مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
دوره ۷ شماره ٤ زمستان ۱۳۸۸ ، صفحات : ٦٨-٥١

ارزیابی « شاخص احتمال خطای انسانی» برای تجمع در شرایط اضطراری تاسیسات تقویت فشار گاز (منطقه سه عملیات انتقال گاز)

شقایق رحیمی کمال: دانشجو دوره کارشناسی ارشد،گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران ، ایران
دکتر جبرائیل نسل سراجی: استاد، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
نویسنده رابط: jnsaraji@tums.ac.ir
دکتر ایرج محمدفام: استادیار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/٦/۱ تاریخ پذیرش : ۱۳۸۸/۸/۲٦

چکیده

زمینه و هدف: خطای انسانی اغلب در بروز حوادث، هم در عملکرد مستقیم و هم در طراحی های ضعیف، نقش مهمی بازی می‌کند. تمرکز این کار بر پیش بینی احتمالات خطای انسانی در هنگام فرآیند تجمع در شرایط اضطراری در تأسیسات تقویت فشار گاز می باشد. هدف از ارایه ی این مقاله توصیف مختصری از شاخص احتمال خطای انسانی(HEPI) Human Error Probability Index برای فرآیند گردهمایی و تجمع در شرایط اضطراری تاسیسات تقویت فشار گاز است.

روش کار: با توجه به کمبود منابع اطلاعاتی در زمینه خطای انسانی و بخصوص داده های خطای انسانی برای تجمع در شرایط اضطراری در تأسیسات تقویت فشار گاز، یک روش قضاوت کارشناسی به نام شاخص احتمال موفقیت به عنوان وسیله ای برای پیش بینی احتمالات خطای انسانی تهیه شده است. دو سناریوی تجمع با شدت های مختلف (نشت گاز و آتش سوزی و انفجار) با جزییات مورد مطالعه قرار گرفت. ۳٤ نمودار مرجع، داده‌هایی را برای وزن و نرخ دهی به شش عامل شکل دهی عملکرد فراهم نمودند و در نهایت این داده ها با استفاده از روش Success Likelihood Index Methodology (SLIM) جهت محاسبه احتمال موفقیت برای ١٦ فعالیت تجمع از نقطه شروع تجمع تا آخرین فعالیت در پناهگاه موقت ایمن Temporary Safe Refuge(TSR) پردازش شدند. فعالیت‌های فوق به ترتیب در قالب ٤ مرحله ی: آگاهی، ارزشیابی، خروج و بازیابی تقسیم بندی شده‌اند. ٦ عامل شکل دهی عملکرد که در این کار مورد توجه قرار گرفتند عبارتند از: استرس، پیچیدگی کار، آموزش، تجربه، عامل رویداد و عامل های شرایط جوی.

نتایج: احتمال خطای انسانی در مرحله خروج از بقیه مرحله ها بیشتر بود و پس از آن در مرحله ارزشیابی، بیشترین احتمالات دیده شد و کمترین احتمال خطا در مرحله ی آگاهی رخ داد.

نتیجه گیری: کاربرد شاخص احتمال خطای انسانی (HEPI) می تواند جهت محدود نمودن فرصت ها برای رخداد خطای انسانی و کاهش شدت عواقب چنین خطاهایی از طریق تغییراتی در آموزش، طراحی، سامانه های ایمنی و دستورالعمل ها که در نتیجه آن قدرت تحمل خطا در طراحی ها و یا عملیات بیشتر شود، مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: فاکتورهای انسانی، خطای انسانی، شاخص احتمال خطای انسانی (HEPI)، شاخص احتمال موفقیت (SLIM) و تاسیسات تقویت فشار گاز

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013
[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

مقدمه

انسان موجودی است جایزالخطا که گاه دچار اشتباه می شود. بسیار مشکل است که طبیعت انسان ها را عوض کنیم و آنها را وادار به پیروی از روش های بدون اشتباه نماییم. در عوض، باید سعی کنیم آنها را آن گونه که هستند بپذیریم و آنگاه تلاش کنیم که با تغییر و اصلاح محیط کار، طراحی تجهیزات و روش های کاری بهتر فرصت های اشتباه را از آنها بگیریم و متعاقباً با کاهش عواقب اشتباهات و ایجاد فرصت های لازم برای رفع اشتباه امکان محیط کاری ایمن تری برای آنها فراهم کنیم (AICHE 1994; Ahmadi 2005b).

پیش از سال ۱۹۳۱ متخصصان ایمنی گرایش به تمرکز بر اقدامات پیشگیرانه فیزیکی از قبیل: حفاظ گذاری ماشین آلات، نظم و نظافت کارگاهی و بازرسی داشتند؛ ظاهراً به این دلیل که اعتقاد داشتند شرایط فیزیکی سبب بروز حوادث می گردند. کارهای پیشگیرانه اندکی به صورت برنامه های آگاهی دهنده (از قبیل پوستر و غیره) توسط افراد انجام می شد. هاینریش تمام این اعتقادات را با افکار متفاوت و جدید خود در مورد چگونگی بروز حوادث و کنترل آنها دگرگون ساخت. نظریه ی هاینریش و مفاهیم آن در ده عبارت خلاصه شد که به آن قواعد ایمنی صنعتی می گویند(Lees Frank 2004 ; Whittingham 2004; Jahangiri 2004).

کارهای هاینریش اثبات کرد که متخصصان ایمنی در اشتباه بودند. او با استفاده از آمارهایی از عقاید خود دفاع کرد. او دریافت که ۸۸ درصد از تمامی حوادث توسط اعمال ناایمن افراد روی می دهند تا شرایط نا ایمن؛ در نتیجه ۸۸ درصد وقت متخصصان ایمنی برای کنترل شرایط فیزیکی به منظور انجام کاری اشتباه به هدر رفته است. امروزه می دانیم که بیشتر عقاید او معنا دار و معتبر است. "افراد ریشه اصلی بروز حوادث هستند."

حرکت ایمنی از افکار هاینریش پیروی نمود و متخصصان ایمنی بر اساس همین باورها تصمیم گرفتند که قسمتی از زمانشان را صرف بخش انسانی کنترل حوادث کنند البته هنوز بر کنترل شرایط فیزیکی تاکید داشتند ولی دست کم شروع به تشخیص اهمیت اعمال نا ایمن نمودند (Ahmadi 2005a).

در دهه های ۶۰ و ۷۰ میلادی، مهندسی پیشگیرانه بر کاهش نقص های فنی و افزایش قابلیت اعتماد تجهیزات و موانع ایمنی متمرکز بود. در دهه ۸۰ پس از حادثه هواپیمایی در سال ۱۹۷۴ و تری مایلز آیلند (Three Miles Island) در ۱۹۷۹، تمرکز بر جایزالخطا بودن انسان، آموزش بهتر، بهبود تقابل انسان – ماشین و درنتیجه سامانه های پشتیبانی که پاسخگوی کاهش و پیشگیری از گسترش "خطای انسانی" باشد، بود. درنهایت در دهه ۹۰ و پس از انتشار وسیع چندین شواهد تجربی و عملی نظیر چرنوبیل (Chernobyl)، زیبراگز (Zeebruggs)، کینگزکراس (King's Cross)، بوپال (Bhopal) و غیره اهمیت اصلی ترکیب عاملهای فنی و نواقص سازمانی در ایمنی سامانه های بحرانی تصدیق شد (Reason 2000; Ghalenoy 2006; Grozdanović 2006).

تقریباً در تمامی حوادث اخیر که در سطح وسیعی منتشر شده اند، شامل انفجار کارخانه تولید آفت کش در بوپال، فاجعه استادیوم فوتبال هیلزبورو (Hillsborough)، تصادف قطار پدینگتون (Paddington) و ساوت هال (Southall)، فجایع چرنوبیل و تری مایل آیلند و فاجعه شاتل فضایی چلنجر (Challenger shuttle) ردپایی از خطای انسانی دیده می شود. افزون بر این فجایع شدید، برخی صنایع نظیر بهداشت و درمان، تجربه طولانی مدت و مواجهه پیوسته ای با خطای انسانی دارند. هزینه های جانی و مالی چنین خطاهایی بسیار بالا می باشد. تأکید بر کاهش خطای انسانی ممکن است کمک به پایین آوردن این هزینه ها کند (Dekker 2002; Petersen 1996).

در آمار حوادث ۹ ساله ایران نیز (از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۷) علت اصلی وقوع حوادث در کلیه سالهای مورد بررسی به غیر از سال ۱۳۶۹ خطاهای انسانی ذکر شده که در طبقه بندی ارایه شده توسط سازمان تأمین اجتماعی با عنوان "بی احتیاطی" قید شده است. در همین خصوص براساس گزارشی از سازمان تأمین اجتماعی در سال ۱۳۸۶

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

بیشتر از ١٤ هزار حادثه ناشی از بی احتیاطی در محیط-های کارگری رخ داده است و آمار شش ماهه نخست سال ۱۳۸۷ در مورد حوادث ناشی از کار، بیانگر آن است که ۱۰ هزار و ٦٧٧ نفر از کارگران، در این مدت دچار حادثه ناشی از کار شده‌اند که بی احتیاطی با ۵۲ درصد بیشترین علت وقوع حادثه بوده است.

