

استفاده از معیارهای مبتنی بر SMART برای ارزیابی کیفیت شاخص های عملکرد برای مدیریت ایمنی در صنایع فرآیندی

علی درودچی^۱

^۱ کارشناس ارشد مهندسی صنایع

چکیده

مدیریت ایمنی، و به طور خاص موانع، شامل استفاده از اطلاعات بیانگر عملکرد، یعنی استفاده از شاخص های عملکرد ایمنی است. برای اینکه این اطلاعات مفید باشد، شاخص ها باید کیفیت مناسبی را نشان دهند. به عبارت دیگر، آنها باید مجموعه ای از معیارهای کیفیت از پیش تعریف شده را برآورده کنند. بدون نشان دادن کیفیت کافی، شاخص ها به طور کلی قادر به ارائه پشتیبانی کافی برای مدیریت موانع نیستند، که می تواند منجر به تصمیم گیری های ضعیف شود. در این مقاله استفاده از معیارهای SMART برای ارزیابی کیفیت شاخص های عملکرد ایمنی در صنایع فرآیندی در نظر گرفته شده است. SMART مخفف «ویژگی»، «قابلیت اندازه گیری»، «مدیریت پذیری»، «دستیابی»، «ارتباط» و «مبتنی بر زمان» است که پنج جنبه و معیار کلیدی برای ارزیابی کیفیت یک شاخص را پوشش می دهد. بحث در مورد اینکه آیا شاخص ها قادر به نشان دادن کیفیت مناسب با رعایت این معیارها هستند، انجام شده است. یافته ها این است که همه معیارهای SMART باید برای یک شاخص عملکرد ایمنی برای نشان دادن کیفیت قابل قبول برآورده شوند و برای حمایت از تصمیم گیری مدیریت مانع مفید تلقی شوند. با این حال، همچنین مشاهده شده است که گنجاندن معیار "M" در ارزیابی کیفیت مورد نیاز نیست. وقتی همه معیارهای دیگر برآورده می شوند، هیچ راهی وجود ندارد که نتیجه گیری در نتیجه جنبه های قابل اندازه گیری یا مدیریت همراه کننده باشد. از این رو، برای کیفیت شاخص عملکرد ایمنی، تنها چهار معیار برای چنین موقعیت هایی ارزیابی و پیشنهاد می شود تا مخفف آن به «STAR» خلاصه شود. یک شاخص ایمنی کلیدی که در تاسیسات فرآیند پایین دست استفاده می شود، به عنوان مثال "رویدادهای خطرناک پر شدن بیش از حد مایعات"، که از حادثه پالایشگاه شهر تگزاس در سال ۲۰۰۵ ناشی می شود، برای نشان دادن وضعیت استفاده می شود. این نشانگر همچنین در مورد حادثه دیگری، حادثه انبار نفت بانسفیلد در سال ۲۰۰۵، اعمال می شود تا زمینه وسیع تری برای استفاده از آن فراهم کند. یافته های این مقاله می تواند فراتر از زمینه مورد مطالعه نیز اعمال شود. این بدان معناست که علیرغم تمرکز بر شاخص های ایمنی در صنایع فرآیندی، یافته ها برای انواع دیگر شاخص های عملکرد و سایر صنایع انرژی مرتبط و قابل اجرا در نظر گرفته می شوند.

واژه های کلیدی: شاخص های عملکرد، ایمنی، مدیریت موانع، هوشمندانه، شاخص، کیفیت، صنایع فرآیندی

۱. مقدمه

در این مقاله، تمرکز بر دستیابی به شاخص‌های عملکرد مفید برای حمایت از تصمیم‌گیری مرتبط با ایمنی و مدیریت موانع در صنایع فرآیندی است. به عنوان مثال، هنگام اتخاذ «اصل قابل تشخیص ایمنی» یا «دفاع در عمق»، داشتن شاخص‌های مناسب برای اندازه‌گیری شرایط مانع ضروری است. صالح و همکاران را ببینید. (a۲۰۱۴؛ b۲۰۱۴). انواع شاخص‌های عملکرد ایمنی (SPI) برای این منظور استفاده می‌شوند و در نمونه کارها شاخص‌ها گنجانده می‌شوند تا یک مبنای اطلاعاتی به اندازه کافی گسترده ارائه کنند. با این حال، سودمندی با کیفیت به چالش کشیده می‌شود، زیرا اطلاعات برخی از شاخص‌ها ممکن است در عمل گمراه کننده یا کاملاً نادیده گرفته شود، اما با این وجود با هزینه‌ها مرتبط است. در نتیجه، ارزیابی کیفیت SPI یک فعالیت مهم مرتبط با ساخت و استفاده از سبد شاخص عملکرد است. پیوندهای کیفیت کافی به توانایی دستیابی به اهداف ایمنی و اهداف تجاری و چشم‌اندازها.

یکی از راه‌های رایج و اصولی ساده برای ارزیابی کیفیت شاخص‌های عملکرد، استفاده از معیارهای SMART است که به پنج معیار استاندارد که جنبه‌های اصلی کیفیت را پوشش می‌دهند، اشاره می‌کند (بداوی و همکاران، ۲۰۱۶؛ پریدا و کومار ۲۰۰۶؛ دوران ۱۹۸۱). اساساً با تأیید اینکه شاخص‌ها معیارها را برآورده می‌کنند، از صرف منابع برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعاتی که به هیچ‌یک از آنها کمک نمی‌کند یا دارای ارزش تجاری ضعیف هستند، اجتناب می‌شود. SMART مخفف عبارت زیر است:

• اختصاصی • قابلیت اندازه‌گیری • دست‌یافتنی • ارتباط • به موقع بودن

این موارد در بخش ۳ و جدول ۱ بیشتر توضیح داده شده است.

علیرغم اینکه این معیارها معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند و در رابطه با ارزیابی کیفیت کاملاً شهودی هستند، با وجود وجود ادبیات گسترده در مورد مزایا و چالش‌های مختلف مربوط به شاخص‌های عملکرد، واضح نیست که این معیارها با هدف نشان دادن SPI با کیفیت بالا مطابقت دارند. در این مقاله ما بر کیفیت SPI و ارتباط با معیارهای SMART تمرکز می‌کنیم، با هدف ارائه توضیحاتی در مورد اینکه چقدر معیارهای SMART برای زمینه ایمنی و مانع مناسب هستند. برای این، ما سوال می‌کنیم که آیا این پنج معیار برای ارزیابی کیفیت مناسب هستند یا اینکه نیاز به تعدیل است. ممکن است نیاز به اضافه کردن معیارهای دیگر یا رد برخی از مواردی که قبلاً وجود داشت وجود داشته باشد. معیارهای مربوطه ممکن است به دلیل انگیزه‌های ضعیف کنار گذاشته شوند، به عنوان مثال برای حفظ مخفف زیبا ایجاد شده یا صرفاً مرتبط با زمینه.

در مطالعه قبلی سلویک و همکاران. (۲۰۲۰) در مورد استفاده از این معیارها در یک زمینه تجاری کلی، یک مبادله "M" پیشنهاد می‌شود، یعنی شامل ارزیابی "مدیریت پذیری" به جای "قابلیت اندازه‌گیری". این معیار اخیر در مقایسه با اهداف کسب و کار، هنگام برخورد با شاخص‌های کلیدی عملکرد، منطقی‌تر است. انجام مبادله باید معیارهای SMART را برای ارزیابی کیفیت مناسب‌تر کند. همچنین به بحث در بخش ۴ مراجعه کنید. با این حال، این وضعیت لزوماً هنگام مطالعه شاخص‌ها در زمینه ایمنی وجود ندارد، زیرا ممکن است جنبه‌های کیفی دیگری نیز مرتبط باشند. به ویژه، بدیهی نیست که معیار «مدیریت پذیری» مورد نیاز است، زیرا اصولاً باید همیشه امکان انجام برخی اقدامات مرتبط با ایمنی برای بهبود وضعیت فعلی وجود داشته باشد، در غیر این صورت نیاز به «ارتباط» را به چالش می‌کشد.

