based on reliability analysis. Reliability Engineering & System Safety; 2012, 104: 71-83.

20. Martorell, S., Sanchez, A., Munoz, A., Pitarch, J. L., Serradell, V., & Roldan, J. The use of

ارتقاء شاخص های ایمنی و قابلیت اطمینان سیستم منتهی گردد [۱۹].

علاوه بر این در مطالعه مارتورل و همکاران رابطه مستقیم بین بهبود شاخص های نت بر شاخص های ایمنی نشان داده شد [۲۰].

پیاده سازی سیستم های یکپارچه ایمنی و نت پیشگیرانه می تواند با پیش بینی انواع نقایص احتمالی و در نتیجه طراحی عملیات لازم جهت جلوگیری از وقوع آن ها به طراحی و اجرای برنامه های پیشگیرانه بیانجامد. نتیجه امر کاهش حوادث، پائین آمدن میزان زیان های ناشی از کاهش قابلیت دسترسی به ماشین آلات و در نتیجه صرفه جویی در هزینه های سازمان و ایجاد یک تصویر بهتر از آن برای جامعه باشد.

## منابع

1. Hovden J, Albrechtsen E, Herrera I. A. Is there a need for new theories, models and approaches to occupational accident prevention?. Safety Science; 2010, 48(8): 950-956.

2. Azadeh A, Mohammad Fam I, and Mohammad Mansouri Garakani. A total ergonomic design approach to enhance the productivity in a complicated control system. Information Technology Journal; 2007, 6 (7): 1036-1042.

3. Azadeh M. A, Keramati A, Mohammadfam I, & Jamshidnedjad B. Enhancing the availability and reliability of power plants through macroergonomics approach. Journal of Scientific and Industrial research: 2006, 65(11): 873-8.

4. Zohar D. Thirty years of safety climate research: Reflections and future directions. Accident Analysis & Prevention; 2010, 42(5): 1517-1522.

5. Azadeh A, Mohammad Fam I.M. A framework for development of integrated intelligent human engineering environment. Information Technology Journal; 2006, 5 (2): 290-299

6. Aoudia M, Belmokhtar O, Zwingelstein G. Economic impact of maintenance management ineffectiveness of an oil and gas company. Journal of quality in Maintenance Engineering; 2008, 14(3): 237-261.

7. Kelly T.P, McDermid J.A. A systematic approach to safety case maintenance. Reliability



maintenance indicators to evaluate the effects of maintenance programs on NPP performance and safety. Reliability engineering & System safety 1999, 65(2), 85-94.

## Design and establishment of an integrated safety and preventive maintenance system for improving safety indices

I. Mohammadfam<sup>1</sup>, A.K. Shafikhani<sup>2</sup>, A. Soltanian<sup>3</sup>, F. Mohammadfam<sup>4</sup>

Received: 2013/02/02

Revised: 2013/07/22

Accepted: 2013/10/05

### Abstract

**Background and aims:** Accident analysis shows that one of the main reasons of accidents is non-integration of maintenance units with safety. Merging these two processes through an integrated system can reduce accidents, diseases, and environmental pollution. These issues can potentially lead to the improvement of organizational performance.

**Methods:** Firstly, safety and maintenance indices were determined and related values were measured. In order to promote the selected indicators, an integrated safety and preventive maintenance system were designed and implemented. Finally, after six months, values of selected indices were re-measured. The changes in values of indices were assessed using the Wilcoxon test.

**Results:** Our results showed that, following the intervention, the improvement of reliability, accessibility, and repetition rate and events severity rate indicators was statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** This system predicts the types of defects, plans and designs required operation to prevent defects occurrence. As a result, it can potentially lead to safety, equipment and organizational performance improvement.

**Keywords:** Safety, Prevention, Maintenance, Integrated system.

1. Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Iran.

2. (**Corresponding author**) Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Iran. ali.shafikhani@yahoo.com

3. Department of Bio Statistics and Epidemiology, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Iran.

4. Department of Management, Islamic Azad University of Bonab, Bonab, Iran.