با توجه به این که در صنایع کشور ما سامانه ثبت و ضبط خطای انسانی وجود ندارد و در عمل، از روش های کمی برای ارزیابی خطاهای انسانی استفاده نشده است، بنابراین هدف از این بررسی استفاده ار روشی کمی است که قادر باشد احتمال خطای انسانی را در شرایط اضطراری، محاسبه نماید.

نظر به نقش حیاتی گاز در اقتصاد کشور و حساسیت عملیات انتقال گاز و تاثیر مخرب خطای انسانی در این عملیات، آشکار می گردد که لازم است در کلیه سامانه های عملیاتی به ویژه آن دسته که بروز خطاهای انسانی در آنها می تواند پیامدهای شدیدی را بدنبال داشته باشد، کلیه سناریوهای احتمالی بروز خطاهای انسانی، شرایط مؤثر بر آنها و پیامدهای حاصله بدقت برآورد و پیش بینی شده و با استفاده از نتایج بدست آمده، اولویت بندی اقدامات کنترلی و اصلاحی لازم جهت کاهش احتمال خطای انسانی در شرایط اضطراری در تاسیسات تقویت فشار گاز جهت کاستن ریسک آنها اعمال گردد.

روش کار

شاخص احتمال خطای انسانی (HEPI) در نظر دارد که احتمال تخمینی نقص را برای هر فعالیت تجمع(شکل۱) از طریق مجموعه ای از نمودارهای مرجع، تعیین نماید. داده های ورودی این نمودار ها، از طریق تکمیل پرسش نامه ای توسط کارکنان پس از اجرای مانور شرایط اضطراری جمع آوری خواهد شد.سپس با انجام محاسباتی بر روی خروجی این نمودارها احتمال موفقیت و احتمال خطای انسانی بدست می آید. روش HEPI به ترویج نگرشی منسجم در ارزیابی عوامل انسانی در تجمع در شرایط اضطراری، کمک می کند.

شاخص احتمال خطای انسانی، رویکردی کمی و پویا برای به حساب آوردن عوامل انسانی در ارزیابی ریسک، می‌باشد. این شاخص جهت تامین یک روش برای شناسایی، ارزیابی و تخفیف ریسک‌های مربوط به خطای انسانی در حین تجمع در شرایط اضطراری توسعه و گسترش یافته است. در ذیل روش اجرای این شاخص گام به گام توضیح داده خواهد شد(DiMattia et al. 2005; Khan et al. 2006).

گام ۱ : جمع آوری داده ها (از طریق پرسشنامه های تجمع در شرایط اضطراری)

اولین گام در فرآیند HEPI، گسترش یک سناریوی تجمع بوسیله پرسشنامه رتبه بندی شدهHEPI برای تجمع در شرایط اضطراری می باشد. هر پرسش یک یا چند عامل شکل دهی عملکرد Performance Shaping Factor (PSF) مرتبط با آن را داراست. عامل شکل دهی عملکرد، عوامل تأثیر گذار بر توانایی انسان در انجام کامل وظایف داده شده می باشند؛ برای نمونه، عامل رویداد عاملی است که سبب آغاز تجمع می گردد؛ مانند نشت گاز. پاسخ به هر پرسش در گام‌های بعدی فرآیند HEPI ، بر روی وزن و نرخ PSF تاثیر خواهد گذاشت. (جدول ۱- الف و ب)

گام ۲ : رتبه بندی عامل شکل دهی عملکرد : عوامل شکل دهی عملکرد بوسیله جمع مقادیر بدست آمده از پرسشها در پرسشنامه رتبه بندی شده HEPI که مرتبط با PSF های ویژه می باشند، طبقه بندی می گردند. سپس این رتبه برای هر PSF جهت تعیین وزن و نرخ عامل شکل دهی عملکرد برای هر حرکت تجمع ، مورد استفاده قرار می گیرد.

گام ۳ : تعیین نرخ و وزن عامل شکل دهی عملکرد : گام بعدی در فرآیند HEPI، تعیین نرخ(δ) و وزن (σ) PSF برمبنای رتبه های تعیین شده در گام ۲ می باشد. بدین منظور از نمودارهای مرجع استفاده می گردد. بنابراین نرخ و وزن برای هر حرکت تجمع ثبت می گردد. این داده ها در گام ٤ برای بدست آوردن داده های شاخص احتمال

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013
[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

موفقیت برای حرکات مختلف تجمع مورد استفاده قرار می گیرند. (نمودار ۱و۲) (جدول ۲- الف و ب)

گام ٤ : تعیین مقادیر شاخص احتمال موفقیت : گام ٤ در فرآیند HEPI ، محاسبه شاخص احتمال موفقیت Success Likelihood Index (SLI) برای هر فعالیت تجمع می باشد. SLI کل (Ω) برای یک فعالیت تجمع، مجموع SLI ها برای شش PSF می باشد. این مقدار در گام ۵ برای تخمین احتمال به پایان رساندن موفقیت آمیز یک فعالیت تجمع مورد استفاده قرار می گیرد (یا عدم به پایان رساندن موفقیت آمیز یک حرکت تجمع). (جدول ۳- الف، ب و ج)

گام ۵ : تعیین مقادیر احتمال خطای انسانی : در گام ۵ مقادیر لگاریتم احتمال موفقیت Probability Of Success(POS)، برای هر فعالیت تجمع، از نمودارهای مرجع SLI تعیین می گردد (نمودار ۳). برای تعیین احتمال موفقیت، معکوس لگاریتم (Anti Log) POS گرفته می شود. متعاقب آن، احتمال خطای انسانی (HEP)، برای هر فعالیت تجمع محاسبه می گردد. (جدول ٤).

نتایج

برای تعیین نرخ عامل های شکل دهی عملکرد در سناریوهای آتش سوزی و انفجار و نشت گاز با توجه به رتبه‌های داده شده به سوالات مربوط در پرسش نامه و نمودارهای مرجع نرخ برای هر ١٦ فعالیت محاسبه شده است (جدول ۲-الف). سپس برای تعیین وزن استاندارد عامل های شکل دهی عملکرد در دو سناریوی موجود، با توجه به رتبه‌های داده شده به سوالات مربوط در در پرسش نامه و نمودارهای مرجع وزن برای هر ١٦ فعالیت محاسبه شده است (جدول ۲-ب).

جهت تعیین شاخص احتمال موفقیت برای هر دو سناریوی فوق، نرخ و وزن بدست آمده برای هر فعالیت تجمع را در هم ضرب نموده و بدین ترتیب SLI هر فعالیت محاسبه گردید (جدول ۳-الف). سپس به منظور محاسبه شاخص موفقیت کل، SLI بدست آمده برای تمامی PSF های هر فعالیت را با هم جمع نموده و بدین صورت SLI کل برای هر فعالیت در دو سناریو بدست آمد (جداول ۳-ب و ۳-ج).

برای تعیین مقادیر احتمال خطای انسانی با استفاده از SLI کل و نمودارهای مرجع، Log POS برای هر فعالیت بدست آمد، سپس Anti Log محاسبه شد و POS تعیین گردید و در نهایت مقدار احتمال موفقیت از عدد ۱ کم شد و مقدار احتمال خطا برای هر فعالیت تعیین شد (جدول ۴).

بحث

شاخص احتمال خطای انسانی (HEPI) در نظر دارد که احتمال تخمینی نقص را برای هر فعالیت تجمع از طریق مجموعه ای از نمودارهای مرجع، تعیین نماید.روش HEPI به ترویج نگرشی منسجم در ارزیابی عوامل انسانی در تجمع در شرایط اضطراری، کمک می کند(Khan et al. 2006).