با توجه به ارزیابی کیفیت SPI در صنایع فرآیندی، ما معتقدیم که در نظر گرفتن مناسب بودن معیارهای SMART به عنوان مبنایی برای نشان دادن کیفیت SPI مهم است. بنابراین، هدف مقاله کمک به یک چارچوب بهبود یافته برای انجام ارزیابی‌ها

است. به عنوان مبنایی برای بحث، ما همچنین معیارهای دیگری را در نظر می گیریم که می تواند برای ارزیابی کیفیت قابل استفاده باشد، که در ادبیات پیشنهاد شده است، مانند مثال. افزودن «قابلیت توضیح» و «نسبیت» برای گسترش نام اختصاری به «SMARTER» (گروه ویژه مقررات بهتر، ۲۰۰۰). چندین گزینه دیگر نیز وجود دارد که در نمای کلی در بخش ۳ ارائه شده است.

این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است. بخش ۲ مقدمه مختصری بر مدیریت موانع و استفاده از شاخص های عملکرد ایمنی می دهد، که در آن انواع مختلف شاخص ها را می توان در پورتفولیوها ترکیب کرد. سپس بخش ۳ پنج معیار SMART را خلاصه می کند. در بخش ۴، بحث می کنیم که آیا این پنج معیار به خودی خود برای ارزیابی کیفیت برای یک شاخص عملکرد انتخاب شده مناسب هستند یا خیر. ما همچنین به معیارهای دیگری که در ادبیات پیشنهاد شده است اشاره می کنیم که می تواند مورد توجه قرار گیرد. سپس، در بخش ۵، نحوه ترکیب SPI های فردی را در یک مجموعه مفید برای اهداف تصمیم گیری مورد بحث قرار می دهیم. در بخش ۶، ما دیدگاه کلی را در نظر می گیریم و استفاده از معیارهای SMART را از منظر نمونه کارها مورد بحث قرار می دهیم، و اینکه چگونه شاخص در تمرکز بر اهداف ایمنی و اهداف کلی کسب و کار و چشم انداز تاثیر می گذارد. در بخش ۷، ما به حادثه پالایشگاه شهر تگزاس در سال ۲۰۰۵ اشاره می کنیم و از آن برای نشان دادن نکات اصلی بحث های قبلی استفاده می کنیم. دلیل اصلی اشاره به این حادثه خاص، اهمیتی است که نشان می دهد برای داشتن شاخص های عملکرد کیفی برای ایمنی فرآیند در صنایع پالایشگاهی و پتروشیمی، به عنوان مثال پیشرفت های API 754 (API Recommended API 754: 2010; 2016). یک برنامه شاخص های عملکرد اطلاعات مفیدی را برای بهبود محرک فراهم می کند و در صورت اقدام، با شناسایی علل زمینه ای و انجام اقدامات برای جلوگیری از عود، به کاهش خطرات خطرناک عمده کمک می کند. در بخش ۸، SPI با ارجاع به حادثه دیگری، حادثه انبار نفت بانسفیلد در سال ۲۰۰۵، ارزیابی می شود تا سودمندی آن را در یک زمینه وسیع تر نشان دهد. در نهایت، در بخش ۹، ما برخی از نتایج، از جمله توصیه هایی در مورد مناسب بودن استفاده از معیارهای SMART در زمینه در نظر گرفته شده ارائه می کنیم.

جدول ۱: معیارهای SMART برای ارزیابی کیفیت شاخص عملکرد.

معیار	شرح
اختصاصی	دقت، درستی؛ شاخص باید به اندازه کافی دقیق باشد. باید مشخص باشد که شاخص چه چیزی را بیان می کند (اندازه گیری). پارامترهای اندازه گیری باید بدون ابهام باشد. و اعداد نباید به این بستگی داشته باشد که چه کسی آنها را تولید می کند و چه کسی آنها را تفسیر می کند (یعنی تفسیر ثابت).
قابلیت اندازه گیری	قابلیت مقایسه؛ باید امکان کمی سازی و مقایسه با سایر داده ها وجود داشته باشد، به عنوان مثال. پیشرفت در جهت دستیابی به اهداف، جایی که باید سطح توسعه عمومی را در یک جنبه خاص منعکس کند. داده های مربوط به پارامترهای تعیین کننده اندازه گیری شاخص باید قابل جمع آوری و با کیفیت کافی در دسترس باشد
دست یافتنی	دستیابی؛ دستیابی به اهدافی که شاخص بر آن استوار است باید (واقع بینانه) باشد. شاخص باید اطلاعات کافی را با توجه به تأیید دستیابی به هدف ارائه دهد.
ارتباط	شاخص باید اطلاعات ضروری را برای مدیریت و بهبود کسب و کار (یعنی همراستا با اهداف کسب و کار) ارائه دهد. بنابراین این شاخص باید برای عملکرد تجاری مهم باشد.

مبتنی بر زمان	مقدار شاخص باید یک دوره مناسب (یک دوره زمانی از پیش تعریف شده و مرتبط) را پوشش دهد. یک دوره بسیار کوتاه دانش محدودی در مورد جنبه های مورد مطالعه ارائه می دهد.
---------------	--

۲. اندازه گیری عملکرد در مدیریت ایمنی

SPIها برای ارائه بینشی در مورد عملکرد ایمنی استفاده می شوند، چیزی که از نظر مفهومی اندازه گیری مستقیم آن دشوار است. شاخص ها معیارهایی هستند که سطح عملکرد ایمنی به دست آمده برای یک سیستم معین، به ویژه موانع را بیان می کنند و نوعی شاخص عملکرد کلیدی را نشان می دهند که به نتایج قابل اندازه گیری مرتبط با یافته های کمی و کیفی اجازه می دهد (ISO 41011:2017). یک نشانگر ایمنی هر شاخصی را پوشش می دهد که اطلاعات مربوط به وضعیت تجهیزات، سازمان یا فعالیت های انسانی مرتبط با ایمنی را ارائه می دهد، به عنوان مثال تعداد نشت هیدروکربن، که نوعی رویداد مرتبط با خطر بالاتر برای حوادث بزرگ است (Vinnem 2012). یکی دیگر از شاخص های کلیدی که عملکرد ایمنی مانع را اندازه گیری می کند، «کسر شکست» است که به عنوان مثال است. سازمان ایمنی نفت نروژ در تجزیه و تحلیل خود از سطح خطر در فلات قاره نروژ استفاده کرد. این نسبت بین تعداد خرابی ها و تعداد مربوط به آزمایش های انجام شده را نشان می دهد (Selvik and Abrahamsen 2015). به طور کلی، اطلاعات به دست آمده از طریق شاخص ها باید بتواند به شناسایی اقدامات مرتبط با موانع یا ایمنی کمک کند. به این ترتیب، استفاده از چنین شاخص هایی مطابق با پیشنهادات صالح و همکاران است. (۲۰۱۴a؛ ۲۰۱۴b)، با اشاره به اهمیت "اصل ایمنی-تشخیص پذیری"، که در آن تمرکز بر توانایی شناسایی حالت های خطرناک در عملیات از طریق قابلیت مشاهده است. یک نکته کلیدی دستیابی به اطلاعات قابل اعتماد در مورد عملکرد ایمنی مانع است، جایی که شاخص انتخاب شده برای کاربرد مناسب است و می تواند برای ارزیابی معنی دار عملکرد استفاده شود. مدیریت موانع بخش اصلی مدیریت ایمنی است که در صنایع فرآیندی در مورد ایجاد و حفظ لایه های حفاظتی در برابر رویدادهای خطرناک برای دستیابی به اهداف ایمنی مشخص شده، به عنوان بخشی از مدیریت ایمنی کلی است. بنا به گفته سازمان ایمنی نفت نروژ، هدف «ایجاد و حفظ موانعی است که خطری که در هر زمان با آن مواجه می شویم بتوان با جلوگیری از وقوع یک حادثه نامطلوب یا با محدود کردن عواقب در صورت وقوع چنین حادثه ای کنترل کرد» (PSA 2013). این مربوط به وجود موانع است، یعنی «گروه بندی عملکردی پادمان ها یا کنترل هایی که برای جلوگیری از تصادف بزرگ یا محدود کردن پیامدها انتخاب شده اند» (ISO 17776:2016)، که می تواند دارای ویژگی های فنی، سازمانی یا انسانی باشد. برای موانع تکنولوژیکی، اصطلاحاتی مانند «سخت افزار»، «فرآیند»، «ایمنی فرآیند» یا «مربوط به فرآیند» اغلب برای برچسب گذاری نوع مانع استفاده می شوند. برای انواع مختلف نیز چندین زیرمجموعه وجود دارد. رجوع شود به عنوان مثال (NORSOK D-010 2013)، برای عملیات در فلات قاره نروژ، راهنمایی برای موانع در حفاری و سیستم های چاه. و گزارش های انجمن بین المللی تولیدکنندگان نفت و گاز (IOGP 2016؛ IOGP 2018a)، که دسته بندی های کلی و توصیف انواع موانع «سخت افزاری» و «انسانی» را ارائه می کند.