کاربرد این پیش بینی های احتمال خطای انسانی (HEP) به شکل یک شاخص (HEPI)، ابزاری را برای ارزیابی قابلیت اعتماد انسانی Human Reliability Assessment (HRA) پیش روی ما می گذارد . این شاخص ابتدا جهت تأمین یک روش برای شناسایی، ارزیابی و تخفیف ریسک های مربوط به خطای انسانی در حین تجمع در شرایط اضطراری در سکوهای فراساحلی توسط فیصل خان و همکاران ابداع گردید و سپس در سال ۲۰۰٤ و۲۰۰۵ توسعه و گسترش یافت. دلیل تخمین احتمال خطای انسانی، معیاری برای اندازه گیری بهبود سامانه های حمایت کننده از عملکرد انسانی است. از آنجا که افراد بخشی از سامانه حفاظت کل یک مجموعه هستند، لذا برای تخمین میزان و درج اطمینان این سامانه حفاظت، نیاز به داده ها و آمار تقریبی و تخمینی احتمال خطای انسانی وجود دارد. این مورد خصوصاً در شرایط بحرانی ایمنی صادق است. این روش تنها روش موجود برای تعیین احتمال خطای انسانی در حین تجمع در شرایط اضطراری است و از

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

مهمترین محسنات این روش می توان به کمی بودن آن اشاره نمود. اگرچه تا اندازه ای تحقیقات کاربردی به منظور کمی سازی احتمالات خطاهای انسانی وجود دارد ولی تنها برخی از این روش ها واقعاً در ارزیابی های عملی ریسک بکار برده شده اند. روش هایی که به عنوان وسیله ای برای تخمین HEP پیشنهاد شده است و کاربرد وسیعی داشته اند شامل Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) (ارزیابی خطای انسانی و روشهای کاهش آن)، Technique for Human Error Rate Prediction(THERP) (روش پیش بینی نرخ خطای انسانی) و SLIM (روش شاخص احتمال موفقیت) می باشند. اینها روش های مرجعی هستند که در اغلب متون خطای انسانی و عاملهای انسانی از آنها نام برده و استفاده شده اند (Khan et al. 2006).

قابلیت استفاده از SLIM با رویکرد "چه می شود اگر؟"، جنبه مفید و قدرتمند این روش است که اجازه می دهد سناریوهای متفاوتی از شرایط اضطراری بطور مؤثر تجزیه و تحلیل شوند. از زمان انجام کار مقایسه ای که توسط Kirwan و همکاران در سال ۱۹۸۸ انجام شد، SLIM به روشی که با قضاوت های کارشناسانه بطور وسیعی تصدیق شده، تکامل یافته و بازخوردهای عددی را فراهم نموده که بصورت ورودی برای فرموله کردن احتمالات مرتبط با خطای انسانی بکار برده شده اند.

با کسب اجازه از مبدعان این روش و توضیح مکان اجرا، این پروژه در تاسیسات تقویت فشار گاز به مرحله اجرا گذاشته شد. نتایج بدست آمده در این تحقیق همبستگی نزدیکی با نتایج تحقیقات فیصل خان و همکاران داشت و نشان می دهد که با انجام اصلاحاتی می توان این روش را در صنایع مختلف پیاده نمود.

امید است که HEPI کمک کند تا خطای انسانی از شرایط تعیین مقصر پس از حادثه تبدیل به یک فرایند کاهش ریسک پیش فعال گردد.

نتیجه گیری

با توجه به جدول شماره ٤ در سناریوی آتش سوزی و انفجار بیشترین احتمال خطا به ترتیب مربوط به فعالیت‌های ۷، ۱۲ و ۹ بوده و کمترین احتمالات مربوط به فعالیت‌های ۱، ١٤ و١٦ می‌باشد. همچنین در مورد سناریوی نشت گاز بیشترین احتمال خطا به ترتیب مربوط به فعالیت‌های ۸، ۷ و ۱۲ بوده و کمترین احتمالات مربوط به فعالیت‌های ١٦،١ و١٤ می‌باشد. لذا با توجه به موارد بدست آمده مشخص شد که احتمال خطای انسانی در مرحله خروج از بقیه مرحله ها بیشتر بوده و پس از آن در مرحله ارزشیابی بیشترین احتمالات دیده شد و کمترین احتمال خطا در مرحله آگاهی رخ داده است.

دلایلی که می‌تواند در افزایش احتمال خطا در مرحله ی خروج نقش داشته باشند، می تواند شامل: عدم شناخت کافی از مسیرهای خروج اضطراری، تعداد زیاد فعالیت‌های لازم در این مرحله (۷ فعالیت)، استرس و شتابزدگی و نداشتن آمادگی کافی باشد.

روش HEPI برای تعیین احتمال خطای انسانی و متعاقب آن ارزیابی ریسک در هنگام تجمع در شرایط اضطراری در ایستگاه های تقویت فشار گاز نیز کاربرد دارد. توانایی آمادگی کافی برای سناریوهای تجمع در شرایط اضطراری از طریق بهبود در آموزش، روش ها، سامانه های مدیریتی و تجهیزات، دست یافتنی است. از آنجا که هیچ سامانه ای نمی تواند عاری از خطای انسانی باشد، آماده سازی جهت پرداختن به چنین عواقبی از طریق ساختن سامانه هایی که سازگاری و تحمل بیشتری در مقابل خطا دارند، به کاهش ریسک کمک خواهد نمود. ابزارهایی نظیر HEPI می توانند درک عمومی از خطای انسانی، ساز و کارهایی که سبب خطا می شوند و حالاتی را که تحت چنین خطاهای انسانی رخ می دهند، پیش روی ما قرار دهند. جمع آوری اطلاعات خطای انسانی از طریق تمرین و رویدادهای واقعی، می تواند به شکل گیری بانک اطلاعاتی خطای انسانی منجر گردد. HEPI می تواند سبب تقویت

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013
[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

جمع آوری داده ها، بهبودکیفیت پیش بینی های HEP و اقدامات تخفیف دهنده ی ریسک گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران این تحقیق بر خود واجب می دانند از جناب آقای پرفسور فیصل خان و همکاران در دانشگاه مموریال کانادا به دلیل در اختیار گذاشتن نمودار های مرجع این روش و همکاری های علمی قدردانی نمایند. همچنین این تحقیق با حمایت و پشتیبانی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و شرکت انتقال گاز ایران صورت پذیرفته که بدینوسیله مولفین مراتب تشکر و سپاس خود را از این شرکت و بخصوص منطقه ی سه عملیات انتقال گاز تقدیم می دارند.

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

جدول۱- الف) پرسشنامه رتبه بندی شده تجمع برای شاخص HEPI - سناریوی نشت گاز(Wondea et al 1999)

رتبه بندی تجمع							
(۱) چه چیزی آغاز کننده تجمع می باشد؟ (عامل رویداد، استرس، پیچیدگی)							
i.	پدید آمدن سوراخ یا شیار	۰	ii.	سقوط فرد به دریا	۱۰	iii.	نشت گاز	۲۰
iv.	آتش سوزی	۳۰	v.	آتش سوزی و انفجار	۳۰	vi.	برخورد کشتی	۲۰
vii.	ریزش	۲۰	viii.	سقوط هلیکوپتر	۲۰	ix.	افتادن فرد	۲۰
مجموع ۲۰								
(۲) ریسک مستقیم آغاز کننده تجمع چیست؟ (عامل رویداد، استرس، پیچیدگی)							
i.	تاثیر مخربی بر ساختار تأسیسات ندارد؛ مانع پیشرفت تجمع نمی گردد؛ سلامت کارکنان را تهدید نمی کند.							۰
ii.	امکان ایجاد صدمه به سلامتی کارکنان، می تواند مانع پیشرفت تجمع گردد.							۱۰
iii.	تاثیرات مخربی بر ساختار تأسیسات دارد؛ مانع پیشرفت تجمع می گردد؛ امکان از دست دادن زندگی کارکنان وجود دارد.							۳۰
مجموع ۳۰								
(۳) در زمان تجمع وضعیت هوا چگونه است؟ (عامل شرایط جوی، استرس، پیچیدگی)							
i.	(الف) آفتابی/ ابری	۰	i.	(الف) بدون باد	۰	i.	(الف) $<-30^{\circ}C$	۳۰
ii.	(ب) بارانی	۱۰	ii.	(ب) باد	۱۰	ii.	(ب) $-30^{\circ}C$ تا ۲۱-	۲۰
iii.	(ج) برفی/ بوران	۲۰	iii.	(ج) باد قابل توجه	۲۰	iii.	(ج) $0^{\circ}C$ تا ۲۰-	۱۰
iv.	(د) کولاک	۳۰	iv.	(د) تندباد	۳۰	iv.	(د) $30^{\circ}C$ تا ۱	۰
v.	(ه) مه سنگین	۲۰	v.	(ه) گردباد	۳۰	v.	(ه) $>30^{\circ}C$	۱۰
مجموع ۱۰								
(۴) چه زمانی از شبانه روز تجمع آغاز شد؟ (استرس، پیچیدگی)							
i.	روز	۰	ii.	شب				۲۰
iii.	تعویض شیفت	۲۰	iv.	شب، پس از ساعت ۱۲ و پیش از ساعت ۶ صبح				۳۰
مجموع ۰								
(۵) عنوان شغلی (نوع شغل) کارکنان چیست؟ (آموزش)							
i.	اپراتور	۱۰	ii.	مهندس	۱۰	iii.	تعمیرات	۲۰
iv.	اداری	۳۰	v.	کارکنان آشپزخانه	۳۰	vi.	کارکنان خدماتی	۳۰
مجموع ۴۰								

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

(۶) تجربه کارکنان در چه سطحی است؟ (تجربه، آموزش)

i.	(الف)< ۶ ماه	۳۰	i.	(الف) کار معمول	۱۰	i.	(الف) صفر تجمع	۲۰
ii.	(ب) ۶ ماه تا ۳ سال	۲۰	ii.	(ب) کار غیر معمول	۲۰	ii.	(ب) ۵-۱ تجمع	۱۰
iii.	(ج) ۴ تا ۱۰ سال	۱۰	iii.	(ج) دور از کار	۴۰	iii.	(ج)> ۵ تجمع	۰
iv.	(د) > ۱۰ سال	۰						

مجموع ۴۰

(۷) افراد با توجه به شغل در زمان تجمع چطور مشخص می شوند؟ (استرس، تجربه، پیچیدگی)

i.	کار معمول که مشخص شده	۱۰	ii.	کارهایی که گهگاه انجام می شود	۲۰	iii.	کار جدیدی که تا به حال انجام نشده	۴۰

مجموع ۱۰

(۸) شغل افراد در زمان تجمع تا چه حد پیچیده است؟ (پیچیدگی)

i.	بدون پیچیدگی	۱۰				ii.	تا اندازه ای پیچیده و رویه ای	۲۰
iii.	بسیار پیچیده و رویه ای	۳۰				iv.	بسیار پیچیده ؛ رویه های پیچیده ؛ نیاز به کار گروهی	۴۰

مجموع ۴۰

(۹) سطح حساسیت شغل در زمان تجمع در شرایط اضطراری چقدر است؟ (استرس)

i	منجر به افزایش تدریجی شدت و وسعت آغازکننده تجمع نمی گردد.	۰	ii.	امکان افزایش تدریجی شدت و وسعت آغازکننده تجمع وجود دارد.	۱۰	iii.	منجر به افزایش تدریجی شدت و وسعت آغازکننده تجمع خواهد شد.	۲۰

مجموع ۱۰

(۱۰) موقعیت فرد در ارتباط با آغاز کننده تجمع چگونه است؟ (استرس، پیچیدگی، عامل رویداد)

i.	(الف) رویداد در تأسیسات دیگری آغاز شده است.	۱۰	ii.	(ب) رویداد در همان تأسیسات آغاز شده است.	۲۰	iii.	(ج) رویداد در مجاورت شخص آغاز شده است.	۳۰
i.	(الف)رویداد بر راههای خروج تاثیر نمی گذارد.	۰	ii.	(ب) ممکن است رویداد بر راههای خروج تاثیر گذارد.	۱۰	iii.	(ج) رویداد بر راههای خروج تاثیر می گذارد.	۲۰

مجموع ۲۰

(۱۱) در زمان تجمع چند نفر از کارکنان درتأسیسات بودند؟(استرس، پیچیدگی)

i.	کمتر از ٪ ۲۵	۱۰	ii.	٪۷۵- ۲۵	۲۰	iii.	٪۱۰۰- ۷۶	۳۰

مجموع ۳۰

(۱۲) آیا کارکنان هرگونه آموزش های تخصصی در این مورد دیده اند؟ (آموزش، پیچیدگی، استرس)

i.	کمکهای اولیه، آموزش داده نشده	۱۰				ii.	نشت یابی یا شناسایی گاز، آموزش داده نشده	۱۰
iii.	امداد و نجات، آموزش داده نشده	۱۰				iv.	اطفاء حریق،آموزش داده نشده	۱۰

مجموع ۱۰

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

جدول۱- ب) پرسشنامه رتبه بندی شده تجمع برای شاخص HEPI - سناریوی آتش سوزی و انفجار

رتبه بندی تجمع

(۱) چه چیزی آغاز کننده تجمع می باشد؟ (فاکتور رویداد، استرس، پیچیدگی)

i.	پدید آمدن سوراخ یا شیار	۰	ii.	سقوط فرد به دریا	۱۰	iii.	نشت گاز	۲۰
iv.	آتش سوزی	۳۰	v.	آتش سوزی و انفجار	۳۰	vi.	برخورد کشتی	۲۰
vii.	ریزش	۲۰	viii.	سقوط هلیکوپتر	۲۰	ix.	افتادن فرد	۲۰

مجموع ۳۰

(۲) ریسک مستقیم آغاز کننده تجمع چیست؟ (فاکتور رویداد، استرس، پیچیدگی)

i.	تاثیر مخربی بر ساختار تأسیسات ندارد؛ مانع پیشرفت تجمع نمی گردد؛ سلامت کارکنان را تهدید نمی کند.	۰
ii.	امکان ایجاد صدمه به سلامتی کارکنان، می تواند مانع پیشرفت تجمع گردد.	۱۰
iii.	تاثیرات مخربی بر ساختار تأسیسات دارد؛ مانع پیشرفت تجمع می گردد؛ امکان از دست دادن زندگی کارکنان وجود دارد.	۳۰

مجموع ۳۰

(۳) در زمان تجمع وضعیت هوا چگونه است؟ (فاکتور شرایط جوی، استرس، پیچیدگی)

i.	(الف) آفتابی/ ابری	۰	i.	(الف) بدون باد	۰	i.	(الف) $<-۳۰^{\circ}C$	۳۰
ii.	(ب) بارانی	۱۰	ii.	(ب) باد	۱۰	ii.	(ب) $-۳۰^{\circ}C$ تا -۲۱	۲۰
iii.	(ج) برفی/ بوران	۲۰	iii.	(ج) باد قابل توجه	۲۰	iii.	(ج) $۰^{\circ}C$ تا -۲۰	۱۰
iv.	(د) کولاک	۳۰	iv.	(د) تندباد	۳۰	iv.	(د) $۳۰^{\circ}C$ تا ۱	۰
v.	(ه) مه سنگین	۲۰	v.	(ه) گردباد	۳۰	v.	(ه) $>۳۰^{\circ}C$	۱۰

مجموع ۱۰

(٤) چه زمانی از شبانه روز تجمع آغاز شد؟ (استرس، پیچیدگی)

i.	روز	۰	ii.	شب	۲۰
iii.	تعویض شیفت	۲۰	iv.	شب، پس از ساعت ۱۲ و پیش از ساعت ٦ صبح	۳۰

مجموع ۰

(۵) عنوان شغلی (نوع شغل) کارکنان چیست؟ (آموزش)

i.	اپراتور	۱۰	ii.	مهندس	۱۰	iii.	تعمیرات	۲۰
iv.	اداری	۳۰	v.	کارکنان آشپزخانه	۳۰	vi.	کارکنان خدماتی	۳۰

مجموع ٤۰

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

جدول۲-الف) تعیین نرخ عامل های شکل دهی عملکرد برای تجمع در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷

رتبه بندی										
استرس		پیچیدگی کار		آموزش		تجربه		فاکتور رویداد		فاکتور شرایط جوی	
نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار
۱۴۰	۱۵۰	۱۷۰	۱۷۰	۹۰	۹۰	۵۰	۵۰	۷۰	۸۰	۱۰	۱۰
نرخ دهی (δ)											
استرس		پیچیدگی کار		آموزش		تجربه		فاکتور رویداد		فاکتور شرایط جوی	
نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار
میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
۵۵	۵۳	۷۶/۵	۷۶/۵	۴۵	۴۵	۷۲	۷۲	۵۴	۴۲/۵	۸۰	۸۰
۵۰	۴۷/۵	۶۷/۵	۷۶/۵	۴۹	۴۹	۸۰	۸۰	۵۲/۵	۴۱/۵	۸۴	۸۴
۴۰	۳۷	۵۷	۵۷	۲۷/۵	۲۷/۵	۶۷	۶۷	۳۶	۲۶	۸۳/۵	۸۳/۵
۳۶	۳۴	۴۹	۴۹	۳۵	۳۵	۶۰	۶۰	۳۰	۲۲	۷۹	۷۹
۳۸/۵	۳۶	۴۸	۴۸	۴۴	۴۴	۶۰	۶۰	۳۰	۲۵	۸۲	۸۲
۳۸/۵	۳۵	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۶۳/۵	۶۳/۵	۲۵	۱۹	۸۱	۸۱
۳۲	۲۹	۳۸/۵	۳۸/۵	۳۸	۳۸	۳۳	۳۳	۲۴	۱۸	۸۰	۸۰
۴۳	۴۱	۵۰	۵۰	۴۵	۴۵	۳۲	۳۲	۲۸	۲۱/۵	۷۸/۵	۷۸/۵
۳۶	۳۴	۴۱	۴۱	۳۵	۳۵	۴۸	۴۸	۲۹	۲۰	۷۹	۷۹
۴۷	۴۵	۵۵	۵۵	۴۳	۴۳	۶۲	۶۲	۲۷	۲۱	۷۸	۷۸
۴۵	۴۳	۴۹	۴۹	۳۹	۳۹	۵۱	۵۱	۳۰	۲۴	۷۵	۷۵
۳۰	۲۶/۵	۲۷/۵	۲۷/۵	۳۳	۳۳	۵۱	۵۱	۲۶	۱۸	۷۶/۵	۷۶/۵
۴۵	۴۳/۵	۵۲/۵	۵۲/۵	۴۰	۴۰	۵۷	۵۷	۵۲	۴۶	۸۶	۸۶
۶۴	۶۲	۷۳	۷۳	۵۴	۵۴	۷۴	۷۴	۷۱	۶۴	۹۴	۹۴
۵۵	۵۳	۵۹	۵۹	۵۰	۵۰	۶۲	۶۲	۶۱	۵۲	۸۶	۸۶
۶۱	۵۹	۶۷	۶۷	۵۷	۵۷	۶۸	۶۸	۷۵	۶۵	۹۲	۹۲