مدیریت موانع و استفاده از SPI مشابه استفاده عمومی از شاخص های کلیدی عملکرد است که در آن اطلاعات به دست آمده با ارزیابی سطح عملکرد گذشته، فعلی یا آینده امکان تصمیم گیری آگاهانه را می دهد. برای حمایت از مدیریت موانع، چندین شاخص (یک مجموعه شاخص) ردیابی می شوند، زیرا عملکرد را معمولاً نمی توان تنها از یک شاخص توصیف کرد. به عنوان مثال، با توجه به کیفیت یک عنصر مانع، هر دو اطلاعات قابلیت اطمینان و نگهداری می توانند مرتبط باشند و معمولاً ارزیابی

می‌شوند. فهرستی از شاخص‌های مرتبط از حوزه قابلیت اطمینان و تعمیر و نگهداری در پیوست E ISO 14224 (۲۰۱۶) آمده است، که شامل معیارهای رایجی مانند «میانگین زمان خرابی» (MTTR)، «میانگین زمان تعمیر کلی» (MRT) است. و همچنین «در دسترس بودن فنی» و «در دسترس بودن عملیاتی»؛ همچنین به EN 15341 (۲۰۱۹) راهنمای استفاده از نشانگرهای تعمیر و نگهداری مراجعه کنید. چنین اقداماتی به‌طور گسترده در صنایع فرآیندی مورد استفاده قرار می‌گیرند و ترکیب SPI‌های مختلف برای نظارت کلی بر عملکرد موانع و مدیریت ایمنی مهم است، اما همچنین برای مدیریت عمومی کسب‌وکار اگرچه پیوندی با اهداف یا اهداف ایمنی دارد. OECD (۲۰۰۸) بین شاخص‌های «فعالیت‌ها» و «نتیجه» در زمینه موانع فرآیند شیمیایی جدا می‌شود. شاخص‌های فعالیت‌ها فعال هستند، به این معنی که اطلاعاتی را در مورد فعالیت‌ها و شرایط در حال انجام و/یا توسعه آن‌ها ارائه می‌دهند و پتانسیل شکست سد یا حوادث را بیان می‌کنند. این نوع اغلب «پیشرو» نامیده می‌شود، زیرا قرار است اطلاعات به پیش‌بینی یا ایجاد انتظاراتی در مورد ایمنی آینده، قبل از وقوع هر اتفاق مهمی کمک کند. این پاسخ به "چرا" عملکرد ایمنی در جهتی پیش می‌رود. از طرف دیگر، شاخص‌های نتیجه واکنشی هستند. اینها در نظر داشتند اطلاعاتی را در مورد اثرات عملیات و اقدامات انجام شده ارائه دهند و در عوض بر روی رویدادهای قابل مشاهده متمرکز شوند. به عملکرد فعلی یا گذشته می‌پردازد، بنابراین به «آنچه رخ داده» پاسخ می‌دهد. اغلب این نوع دوم به عنوان "شاخص‌های عقب مانده" برچسب گذاری می‌شود. به Kongsvik و همکاران مراجعه کنید. (۲۰۱۱)، پین و همکاران. (۲۰۰۹)، تمیم و همکاران. (۲۰۱۷)، اسمیت و موبلی (۲۰۰۸) و IOGP (2018b). همچنین نوعی به نام «شاخص‌های تشخیصی» وجود دارد که برای شاخص‌های عملکردی که سلامت فرآیندها یا فعالیت‌ها را نشان می‌دهند استفاده می‌شود (بادوی و همکاران، ۲۰۱۶؛ پنگ و همکاران، ۲۰۰۷). اینها مستقیماً با احتمال وقوع رویدادهای ایمنی مرتبط نیستند، بلکه بیشتر بر سطح فرهنگ ایمنی عمومی تمرکز دارند. API Recommended Practice 754 (۲۰۱۶)، با انگیزه قوی حادثه پالایشگاه تگزاس در سال ۲۰۰۵ (به بخش ۷ مراجعه کنید)، هم بر فعالیت‌ها و هم بر شاخص‌های نتیجه تمرکز دارد. و هر دو نوع باید از اصول اولیه یکسانی برای کیفیت پیروی کنند:

- شاخص‌ها باید باعث بهبود عملکرد ایمنی فرآیند و یادگیری شوند • شاخص‌ها باید نسبتاً آسان برای پیاده سازی و درک آسان برای همه ذینفعان (مانند کارگران و عموم) باشند. • شاخص‌ها باید از نظر آماری در یک یا چند سطح زیر معتبر باشند: صنعت، شرکت و سایت • شاخص‌ها باید برای معیارهای صنعت، شرکت یا سایت مناسب باشند

هنگام ارزیابی عملکرد ایمنی، به وضوح مرتبط است که هم فعالیت‌ها و هم شاخص‌های نتیجه را ثبت کنید. علاوه بر این، از آنجایی که شاخص‌های متعددی وجود دارد که ورودی ارائه می‌کنند، برخی رویکردهای ساختاریافته برای برخورد با آنها و ترکیب اطلاعات مورد نیاز است، برای مثال با استفاده از کارتهای امتیازی متوازن (کاپلان و نورتون ۱۹۹۶؛ ووکومانوویچ و رادوژکوویچ ۲۰۱۳). کارتهای امتیازی امکان مرور ساده‌تر جنبه‌های اندازه‌گیری شده و سطوح تحملی که معیارها در برابر آن‌ها آزمایش می‌شوند را فراهم می‌کند. ارزیابی بستگی به انگیزه شاخص(های) دارد، فراتر از داشتن یک رابطه ایمنی. ممکن است انگیزه‌هایی مانند:

ارزیابی توانایی دستیابی به اهداف و اهداف ایمنی شناسایی مناطق تمرکز و بهبود نظارت بر اثر کمی اقدامات انجام شده نشان دادن اینکه برخی از سطوح معیار برآورده شده است

SPI ها اطلاعات کلیدی ایمنی را ارائه می‌دهند که به آنها نقشی در مدیریت کلی کسب و کار می‌دهد. وظیفه اصلی ایجاد ارتباط بین اطلاعات به دست آمده از طریق مجموعه شاخص‌های انتخاب شده است که سپس مجموعه ای از SPI را پوشش

می دهد، و توانایی آنها برای ایجاد ارزش و کیفیت کلی در تصمیم گیری، جایی که کیفیت SPI ها به وضوح نقش مهمی ایفا می کند. نقش.