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

جدول۲-ب) تعیین وزن استاندارد فاکتور شکل دهی عملکرد برای تجمع در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷

رتبه بندی										
استرس		پیچیدگی کار		آموزش		تجربه		فاکتور رویداد		فاکتور شرایط جوی	
نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار
۱٤۰	۱۵۰	۱۷۰	۱۷۰	۹۰	۹۰	۵۰	۵۰	۷۰	۸۰	۱۰	۱۰

وزن استاندارد شده (σ)											
	استرس		پیچیدگی کار		آموزش		تجربه		فاکتور رویداد		فاکتور شرایط جوی	
ردیف	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار
۱	۰/۱۳	۰/۱۳۳	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۱٦٤	۰/۱٦٤	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱٦۱	۰/۱۸۳	۰/۳۱۷	۰/۳۱۷
۲	۰/۱٤	۰/۱٤۲	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۲۱۲	۰/۲۱۲	۰/۲۰۸	۰/۲۰۸	۰/۱٤۸	۰/۱٦	۰/۱۹۲	۰/۱۹۲
۳	۰/۱۷	۰/۱۷۲	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۲۱٤	۰/۲۱٤	۰/۲۳۲	۰/۲۳۲	۰/۱۵٤	۰/۱٦۳	۰/۱۲	۰/۱۲
٤	۰/۱۷	۰/۱۷۲	۰/۱۱۵	۰/۱۱۵	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۲۵	۰/۲۲۵	۰/۱۷۷	۰/۱۸٦	۰/۱۵۷	۰/۱۵۷
۵	۰/۱۷۲	۰/۱۷۳	۰/۱۰۲	۰/۱۰۲	۰/۲۰۲	۰/۲۰۲	۰/۲۰۸	۰/۲۰۸	۰/۱۸۸	۰/۱۹۸	۰/۱۲۷	۰/۱۲۷
٦	۰/۱٦۳	۰/۱٦۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۲۰۵	۰/۲۰۵	۰/۱۷۵	۰/۱۸۲	۰/۱	۰/۱
۷	۰/۱۷٦	۰/۱۷۷	۰/۱۵٤	۰/۱۵٤	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۷۸	۰/۱۸۷	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱
۸	۰/۱۸	۰/۱۸۲	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۷۸	۰/۱۸۷	۰/۲۱	۰/۲۱
۹	۰/۱٦۷	۰/۱٦۹	۰/۱۳٦	۰/۱۳٦	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۱	۰/۱۹۹	۰/۱٦	۰/۱٦
۱۰	۰/۱٤۹	۰/۱۵	۰/۱۲٦	۰/۱۲٦	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲	۰/۲۰۳	۰/۲۱	۰/۲۱
۱۱	۰/۱۷۷	۰/۱۷۸	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۵۱	۰/۱۵۱	۰/۱۹۹	۰/۱۹۹	۰/۱۸۵	۰/۱۹۷	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵
۱۲	۰/۱۸	۰/۱۸۱	۰/۱٤۵	۰/۱٤۵	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۹۷	۰/۱۹۷	۰/۱۸	۰/۱۸۸	۰/۱٤۱	۰/۱٤۱
۱۳	۰/۱۹	۰/۱۹۱	۰/۱۲۲	۰/۱۲۲	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۱۲۵	۰/۱۳۹	۰/۰۷٤	۰/۰۷٤
۱٤	۰/۱۸	۰/۱۸۱	۰/۰۹۸	۰/۰۹۸	۰/۲٦۳	۰/۲٦۳	۰/۲٦۸	۰/۲٦۸	۰/۱۲	۰/۱۲۹	۰/۰٤۲	۰/۰٤۲
۱۵	۰/۲۱۵	۰/۲۱٦	۰/۱٤۲	۰/۱٤۲	۰/۲۰۵	۰/۲۰۵	۰/۲٤۷	۰/۲٤۷	۰/۱۳	۰/۱۲۷	۰/۰۷	۰/۰۷
۱٦	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۵٦	۰/۱۵٦	۰/۲۱۱	۰/۲۱۱	۰/۲۳۹	۰/۲۳۹	۰/۰۹۷	۰/۱۰۵	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

جدول۳-الف) تعیین شاخص احتمال موفقیت برای هر فعالیت تجمع در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷

شاخص احتمال موفقیت ($\psi = \delta \times \sigma$)												
ردیف	استرس		پیچیدگی کار		آموزش		تجربه		فاکتور رویداد		فاکتور شرایط جوی	
	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار
۱	۷/۱۵	۷/۰۴۹	٦/٥٧٩	٦/٥٧٩	۷/۳۸	۷/۳۸	۱۲/۲٤	۱۲/۲٤	۸/٦۹٤	۷/۷۷۷٥	۲٥/۳٦	۲٥/۳٦
۲	۷	٦/۷٤٥	٦/٤۱۲٥	٦/٤۱۲٥	۱۰/۳۸۸	۱۰/۳۸۸	۱٦/٦٤	۱٦/٦٤	۷/۷۷	٦/٦٤	۱٦/۱۲۸	۱٦/۱۲۸
۳	٦/۸	٦/۳٦٤	٥/٤۱٥	٥/٤۱٥	۸/۰۲٥	۸/۰۲٥	۱٥/٥٤٤	۱٥/٥٤٤	٥/٥٤٤	٤/۲۳۸	۱۰/۰۲	۱۰/۰۲
٤	٦/۱۲	٥/۸٤۸	٥/٦۳٥	٥/٦۳٥	٦/٦٥	٦/٦٥	۱۳/٥	۱۳/٥	٥/۳۱	٤/۰۹۲	۱۲/٤۰۳	۱۲/٤۰۳
٥	٦/٦۲۲	٦/۲۲۸	٤/۸۹٦	٤/۸۹٦	۸/۸۸۸	۸/۸۸۸	۱۲/٤۸	۱۲/٤۸	٥/٦٤	٤/۹٥	۱۱/۲۳٤	۱۱/۲۳٤
٦	٦/۲۷٥٥	٥/٦۷	۷/۲	۷/۲	۷/۲۸	۷/۲۸	۱۳/۰۱۷٥	۱۳/۰۱۷٥	٤/۳۷٥	۳/٤٥۸	۸/۱	۸/۱
۷	٥/٦۳۲	٥/۱۳۳	٥/۹۲۹	٥/۹۲۹	٦/۹۱٦	٦/۹۱٦	٦/٥۳٤	٦/٥۳٤	٤/۲۷۲	۳/۳٦٦	۹/٦۸	۹/٦۸
۸	۷/۷٤	۷/٤٦۲	٥/٥٥	٥/٥٥	۷/۱۱	۷/۱۱	٥/۸۲٤	٥/۸۲٤	٤/۹۸٤	٤/۰۲۰٥	۱٦/٤۸٥	۱٦/٤۸٥
۹	٦/۰۱۲	٥/۷٤٦	٥/٥۷٦	٥/٥۷٦	٥/۹٥	٥/۹٥	۹/٥۰٤	۹/٥۰٤	٥/٥۳۹	۳/۹۸	۱۲/٦٤	۱۲/٦٤
۱۰	۷/۰۰۳	٦/۷٥	٦/۹۳	٦/۹۳	۷/۷٤	۷/۷٤	۱۱/۷۸	۱۱/۷۸	٥/٤	٤/۲٦۳	۱٦/۳۸	۱٦/۳۸
۱۱	۷/۹٦٥	۷/٦٥٤	٦/۳۲۱	٦/۳۲۱	٥/۸۸۹	٥/۸۸۹	۱۰/۱٤۹	۱۰/۱٤۹	٥/٥٥	٤/۷۲۸	۱۳/۸۷٥	۱۳/۸۷٥
۱۲	٥/٤	٤/۷۹٦٥	٥/٤۳۷٥	٥/٤۳۷٥	٥/٦۱	٥/٦۱	۱۰/۰٤۷	۱۰/۰٤۷	٤/٦۸	۳/۳۸٤	۱۰/۷۸٦٥	۱۰/۷۸٦٥
۱۳	۸/٥٥	۸/۳۰۸٥	٦/٤۰٥	٦/٤۰٥	۷/۸	۷/۸	۱٥/۳۹	۱٥/۳۹	٦/٥	٦/۳۹٤	٦/۳٦٤	٦/۳٦٤
۱٤	۱۱/٥۲	۱۱/۲۲۲	۷/۱٥٤	۷/۱٥٤	۱٤/۲۰۲	۱٤/۲۰۲	۱۹/۸۳۲	۱۹/۸۳۲	۸/٥۲	۸/۲٥٦	۳/۹٤۸	۳/۹٤۸
۱٥	۱۱/۸۲٥	۱۱/٤٤۸	۸/۳۷۸	۸/۳۷۸	۱۰/۲٥	۱۰/۲٥	۱٥/۳۱٤	۱٥/۳۱٤	۷/۹۳	۷/۱۲٤	٦/۰۲	٦/۰۲
۱٦	۱٤/۰۳	۱۳/٥۷	۱۰/٤٥۲	۱۰/٤٥۲	۱۲/۰۲۷	۱۲/۰۲۷	۱٦/۲٥۲	۱٦/۲٥۲	۷/۲۷٥	٦/۸۲٥	٥/۲٤٤	٥/۲٤٤

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

جدول۳- ب) تعیین شاخص احتمال موفقیت کل برای سناریوی نشت گاز در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷

	$\Omega = \Sigma \psi$						Ω
	استرس	پیچیدگی کار	آموزش	تجربه	فاکتور رویداد	فاکتور شرایط جوی	
ردیف	نشت گاز	نشت گاز	نشت گاز	نشت گاز	نشت گاز	نشت گاز	نشت گاز
۱	۷/۱۵	۶/۵۷۹	۷/۳۸	۱۲/۲۴	۸/۶۹۴	۲۵/۳۶	۶۷/۴۰۳
۲	۷	۶/۴۱۲۵	۱۰/۳۸۸	۱۶/۶۴	۷/۷۷	۱۶/۱۲۸	۶۴/۳۳۸۵
۳	۸/۶	۵/۴۱۵	۸/۰۲۵	۱۵/۵۴۴	۵/۵۴۴	۱۰/۰۲	۵۱/۳۴۸
۴	۶/۱۲	۵/۶۳۵	۶/۶۵	۱۳/۵	۵/۳۱	۱۲/۴۰۳	۴۹/۶۱۸
۵	۶/۶۲۲	۴/۸۹۶	۸/۸۸۸	۱۲/۴۸	۵/۶۴	۱۱/۲۳۴	۴۹/۷۶
۶	۶/۲۷۵۵	۷/۲	۷/۲۸	۱۳/۰۱۷۵	۴/۳۷۵	۸/۱	۴۶/۲۴۸
۷	۵/۶۳۲	۵/۹۲۹	۶/۹۱۶	۶/۵۳۴	۴/۲۷۲	۹/۶۸	۳۸/۹۶۳
۸	۷/۷۴	۵/۵۵	۷/۱۱	۵/۸۲۴	۴/۹۸۴	۱۶/۴۸۵	۴۷/۶۹۳
۹	۶/۰۱۲	۵/۵۷۶	۵/۹۵	۹/۵۰۴	۵/۵۳۹	۱۲/۶۴	۴۵/۲۲۱
۱۰	۷/۰۰۳	۶/۹۳	۷/۷۴	۱۱/۷۸	۵/۴	۱۶/۳۸	۵۵/۲۳۳
۱۱	۷/۹۶۵	۶/۳۲۱	۵/۸۸۹	۱۰/۱۴۹	۵/۵۵	۱۳/۸۷۵	۴۹/۷۴۹
۱۲	۵/۴	۵/۴۳۷۵	۵/۶۱	۱۰/۰۴۷	۴/۶۸	۱۰/۷۸۶۵	۴۱/۹۶۱
۱۳	۸/۵۵	۶/۴۰۵	۷/۸	۱۵/۳۹	۶/۵	۶/۳۶۴	۵۱/۰۰۹
۱۴	۱۱/۵۲	۷/۱۵۴	۱۴/۲۰۲	۱۹/۸۳۲	۸/۵۲	۳/۹۴۸	۶۵/۱۷۶
۱۵	۱۱/۸۲۵	۸/۳۷۸	۱۰/۲۵	۱۵/۳۱۴	۷/۹۳	۶/۰۲	۵۹/۷۱۷
۱۶	۱۴/۰۳	۱۰/۴۵۲	۱۲/۰۲۷	۱۶/۲۵۲	۷/۲۷۵	۵/۲۴۴	۶۵/۲۸

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

جدول۳- ج) تعیین شاخص احتمال موفقیت کل برای سناریوی آتش سوزی و انفجار در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷

	$\Omega = \Sigma \psi$						Ω
	استرس	پیچیدگی کار	آموزش	تجربه	فاکتور رویداد	فاکتور شرایط جوی	
ردیف	آتش سوزی و انفجار	آتش سوزی و انفجار	آتش سوزی و انفجار	آتش سوزی و انفجار	آتش سوزی و انفجار	آتش سوزی و انفجار	آتش سوزی و انفجار
۱	۷/۰٤۹	٦/٥٧۹	۷/۳۸	۱۲/۲٤	۷/۷۷۷٥	۲٥/۳٦	٦٦/۳۸٥٥
۲	٦/۷٤٥	٦/٤۱۲٥	۱۰/۳۸۸	۱٦/٦٤	٦/٦٤	۱٦/۱۲۸	٦۲/۹٥۳٥
۳	٦/۳٦٤	٥/٤۱٥	۸/۰۲٥	۱٥/٥٤٤	٤/۲۳۸	۱۰/۰۲	٤۹/٦۰٦
٤	٥/۸٤۸	٥/٦۳٥	٦/٦٥	۱۳/٥	٤/۰۹۲	۱۲/٤۰۳	٤۸/۱۲۸
٥	٦/۲۲۸	٤/۸۹٦	۸/۸۸۸	۱۲/٤۸	٤/۹٥	۱۱/۲۳٤	٤۸/٦۷٦
٦	٥/٦۷	۷/۲	۷/۲۸	۱۳/۰۱۷٥	۳/٤٥۸	۸/۱	٤٤/۷۲٥٥
۷	٥/۱۳۳	٥/۹۲۹	٦/۹۱٦	٦/٥۳٤	۳/۳٦٦	۹/٦۸	۳۷/٥٥۸
۸	۷/٤٦۲	٥/٥٥	۷/۱۱	٥/۸۲٤	٤/۰۲۰٥	۱٦/٤۸٥	٤٦/٤٥۱٥
۹	٥/۷٤٦	٥/٥۷٦	٥/۹٥	۹/٥۰٤	۳/۹۸	۱۲/٦٤	٤۳/۳۹٦
۱۰	٦/۷٥	٦/۹۳	۷/۷٤	۱۱/۷۸	٤/۲٦۳	۱٦/۳۸	٥۳/۸٤۳
۱۱	۷/٦٥٤	٦/۳۲۱	٥/۸۸۹	۱۰/۱٤۹	٤/۷۲۸	۱۳/۸۷٥	٤۸/٦۱٦
۱۲	٤/۷۹٦٥	٥/٤۳۷٥	٥/٦۱	۱۰/۰٤۷	۳/۳۸٤	۱۰/۷۸٦٥	٤۰/۰٦۱٥
۱۳	۸/۳۰۸٥	٦/٤۰٥	۷/۸	۱٥/۳۹	٦/۳۹٤	٦/۳٦٤	٥۰/٦٦۱٥
۱٤	۱۱/۲۲۲	۷/۱٥٤	۱٤/۲۰۲	۱۹/۸۳۲	۸/۲٥٦	۳/۹٤۸	٦٤/٦۱٤
۱٥	۱۱/٤٤۸	۸/۳۷۸	۱۰/۲٥	۱٥/۳۱٤	۷/۱۲٤	٦/۰۲	٥۸/٥۳٤
۱٦	۱۳/٥۷	۱۰/٤٥۲	۱۲/۰۲۷	۱٦/۲٥۲	٦/۸۲٥	٥/۲٤٤	٦٤/۳۷