۳. نمای کلی معیارهای SMART

معیارهای SMART حوزه کاربردی گسترده ای دارند و برای شاخص های مختلف عملکرد کلیدی، نه تنها شاخص های ایمنی یا موانع، استفاده می شوند. ارجاع به این معیارها در رابطه با ارزیابی کیفیت، امکان یک فرآیند شفاف را فراهم می کند که در آن هر یک از معیارها باید ارزیابی و برآورده شوند. این یک روش رایج برای در نظر گرفتن جنبه های کیفی اطلاعات است که بالقوه دارای ارزش تجاری است. دلیل این امر این است که اطلاعات به تصمیماتی مرتبط است که بر دستیابی به هدف، اهداف و چشم اندازها تأثیر می گذارد (پریدا و کومار ۲۰۰۶؛ کاگانسکی و تومپالو ۲۰۱۷). با برآورده کردن هر پنج معیار SMART، اطلاعات ارائه شده توسط این شاخص مفید بودن و کیفیت کافی را نشان می دهد. همچنین نگاه کنید به دوران (۱۹۸۱)، که اغلب در رابطه با کیفیت، اهداف و اهداف تجاری ذکر شده است. برای تاریخچه توسعه "SMART" به عنوان مثال به Lawlor و Hornyak (۲۰۱۲) اشاره می کنیم. این پنج معیار در جدول ۱ همراه با توضیح مختصری در مورد آنچه پوشش داده شده است، فهرست شده است. هنگامی که هر پنج معیار برآورده می شوند، در اصل SPI کیفیت مناسبی برای تصمیم گیری در مدیریت موانع دارد. در بالا SMART به عنوان یک مجموعه خاص از معیارها ارائه شده است. اما در واقع، نسخه های مختلفی از مخفف SMART استفاده می شود که حروف می توانند به جنبه ها یا معیارهای دیگری اشاره کنند. به عنوان یک مثال، حرف S گاهی به «پایدار»، «A» گاهی به «دست یافتنی»، «R» به «واقعی» و «T» به «قابل ردیابی» اشاره دارد، اما معمولاً ترکیبی از جایگزین های پیشنهاد شده در ادبیات، معنای کم و بیش مشابهی را پوشش می دهند. نمای کلی زیر نمونه هایی از جایگزین های ممکن برای حروف مورد استفاده و قابل اجرا برای مخفف SMART را نشان می دهد:

S: کوتاه؛ معقول؛ ساده؛ قابل توجه؛ راهبردی؛ کشش؛ پایدار؛ M: قابل نگهداری؛ قابل مدیریت؛ معنی دار؛ ایجاد انگیزه A: قابل قبول؛ قابل تنظیم؛ سازگار؛ عمل گرا؛ موافق؛ هم راستا؛ مناسب؛ قابل دستیابی R: نسبی؛ نتیجه گرا؛ پاداش؛ قابل بررسی؛ قدرتمند T: قابل ردیابی قابل ردیابی محسوس؛ زمان- (محدود، محدود، محدود، مرتبط، خاص)

تغییرات مخفف نیز وجود دارد، مانند «SMARTER» که با دو حرف و معیار اضافی گسترش می یابد. این توسط چندین نفر پیشنهاد شده است، برای مثال (2013) Vukomanovic and Radujkovic، Kaufman et al. (۲۰۰۳) و گالیگان و همکاران. (۲۰۰۰). معنای رایج حروف جدید «E» و «R» که پس از آن (گروه ویژه تنظیم بهتر ۲۰۰۰) «قابلیت توضیح» است، به این معنی که نشانگر برای درک و برقراری ارتباط ساده است. و "نسبیت"، به این معنی که در صورت تغییر شرایط تجاری (مثلاً اگر حجم تولید افزایش یابد)، این شاخص همچنان مفید یا قابل اجرا در نظر گرفته می شود. با توجه به "E" جدید، "قابلیت توضیح"، ممکن است استدلال شود که این شبیه به معیار "ویژگی" مورد استفاده برای حرف "S" است. و «R» جدید، نسبیت، تا حدی تحت پوشش معیارهای «رابط» است که قبلاً برای حرف «R» استفاده می شود، که بیانگر ارتباط در شرایط تجاری تغییر یافته است. از این رو، دلایلی برای این سوال وجود دارد که آیا حروف اضافه شده چیزهای زیادی اضافه می کنند یا اینکه آیا این اضافات بیشتر با انگیزه ای برای ارائه چیزی جدید یا طراحی یک مخفف جذاب است. همچنین کلمات اختصاری دیگری وجود دارد که تنها با افزودن یک حرف "SMART" را گسترش می دهند، مانند "SMAART"، که در آن حرف "A" می تواند به "دست یافتنی" و "عمل گرا" اشاره کند. همچنین "C-SMART" وجود دارد که با افزودن حرف "C" برای "چالش انگیز" یا "قابل کنترل" به دست می آید. علاوه بر «SMARTER»، پیشنهادات دو حرفی دیگری مانند

«SMARTIE» نیز وجود دارد که «I» و «E» را برای «الهام‌بخش» و «شوق» اضافه می‌کند. این مثال دیگری از مخفف ایجاد شده برای دستیابی به یک مخفف خوب است، که در آن حرف «M» برای «انگیزه» می‌توانست به جای آن استفاده شود اما چنین مخفف جذابی ایجاد نمی‌کند. سپس، انواع دولا به "SMART2"، "SMART2" و "SMART2" را داریم، به این معنی که هر یک از حروف در مخفف دو بار در نظر گرفته می‌شود (Kavanagh 2013؛ RapidBI 2016). برای بحث در بخش‌های بعدی، معیارهای فهرست‌شده و شرح‌داده‌شده در جدول ۱ را متمرکز خواهیم کرد. با این حال، چندین معیار دیگر که در بالا به عنوان نامزدهای بالقوه ذکر شد و احتمالاً جنبه‌های کیفی مرتبط تا حدودی بخشی از بحث در مورد اینکه آیا به اندازه کافی تصویر با کیفیت گسترده با استفاده از معیارهای SMART به دست می‌آید.

۴. استفاده از معیارهای SMART برای ارزیابی کیفیت SPI

در این بخش به ارزیابی کیفیت SPI در هنگام نادیده گرفتن تأثیر پورتفولیو می‌پردازیم. ما هنوز تأثیر سایر شاخص‌های موجود در پورتفولیو را ارزیابی نمی‌کنیم و فقط کیفیت SPI فردی و مجزا را ارزیابی می‌کنیم. همچنین به این معنی است که ما در ارزیابی‌ها، زمینه مدیریتی و تأثیرگذاری را در نظر نمی‌گیریم و در نتیجه تصویر وسیع‌تر را در نظر نمی‌گیریم. این امر ارزیابی کیفیت را ساده می‌کند، زیرا دیگر نیازی به پوشش مدیریت پورتفولیو و دوگانگی یا تضاد منافع احتمالی بین شاخص‌های موجود نیست. بحث مربوط به تأثیر کیفیت از نحوه تشکیل سبد شاخص را به بخش ۵ واگذار می‌کنیم. نقش SPI از منظر پورتفولیو بدیهی است که مهم و مرتبط است، اما در حال حاضر نادیده گرفته شده است، به این معنی که یک SPI با کیفیت، به صورت جداگانه، به نحوه استفاده و متعادل شدن آن با سایر شاخص‌ها بستگی ندارد. از این رو، وضعیتی داریم که یک SPI می‌تواند قابل قبول باشد، در حالی که مجموعه SPI ها، که بخشی از آن است، می‌تواند کیفیت پایینی داشته باشد. ارزش اطلاعات ارائه شده توسط این شاخص باید در ارتباط با تصمیم‌گیری در جایی که در آن اعمال می‌شود، دیده شود. با این حال، در زمانی که نشانگر انتخاب می‌شود، ممکن است دقیقاً مشخص نباشد که چگونه از آن استفاده می‌شود. درک نحوه استفاده از آن، امکان در نظر گرفتن ارزشی که ممکن است در مدیریت موانع داشته باشد را ممکن می‌سازد. در مورد سودمندی است. ویژگی اصلی کیفیت در رابطه با کیفیت تصمیم‌گیری این است که اطلاعات مفید هستند. به گفته متسون و متسون (۱۹۹۸)، به عنوان یکی از شش بعد مشخص‌کننده کیفیت تصمیم‌گیری:

- قاب مفید (در حال تصمیم‌گیری در مورد چیست؟) • جایگزین‌های خلاقانه (انتخاب‌های من چیست؟)
- اطلاعات مفید (چه می‌دانم؟) • مقادیر واضح (به چه عواقبی اهمیت می‌دهم؟) • استدلال صحیح (آیا من مستقیماً به این موضوع فکر می‌کنم؟) • تعهد به پیگیری (آیا واقعا اقدامی انجام خواهم داد؟)

مفید بودن مربوط به قابلیت کاربرد برای حوزه استفاده آن است، اما همچنین به این معنی است که باید با ابزارهای مدیریت داده‌های مورد استفاده سازگار باشد، که در هنگام برخورد با محصولات نرم‌افزاری، داده‌های بزرگ و غیره اهمیت پیدا می‌کند. ترکیبی از اطلاعات ارائه شده توسط SPI و کاربردپذیری بر کیفیت تصمیم‌گیری تأثیر می‌گذارد، و سپس بر چگونگی ایجاد ارزش تجاری توسط چنین داده‌هایی نیز تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، براتولد و بیگ (۲۰۱۰) بیان می‌کنند که دو جنبه «قابل اعتماد» و «مرتبط» بخشی از «مفید بودن اطلاعات» هستند. «قابل اعتماد» که هم به منبع، نحوه جمع‌آوری آن و هم به محتوای اطلاعات ارائه شده اشاره دارد. برای اینکه اطلاعات «موثق» باشد، باید بی‌طرفانه، نماینده و قابل تأیید باشد، به

طوری که اعداد نمایش درستی از وضعیت ارائه دهند. این جنبه‌ها تا حدی قبلاً توسط مؤلفه‌های «دستیابی» و «ارتباط» در SMART پوشش داده شده‌اند، زیرا پس از آن اطلاعات مناسب ارائه می‌شود، SPI به زمینه مورد توجه علاقه‌مند است، و توانایی یا ویژگی‌هایی برای تأثیرگذاری بر مانع مرتبط دارد. تصمیم‌گیری مدیریت معنی آن در عمل این است که هر شاخصی که مبهم، پیچیده، تجزیه و تحلیل دشوار، مبهم، وابسته به تحلیلگر یا مرتبط با اهداف تجاری نباشد، به وضوح به عنوان کیفیت پایین و بنابراین چندان مفید یا ارزشمند نیست. پس سوال اصلی این است که آیا سودمندی به اندازه کافی توسط معیارهای SMART پوشش داده می‌شود؟ در غیر این صورت، استدلال قوی برای این ادعا وجود دارد که نمی‌توان از معیارها برای نشان دادن کیفیت قابل قبول استفاده کرد. ما پنج معیار را مرور خواهیم کرد و در زیر به آن خواهیم پرداخت. ما با "S" برای "ویژگی" شروع می‌کنیم. برای مفید بودن اطلاعات، استدلال در برابر این ادعا که باید قابل درک و به وضوح بیان شود دشوار است. نباید جایی برای تفسیر نادرست از معنی یا تعریف شاخص وجود داشته باشد، اما مشخص باشد که چه نوع اطلاعاتی را ارائه می‌دهد تا به طور مداوم تفسیر شود. این همچنین به معیارهای "مبتنی بر زمان" (T) مربوط می‌شود. اگر دوره در نظر گرفته شده خاموش باشد، اندازه‌گیری عملکرد هیچ فایده‌ای ندارد. در مجموع، موضوع داشتن دانش دقیق است. پس به طور ضمنی، جنبه‌هایی مانند «سازگاری»، «قابلیت توضیح» و «شفافیت» نیز پوشش داده می‌شود. با حرکت به «M» برای «اندازه‌گیری»، می‌توان این سؤال را مطرح کرد که آیا نیاز اساسی به این معیار وجود دارد، زیرا هر SPI که بنا به تعریف یک معیار است، فی‌نفسه قابل اندازه‌گیری است. اساساً، جنبه ایمنی مورد بررسی باید قابل اندازه‌گیری باشد. اما، به جز این نکته که نشانگر باید به عنوان یک معیار مرتبط با ایمنی "واجد شرایط" باشد، نیازی به گنجاندن این معیار نمی‌بینیم. همچنین، این معیار تا حدودی به این موضوع مربوط می‌شود که آیا اطلاعات مورد نیاز برای انجام محاسبات امکان جمع‌آوری یا تولید با کیفیت وجود دارد یا خیر، اما این مورد قبلاً با معیار زیر، «دستیابی» (A) پوشش داده شده است. این یکی بسیار مهم فرض می‌شود، زیرا باید بتوان اعداد را با کیفیت قابل قبول تولید کرد که از این معیار ارزیابی می‌شود. به عنوان مثال، محاسبه نباید بیش از حد پیچیده باشد. شاید بهتر باشد که از عبارت «تولیدپذیری» استفاده کنیم، در حالی که با حرف «ا» شروع نمی‌شود و چنین مخفف جذابی نمی‌دهد. با این وجود، این معیار راهی را برای گرفتن عدم قطعیت باز می‌کند. هنگامی که آن را شامل می‌شود، شامل ارزیابی عدم قطعیت در مورد اعداد تولید شده است. در نهایت، ما معیار «رابط» (R) را داریم، در مورد اینکه آیا اطلاعات شاخص برای مدیریت عملکرد ایمنی اهمیت دارد یا خیر. بدیهی است که ممکن است ارزشی فراتر از ایمنی اضافه کند، به عنوان مثال ارزش تجاری عمومی را ارائه دهد، اما در این صورت به مانع یا مدیریت ایمنی که در اینجا تمرکز و هدف است، کمکی نمی‌کند. نیاز به بیان این نکته وجود دارد که آیا اندازه‌گیری عملکرد ایمنی یا مانع را منعکس می‌کند، نه تنها برخی از شرایط متغیر را اندازه‌گیری می‌کند، یعنی اندازه‌گیری بر اساس قصد.

برای اینکه SPI دارای ارزش ایمنی باشد، باید به اصطلاح "حساس ایمنی" نیز در نظر گرفته شود که به معیار "ارتباط" مربوط می‌شود. شاید بتوان دقیقاً درباره میزان حساسیت این شاخص صحبت کرد. با این حال، ما در اینجا کافی می‌دانیم که چنین رابطه‌ای وجود دارد، و بحث بیشتر در مورد قدرت را در اینجا دنبال نمی‌کنیم. در حالی که ما هنوز وضعیت را از منظر نمونه کارها در نظر نخواهیم گرفت، "مرتبط" همچنین به این معنی است که جنبه ایمنی خاص اندازه‌گیری شده قبلاً توسط سایر شاخص‌های مورد استفاده پوشش داده نشده است. اگرچه ممکن است در برخی شرایط گنجاندن اطلاعات از دو یا چند شاخص در جنبه‌های مشابه منطقی باشد، اما ارزش زیادی به جز تایید نتایج یا مشاهدات به درستی اضافه نمی‌کند. همچنین، نتیجه‌گیری در مورد سودمندی SPI بدون در نظر گرفتن سایر SPI‌های مورد استفاده چالش برانگیز است. ارتباط تا حد

زیادی یک فعالیت بازبینی مدیریتی است که نمی‌توان آن را هنگام ارزیابی سودمندی SPI نادیده گرفت. برای مثال، بستگی به این دارد که کدام اصول ایمنی یا تصمیم‌گیری اتخاذ شده و چگونه از آنها استفاده می‌شود. این فعالیت شامل ارزیابی کل پورتفولیو است، اگرچه به وضوح می‌توان تصمیماتی را بر اساس نتایج حاصل از SPI‌های فردی اتخاذ کرد. اما، نقش خاص SPI در پورتفولیو موضوعی است که پس از آن توسط معیار «رابط» پوشش داده نمی‌شود. با توجه به جایگزین‌های حرف "R"، همانطور که در بخش ۳ نشان داده شده است، برخی معیار "نسبت" را پیشنهاد می‌کنند. ما فرض می‌کنیم که این معیار قبلاً با «ویژگی» پوشش داده شده است زیرا وضعیتی که SPI برای آن اعمال می‌شود باید دقیقاً توضیح داده شود. برای خلاصه کردن بحث بالا (به جدول ۲ مراجعه کنید)، نتیجه می‌گیریم که همه معیارها با جنبه‌های کیفی مرتبط سروکار دارند. حروف "S" و "M" و تا حدودی "T" به جنبه‌های "آنچه می‌دانیم"، حرف "A" به جنبه‌های "نحوه استفاده از آن" اشاره دارد، حرف "R" بر روی "چرا" تمرکز دارد. جنبه‌ها، و حرف «T» به جنبه‌های مربوط به «زمان یا کدام دوره در نظر گرفتن» اشاره دارد. برای «اندازه‌گیری» ممکن است این سؤال مطرح شود که آیا این معیار می‌تواند حذف شود، زیرا به طور ضمنی قبلاً پوشش داده شده است، زیرا هر SPI بنا به تعریف به عنوان یک معیار واجد شرایط است. اصولاً نگهداری آن مشکلی ندارد اما ارزش محدودی به آن اضافه می‌کند. با گنجاندن آن، ما فقط به ارزیابی می‌رسیم که آیا امکان اندازه‌گیری پدیده ایمنی یا مانع در نظر گرفته شده وجود دارد یا خیر، که اساساً با معیار دستیابی ارزیابی می‌شود. با این حال، قبل از نتیجه‌گیری در مورد این موضوع، منتظر بحث از منظر نمونه کارها هستیم.