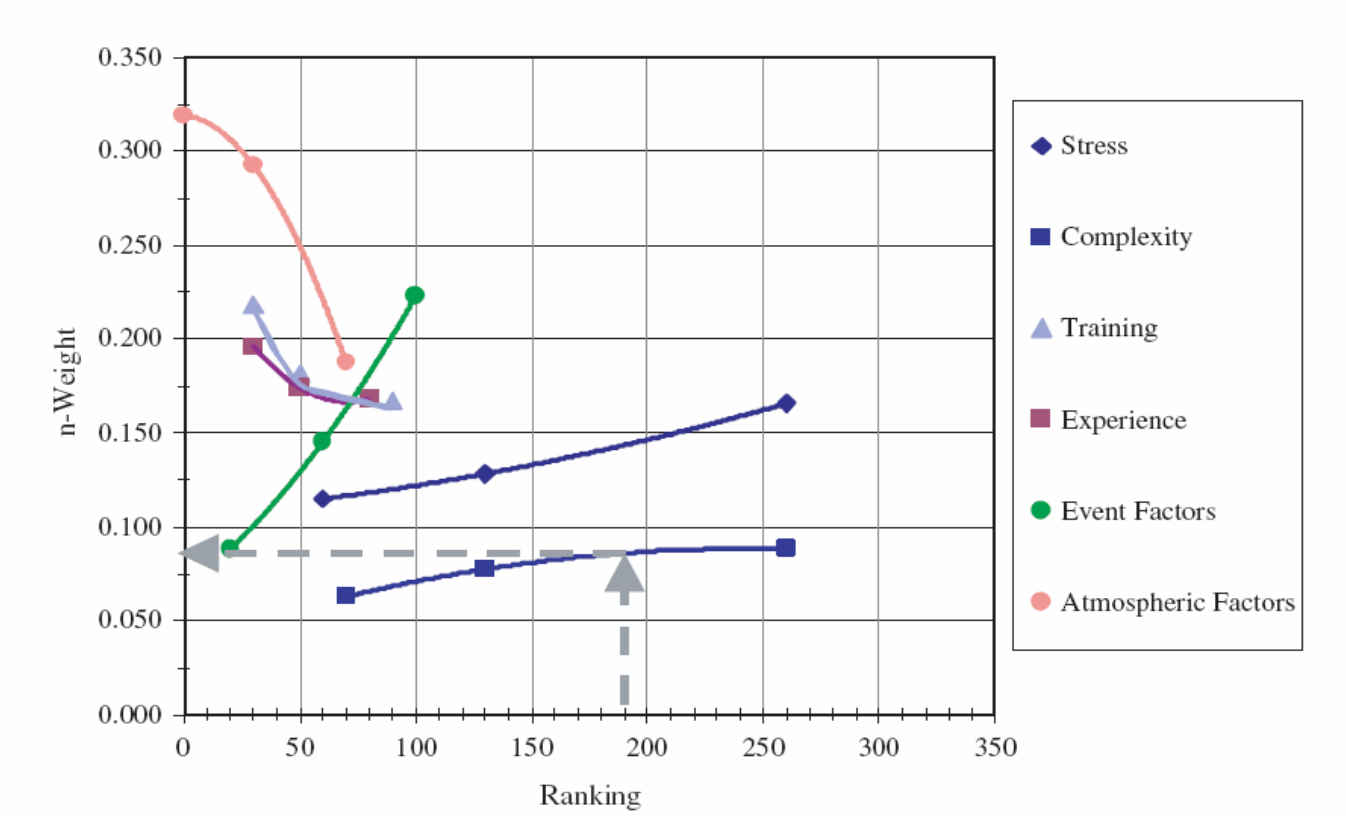
[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 20

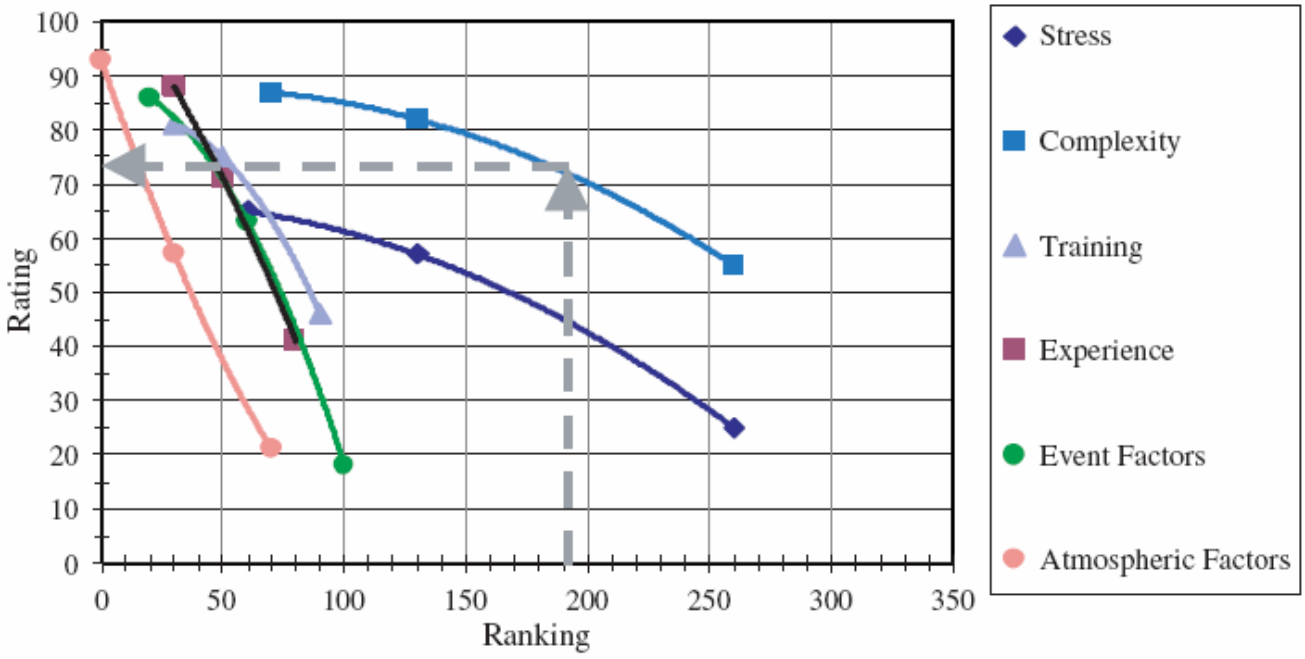
جدول۴- تعیین مقادیر احتمال خطای انسانی برای تجمع در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷

ردیف	Ω		Log POS		POS		HEP=1-POS (P)	
	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار	نشت گاز	آتش سوزی و انفجار
١	٦٧/٤٠٣	٦٦/٣٨٥٥	-٠/٠١١	-٠/٠١٢	٠/٩٧٢٧	٠/٩٧٢٧	٠/٠٢٧٣	٠/٠٢٧٣
٢	٦٤/٣٣٨٥	٦٢/٩٥٣٥	-٠/٠١٥٤	-٠/٠١٦٨	٠/٩٦٥١	٠/٩٦٢	٠/٠٣٤٩	٠/٠٣٨
٣	٥١/٣٤٨	٤٩/٦٠٦	-٠/٠٣٦	-٠/٠٣٨٢	٠/٩٢٠٤	٠/٩١٥٧	٠/٠٧٩٦	٠/٠٨٤٣
٤	٤٩/٦١٨	٤٨/١٢٨	-٠/٠٣٨٢	-٠/٠٤١١	٠/٩١٥٧	٠/٩٠٩٧	٠/٠٨٤٣	٠/٠٩٠٣
٥	٤٩/٧٦	٤٨/٦٧٦	-٠/٠٣٨١	-٠/٠٤	٠/٩١٦	٠/٩١٢	٠/٠٨٤	٠/٠٨٨
٦	٤٦/٢٤٨	٤٤/٧٢٥٥	-٠/٠٤٤١	-٠/١٢٢	٠/٩٠٣٤	٠/٧٥٥	٠/٠٩٦٦	٠/٢٤٥
٧	٣٨/٩٦٣	٣٧/٥٥٨	-٠/١٦٤	-٠/١٧٤	٠/٦٨٥٤	٠/٦٦٩٨	٠/٣١٤٦	٠/٣٣٠٢
٨	٤٧/٦٩٣	٤٦/٤٥١٥	-٠/٤١	-٠/١٠٨	٠/٣٨٩	٠/٧٧٩٨	٠/٦١١	٠/٢٢٠٢
٩	٤٥/٢٢١	٤٣/٣٩٦	-٠/١١٨	-٠/١٣	٠/٧٦٢	٠/٧٤١٣	٠/٢٣٨	٠/٢٥٨٧
١٠	٥٥/٢٣٣	٥٣/٨٤٣	-٠/٠٣	-٠/٠٣٢	٠/٩٣٣٢	٠/٩٢٨٩	٠/٠٦٦٨	٠/٠٧١١
١١	٤٩/٧٤٩	٤٨/٦١٦	-٠/٠٣٨	-٠/٠٤	٠/٩١٦٢	٠/٩١٢	٠/٠٨٣٨	٠/٠٨٨
١٢	٤١/٩٦١	٤٠/٠٦١٥	-٠/١٤	-٠/١٥٥	٠/٧٢٤٤	٠/٦٩٩٨	٠/٢٧٥٦	٠/٣٠٠٢
١٣	٥١/٠٠٩	٥٠/٦٦١٥	-٠/٠٣٦١	-٠/٠٣٦٤	٠/٩٢٠٢	٠/٩١٩٦	٠/٠٧٩٨	٠/٠٨٠٤
١٤	٦٥/١٧٦	٦٤/٦١٤	-٠/٠١٤٢	-٠/٠١٥	٠/٩٦٧٨	٠/٩٦٦	٠/٠٣٢٢	٠/٠٣٤
١٥	٥٩/٧١٧	٥٨/٥٣٤	-٠/٠٢٢٤	-٠/٠٢٥	٠/٩٤٩٧	٠/٩٤٤	٠/٠٥٠٣	٠/٠٥٦
١٦	٦٥/٢٨	٦٤/٣٧	-٠/٠١٤١	-٠/٠١٥٢	٠/٩٦٨	٠/٩٦٥٦	٠/٠٣٢	٠/٠٣٤٤