به نظر می‌رسد که پنج معیاری که در بالا مورد بحث قرار گرفته‌اند تا حدی مرتبط هستند، اما نامزدهای دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند برای تکمیل جنبه‌های قبلاً پوشش داده شده در نظر گرفته شوند. هیچ یک از حروف به طور خاص به جنبه "نحوه استفاده از آن" مرتبط نیست، اگرچه، بخشی از جنبه "ارتباط" است، زیرا ایمنی یا عملکرد مانع را اندازه‌گیری می‌کند و به طور ضمنی فرض می‌کند که در صورت عملکرد، یک اقدام ایمنی یا مانع لازم است. برای مثال فقیر است اما به طور کامل تحت پوشش این نیست. مثلاً بگویید که ما "رویدادهای آب و هوایی شدید" را به عنوان مبنایی برای SPI در نظر می‌گیریم. آیا چنین معیاری تمام پنج معیار مورد بحث در بالا را برآورده می‌کند؟ برای عملکرد کلی کسب و کار، ممکن است این وضعیت باشد. اما نه برای عملکرد ایمنی. واضح است که به عنوان SPI چندان مفید نخواهد بود. بله، آب و هوای شدید ممکن است بر ایمنی تأثیر بگذارد، اما می‌توان اقدامات پیشگیرانه یا کاهش عواقب را انجام داد. برای مدیریت ایمنی و موانع، هر SPI که به عنوان «مرتبط» بررسی می‌شود، به طور ضمنی با امکان تصمیم‌گیری برای تأثیرگذاری یا کنترل نتایج آتی ثبت شده توسط اندازه‌گیری مرتبط است. سلویک و همکاران (۲۰۲۰) ادعا می‌کنند که یکی از ویژگی‌های کیفیت کلیدی، مربوط به بحث در مورد کیفیت شاخص عملکرد کلیدی به طور کلی، این است که آنها قابل کنترل هستند. در زمینه ایمنی، به این معنی است که اقدامات مربوط به ایمنی مناسب ممکن است تأثیر داشته باشد و می‌تواند نتایج SPI را بهبود بخشد، اما از آنجایی که فرض می‌شود همیشه این وضعیت وجود دارد، ما نمی‌توانیم نیازی به این معیار ببینیم. در یک زمینه ایمنی یا مانع، اگر نتوانیم ایمنی را با توجه به جنبه مورد نظر بهبود دهیم، شاخص «مرتبط» و دارای حداقل سودمندی نیست. بنابراین، در مورد M در «SMART»، نمی‌توانیم ببینیم که انتخاب «قابل مدیریت» یا «قابل اندازه‌گیری» در مخفف SMART اهمیت زیادی دارد، هر دو جنبه‌هایی را اضافه می‌کنند که قبلاً توسط معیارهای دیگر پوشش داده شده است.

نمونه ای از استفاده از معیارهای SMART در بخش ۷ آورده شده است، که در آن معیارها بر اساس حادثه سال ۲۰۰۵ که در یک پالایشگاه نفت در تگزاس پس از خرابی‌های مهم سد رخ داد، مورد بحث قرار می‌گیرند. با این حال، ما باید نقش

پورتفولیوی SPI را به عنوان بخشی از ارزیابی کلی کیفیت SPI در شرایطی که چندین شاخص ردیابی می‌شوند در نظر بگیریم. همانطور که قبلاً گفته شد، ما آن را ناکافی می‌دانیم که کیفیت را بدون ارزیابی در مورد تأثیر سایر شاخص‌های پورتفولیو در نظر بگیریم. این یک جنبه اصلی "رابط" است. در بحث در بخش ۶، به چگونگی اهمیت گنجاندن سایر شاخص‌ها برای سودمندی SPI می‌پردازیم. اما ابتدا نحوه توسعه سبد SPI را به طور اساسی ارائه و بحث می‌کنیم.

جدول ۲: مروری بر اینکه کدام یک از معیارهای SMART تحت پوشش "مفید بودن" قرار می‌گیرند.

معیار	تحت پوشش مفید بودن؟	اظهار نظر
اختصاصی	بله	باید برای درک واضح SPI و برای استفاده مداوم وجود داشته باشد
قابلیت اندازه گیری	بله، اما لازم نیست	مقایسه علمی اعداد SPI باید امکان پذیر باشد. با این حال، این معیار قبلاً پوشش داده شده است زیرا شاخص لزوماً یک اندازه گیری است.
دست یافتنی	بله	SPI باید به روشی ثابت قابل تولید باشد
ارتباط	بله	جنبه تحت پوشش SPI باید برای مدیریت ایمنی یا موانع مهم باشد
مبتنی بر زمان	بله	اگر جنبه زمانی ضعیف پوشش داده شود، SPI ارزش محدودی دارد

۵. نحوه ساخت یک نمونه کار شاخص با کیفیت مناسب

مدیریت SPI ها شامل درک نتایج جمع آوری شده از شاخص های فردی است. این امر مستلزم روشی ساختاریافته است که به تصمیم گیرندگان اجازه می دهد تا به تعادل مناسب شاخص های گنجانده شده دست یابند. استفاده از کارت امتیازی متوازن یک راه است. در هنگام ایجاد این ساختار، مجدداً، تمرکز باید به دور از تمایز و تنوع جنبه‌ها (گسترش) تحت پوشش شاخص‌ها باشد، و به عنوان Øien و همکاران. (۲۰۱۱) همچنین در زمینه ایمنی، چگونگی دستیابی به مجموعه یا مجموعه ای مفید از شاخص ها را استدلال می کنند. ما همچنین به بحث در مورد استفاده از شاخص های ایمنی پیشرو در Leveson (۲۰۱۵) اشاره می کنیم.

۱.۵. شناسایی نامزدهای پورتفولیوی SPI

نقطه شروع برای انتخاب SPI ها، روشن کردن اهداف و اهداف ایمنی فراتر از الزامات مانع است. اهداف و مقاصد باید برای زمینه مربوطه قاب بندی شوند، به گونه ای که سطح مناسبی از جزئیات و نیازهای پشتیبانی اطلاعاتی برای تصمیم گیری منعکس شود. هدف دستیابی به مجموعه‌ای از SPI است که می‌تواند طیف وسیعی از عملکرد را بیان کند تا مدیریت تصمیم‌های مبتنی بر ایمنی اتخاذ کند. نامزدهای SPI معمولاً به اطلاعات خرابی اشاره می‌کنند و بسیاری از آنها به قابلیت اطمینان مانع و منطقه نگهداری مرتبط هستند. چنین اطلاعاتی معمولاً به طور کلی حساس به کسب و کار هستند، زیرا شکست موانع می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ارزش کسب و کار داشته باشد. از این رو، گاهی اوقات شاخص‌ها به عنوان شاخص های عملکرد کلیدی یا شاخص های عملکرد کلید ایمنی برچسب گذاری می شوند، مانند مثال. بلامی و سول (۲۰۱۲). چندین مورد از این موارد در استاندارد ISO در مورد قابلیت اطمینان و نگهداری و جمع‌آوری و تبادل داده‌ها، ISO 14224 (۲۰۱۶) توضیح داده شده است، که توصیه می‌کند شاخص‌های عملکرد کلیدی با اهداف سازمان برای تأسیسات (یا عملیات) همسو

باشند و بهبودها شناسایی شوند. و به منظور دستیابی به اهداف برنامه ریزی شده سازمان اجرا می شود. پس مناسب است که سبد شاخص اهداف و مقاصد را در سطوح مختلف منعکس کند، به طوری که سطوح مختلف سازمان را در صورت همسویی با سایر شاخص های عملکرد انتخاب شده برای گروه های مختلف تجهیزات، سیستم ها یا پرسنل پوشش دهند. این فعالیتی نیست که توسط تحلیلگر یا تصمیم گیرنده هدایت شود، بلکه یک فعالیت هماهنگ از ذینفعان، از جمله مدیران و کارشناسان رشته است، که نظرات آنها به نوعی باید در ارزیابی اقدامات جایگزین و تأثیرات و اهمیت آنها در نظر گرفته شود. وظیفه انتخاب از میان نامزدهای SPI شامل اولویت بندی ساختاری است که جنبه های عملکرد مهم آن است. هنگامی که تمرکز بر عملکرد مانع است، معمولاً رویدادهای شکست زیادی رخ نمی دهد. از این رو، به وضوح نشان دادن سایر انواع نامزدها مفید است. نامزدها معمولاً طیفی از شاخص های پیشرو (فعالیت ها) و عقب مانده (نتیجه) و شاخص های تشخیصی را پوشش می دهند. ISO 14224 (۲۰۱۶) فهرستی از ۳۴ شاخص عملکرد کلیدی را ارائه می دهد که در حوزه قابلیت اطمینان و نگهداری قابل اجرا هستند. بلامی و سول (۲۰۱۲) بررسی گسترده ای را در مورد SPIهای مربوط به مدیریت موانع ارائه می دهند و در این بررسی، نامزدهای مربوطه را بررسی می کنند. فراتر از نامزدهای معمولی، جایی که علاوه بر این، شرکتها نامزدهای خاص متناسب با نیازهای خود را نیز توسعه می دهند. این یک چشم انداز کاملاً پیچیده است. با این حال، یک نکته کلیدی شناسایی نحوه بیان عملکرد ایمنی یا مانع و پیوند آن با استفاده از اطلاعات است. به طور کلی، حجم زیادی از ادبیات در مورد مناسب بودن شاخص های عملکرد، به ویژه شاخص های پیشرو، وجود دارد (بادوی و همکاران، ۲۰۱۶؛ سوست و همکاران، ۲۰۱۶). این نشان می دهد که انتخاب از میان کاندیداهای شاخص پیشرو چقدر می تواند چالش برانگیز باشد. همچنین به بحث در بلامی و سول (۲۰۱۲) مراجعه کنید. یکی از ویژگی های SPI ها ارتباط صریح با عملکرد ایمنی است. شاید بسیاری آنها را به دلیل روشی قابل فهم، ساده و فشرده که اطلاعات کلیدی ایمنی را منتقل می کنند، «جذاب کننده» توصیف کنند. SPIها شامل اطلاعات کلیدی ایمنی هستند. از این رو، تعجب آور نیست که پیوند قوی با استفاده از معیارهای پذیرش ریسک وجود دارد (RAC؛ به عنوان مثال Hokstad et al. (۲۰۰۴) و Aven and Vinnem (۲۰۰۵) را ببینید). اینها همچنین ممکن است به عنوان معیارهای پذیرش ایمنی برچسب گذاری شوند، اما خطر این هستند که چتر وسیع تری باشند. RAC ها برخی از جنبه های عملکرد مرتبط با ریسک را نشان می دهند. اقدامات مختلف مورد استفاده در صنایع فرآیندی برای مقایسه با برخی از RAC می تواند به عنوان مجموعه بزرگتری در مقایسه با معیارهای پذیرش ایمنی در نظر گرفته شود، که برای مثال پیامدهای هزینه احتمالی را پوشش نمی دهد. با این وجود، استفاده و تعریف این معیارها به عنوان بخشی از اهداف و اهداف ایمنی، اغلب به عنوان مبنایی برای انتخاب SPI مناسب یافت می شود. برای مثال، ممکن است یک شاخص برای ارزیابی و ارزیابی بر اساس برخی معیارهای قابل قبول تعریف شده انتخاب شود.

تمرکز هنگام پرداختن به کیفیت یک بخش شاخص خاص از پورتفولیوی SPI، بر ارزش آن است. بدون ارزش افزوده، اطلاعات حداقل سهمی دارند یا در تصمیم گیری گمراه کننده هستند و بدیهی است که چندان مفید تلقی نمی شوند. برای مثال، SPIهایی که «چیزهای اشتباه» را اندازه گیری می کنند، مانند شاخص هایی که «مسیری» برای رویدادهای تصادف معتبر ندارند، یا دارای عدم قطعیت قابل توجه هستند، باید اجتناب شود. این ملاحظات ارتباط تنگاتنگی با ارزش سنتی ارزیابی اطلاعات دارد (براتولد و همکاران، ۲۰۰۷؛ بیورنسن و همکاران، ۲۰۱۹)، تجزیه و تحلیل و ارزیابی تا چه حد اطلاعات (در اینجا اطلاعات شاخص به عنوان بخشی از مجموعه SPI)، دارای یک تأثیر قابل توجهی در تصمیم گیری در عمل، این امر با داشتن نقش ایمنی توسط شاخصی که قبلاً توسط سایر شاخص های موجود در پورتفولیوی SPI پوشش داده نشده است، به دست

می‌آید، برای مثال، با شناسایی وضعیت ایمنی یا موانع و روندها، و درخواست اقدامات. می‌توان ادعا کرد که شاخص‌ها باید «هدایت‌کننده عمل» باشند. همانطور که گفته شد، انتخاب از میان نامزدهای SPI مستلزم یک اولویت‌بندی ساختاریافته است. یکی از گزینه‌هایی که ممکن است به عنوان مبنایی برای رتبه‌بندی داوطلبان برای ارزیابی مفیدتر استفاده شود، استفاده از تحلیل چند معیاره است. یک مثال «فرایند سلسله‌مراتبی تحلیلی» سنتی است (ساعتی ۱۹۸۰). چنین تحلیلی توسط الهونی و احمد (۲۰۱۷) ارائه شده است و برای ارزیابی ۱۴ شاخص عملکرد کلیدی مختلف در نظر گرفته شده برای یک شرکت نفت و گاز در لیبی استفاده می‌شود. چنین اولویت‌بندی می‌تواند برای شناسایی نامزدهایی با ارزش پایین مفید باشد. با این حال، علیرغم وجود چندین چالش مرتبط با داشتن پورتفولیوهای بزرگ SPI، همانطور که در Parida و Chattopadhyay (۲۰۰۷) بحث شد، دلایل خوبی برای گنجاندن بسیاری از شاخص‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، عملیات دارای جنبه‌های ایمنی بسیاری است. در اصل، تا زمانی که مشارکت خوب باشد، هیچ محدودیتی در مورد تعداد SPI‌ها وجود ندارد. شرکت‌ها باید مجموعه‌ای از نامزدهای SPI را انتخاب کنند که به بهترین وجه با اهداف و اهداف ایمنی آنها سازگار است. اصل اصلی این است که SPI‌های ترکیبی با اطلاعات مفید کمک می‌کنند. بدیهی است که شرکت‌ها به انعطاف‌پذیری نیاز دارند زیرا راه حل واحدی وجود ندارد که برای همه مناسب باشد. به عنوان مثال، ممکن است طرح‌های مختلفی وجود داشته باشد که خرابی تجهیزات را کم و بیش شدید می‌کند و تفاوت بزرگی برای مدیریت عناصر مانع در شرکت‌ها ایجاد می‌کند. هدف و اهداف ممکن است متفاوت باشد، همچنین ابزارهای دیجیتالی برای مدیریت نمونه کارها SPI، همه بر تنظیم نمونه کارها تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، در داخل شرکت احتمالاً سازمان‌های فرعی با اهداف و اهداف ایمنی متفاوت وجود دارد. این به سازمان‌های فرعی ریشه می‌دهد که مجموعه‌ای از شاخص‌ها را انتخاب می‌کنند که به بهترین وجه برای نیازهایشان مناسب است.