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

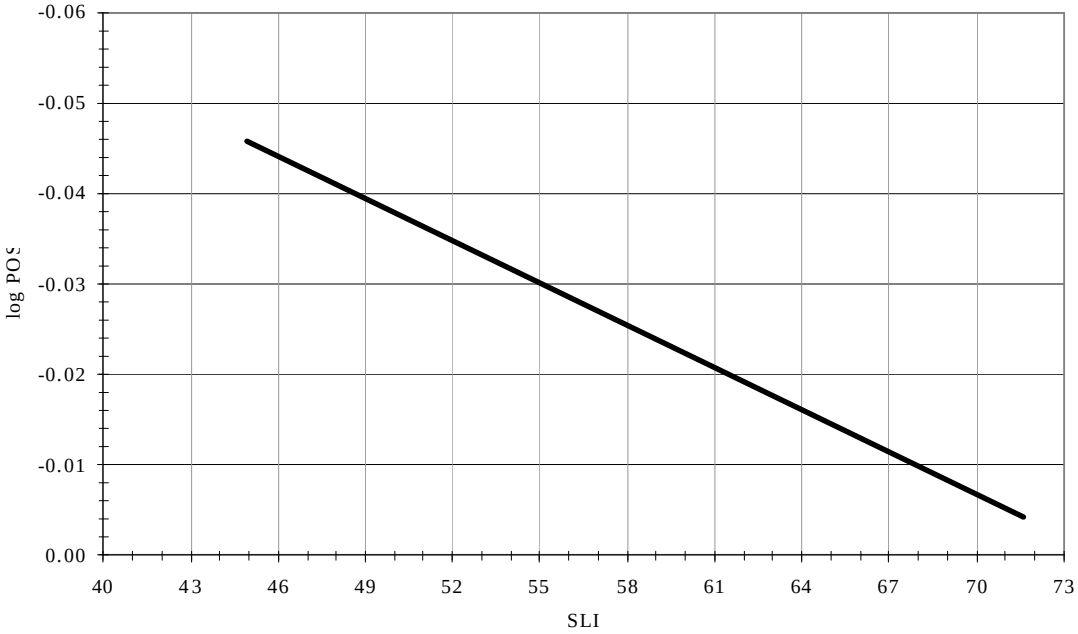


نمودار ۱- نمودار مرجع n- وزن PSF برای حرکت ۱ تجمع

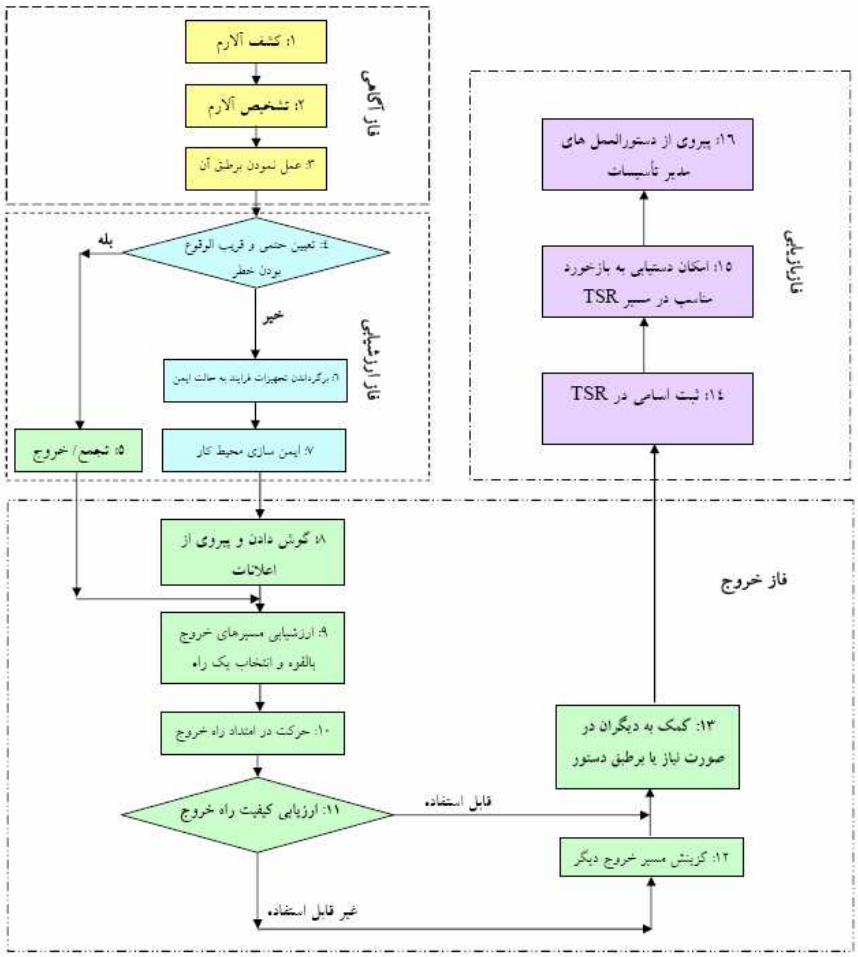


نمودار ۲ -نمودار مرجع نرخ PSF برای حرکت ۱ تجم

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013
[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]



نمودار ۳ – نمودار مرجع احتمال موفقیت برای شاخص احتمال موفقیت با دامنه ۷۲-۴۵



شکل ۱- حرکت های تجمع به مرحله های تجمع شکسته شده در شرایط اضطراری تاسیسات فشار گاز، سال ۸۸-۱۳۸۷ (اعداد نشانگر توالی حرکت ها هستند).

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013
[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]

References

Ahmadi, A., 2005a. *Safety Management in Oil, Gas & Petrochemical Industries*. Vol. 1: Engineering Approach to Human Errors. First Edition. Pourshad

Ahmadi, A., 2005b. *Safety Management in Oil, Gas & Petrochemical Industries.* Vol. 2: Preventing Methods from Occurring Human Errors in Oil related Industries . First Edition. Sepehr Fatemi

Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. AICHE., 1994. *Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety*.

Dekker, S., 2002. *The Field Guide to Human Error Investigations*, ASHGATE.

DiMattia, D.G., Khan, F.I. Amyotte, P.R., 2005. *Determination of human error probabilities for offshore platform musters*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries. **18**, pp. 488–501

Ghalenoy, M., 2006. *Safety Analysis for Control Room Operators Human Error in one of Petrochemical Industries using HEART Technique*. MSC thesis. Tarbiat Modarres University (TMU)

Grozdanović, M. and Stojiljković E., 2006. *Framework for Human Error Quantification, Philosophy, Sociology and Psychology*. **5**, pp. 18-23

Jahangiri, M., 2004. Human Errors Identification And Analysis in Tehran Refinery Isomax Unit with PHEA technique. MSC thesis. Occupational Health Department, School of Public Health, Tehran University of Medical Science

Khan, F.I., Amyotte, P.R. and DiMattia, D.G., 2006. *HEPI: A new tool for human error probability calculation for offshore operation*. Safety Science. **44**, pp. 313–334

Lees Frank, P., 2004. *Lees Loss Prevention in the Process Industries*. Vol.1. Third edition.

Petersen, D., 1996. *Human Error Reduction and Safety Management*. Third Edition. Van Nostrand Reinhold

Reason, J., 2000. *Human error: Models and management*. British Medical Journal. **320**, pp. 768-770

Whittingham, R.B., 2004. *The Blame Machine: Why Human Error Causes Accidents*, Elsevier Butterworth-Heinemann.

Wondea, J., Jaewhan, K. and Jaejoo H., 1999. *Comparative Evaluation of Three Cognitive Error Analysis Methods Through an Application to Accident Management Tasks in NPPs*, Journal of the Korean Nuclear Society, **31**(6), pp.8-22.

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Sunday, July 21, 2013

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-04]