۲.۵. ترکیب اطلاعات از SPI‌های انتخاب شده

پس از شناسایی SPI‌های منفرد با کیفیت مناسب، گام بعدی این است که اینها را در یک نمونه کار SPI مناسب ترکیب کنید، یعنی نامزدهایی را برای یک پورتفولیوی جدید انتخاب کنید یا نامزدهایی را برای تکمیل نمونه موجود در نظر بگیرید. چالش توسعه یک نمونه کار با کیفیت است که با استفاده در نظر گرفته شده یا برنامه ریزی شده و همچنین اهداف و اهداف همسو باشد. با این حال، این به دور از یک کار ساده است. مجموعه‌ای از نامزدهای SPI شناسایی شده‌اند، اما مشخص نیست که چگونه می‌توان ترکیبی از این موارد را که مبنای تصمیم‌گیری‌های خوب است شناسایی کرد، یا اینکه آیا ترکیب‌های ممکن می‌توانند به طور کامل نیازهای اطلاعات ایمنی را با توجه به ایمنی و مدیریت موانع شرکت پوشش دهند. نیاز به دیدن فراتر از شاخص‌های فردی و درک نحوه کار آنها با هم، یعنی "انسجام" وجود دارد. همانطور که قبلاً اشاره شد، روش‌های مختلفی برای ترکیب SPI‌ها وجود دارد، اما راه‌های مختلفی برای تجسم یا برقراری ارتباط با پورتفولیو وجود دارد. همچنین در طول زمان پیشرفت‌هایی صورت گرفته است، جایی که ابزارهای دیجیتالی به طور فزاینده‌ای برای مدیریت پورتفولیو اهمیت دارند. ابزارها معمولاً کارت امتیازی دیجیتال، داشبورد و گزارش‌های تحلیلی هستند. ابزارهای دیجیتالی امکان ارائه چندین ویژگی را فراهم می‌کنند، جایی که دیجیتالی‌سازی می‌تواند شناسایی امتیاز برای ویژگی‌های مرتبط با ایمنی را ساده‌تر کند. به عنوان مثال، می‌توان کدهای رنگی (به عنوان مثال قرمز، زرد و سبز) را اضافه کرد تا مواردی که اولویت بیشتری دارند یا باید به آنها داده شود، و همچنین اطلاعات مربوط به عدم قطعیت مربوط به ویژگی‌های فردی را برجسته کرد. اینها اساساً امتیازهای داده شده برای هر ویژگی را فهرست می‌کنند. اما راه‌های دیگری نیز وجود دارد. اطلاعات می‌تواند، همانطور که برخی ترجیح می‌

دهند، به یک امتیاز تبدیل شود و نتیجه گیری بر اساس نتایج را آسان تر کند. راه دیگر این است که پورتفولیو را به حداقل و تعداد SPI محدود کنید. سپس چالش این است که تعداد کمی را انتخاب کنید که می توانند اطلاعات کلیدی ایمنی مورد نیاز را ارائه دهند. این امر دستیابی به تصویر ایمنی بزرگتر را دوباره دشوار می کند و می تواند اطلاعات گمراه کننده ای را ارائه دهد. تا حدودی به نوع کسب و کار و شرکت در نظر گرفته شده بستگی دارد. اما، به طور کلی، تمرین داشتن یک نمونه کار با یک یا تنها چند SPI، سادگی و توانایی های ارتباطی را که معمولاً استفاده از SPI و شاخص های عملکرد کلیدی را مشخص می کند، ندارد. برای دستیابی به یک نمونه کار SPI با کیفیت، چندین جنبه باید در نظر گرفته شود. علیرغم روشن شدن هدف و اهداف ایمنی و انتخاب شاخص های بر اساس آنها، همه چیز سر جای خود نیست. به عنوان مثال، موضوع همیشه تکراری هزینه در مقابل منافع وجود دارد. معمولاً هزینه ای برای دستیابی به اطلاعات SPI وجود دارد که باید در رابطه با مزایای آن دیده شود. همچنین یک مسئله عدم اطمینان وجود دارد، یعنی اینکه اطلاعات ارائه شده تا چه حد معتبر است. علاوه بر این، نمونه کارها باید طیف گسترده ای از جنبه های عملکرد را پوشش دهد، اما بدون تکرار اطلاعات برای جنبه های مشابه. بدیهی است که جنبه های کلیدی که برای داشتن اطلاعات مفید در نظر گرفته می شوند باید گنجانده شوند. با این حال، چالش اغلب این است که مطمئن شوید که موارد کلیدی از دست نمی روند یا اینکه کدام یک را کنار بگذارید. در بالا به احتمال وجود اهداف و مقاصد ایمنی مختلف توسط سازمان های فرعی اشاره شد. اغلب اوقات، این وضعیتی است که ممکن است محرک های متضاد در سراسر سازمان وجود داشته باشد. برای مثال، ممکن است بخش هایی از سازمان وجود داشته باشد که صرفاً بر فعالیت های تعمیر و نگهداری تمرکز می کند، جایی که تمرکز ایمنی و استفاده از شاخص های عملکرد مختلف، از جمله شاخص های کلیدی عملکرد کلی، به فعالیت های تعمیر و نگهداری مربوط می شود. در مقایسه با قطعاتی که به عنوان مثال با ایمنی فرآیند در محل سروکار دارند، اینها می توانند متناقض باشند. با این حال، برای شرکت به طور کلی، با فرض سازگاری SPI با استراتژی تجاری و ایمنی شرکت، هر دو می توانند مناسب باشند. به عنوان مثال، نشانگر «هزینه تعمیر و نگهداری کل» (برای یک دوره معین) از طرف قسمت تعمیر و نگهداری است که به وضوح باید به حداقل برسد. با این حال، از دیدگاه کلی شرکت، جنبه های دیگری نیز که باید بخشی از بررسی باشد، دیده می شود. اگر این امر منجر به کاهش قابل توجه قابلیت اطمینان و در نتیجه افزایش خطر تصادف شود، ممکن است کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری غیر منطقی باشد. تصمیم در مورد افزایش هزینه های تعمیر و نگهداری بستگی به قابلیت اطمینان و مزایای ایمنی کلی دارد.

استفاده روزافزون از ابزارهای دیجیتال در مدیریت ایمنی وجود دارد. نرم افزارهای گسترده ای وجود دارد که به وظایف تحلیلی و ارائه نتایج کمک می کند. برخی از اینها به رابط های کاربر پسند و درک ساده ای از ایمنی اجازه می دهند، با این حال، این چالش نیز وجود دارد که اینها به نوعی «جعبه های سیاه» تبدیل می شوند که اطلاعات کلیدی را پنهان می کنند، به ویژه زمانی که تکنیک های خودکار اعمال می شوند. با این وجود، چنین ابزارهایی امکان استفاده از تکنیک های یادگیری ماشین را نیز فراهم می کنند که می توانند برای شناسایی روندهای خطر و ایمنی مورد استفاده قرار گیرند (به عنوان مثال، Bansal و همکاران، ۲۰۲۰ را ببینید)، و شناسایی الگوهای غیرقابل تشخیص را ممکن می سازد. نکته دیگر این است که استفاده از ابزارهای دیجیتالی امکان دستیابی و انتشار اطلاعات، در دسترس و مفید ساختن آن را به شیوه ای مؤثرتر فراهم می کند. برای مثال، یک داشبورد خودکار برای ردیابی SPI می تواند امکان به روزرسانی های «زمان واقعی» را فراهم کند. در رابطه با فعالیت های تعمیر و نگهداری، چنین استفاده ای با وضعیت «تعالی تعمیر و نگهداری» مرتبط است، به این معنی که قابلیت اطمینان و عملکرد تعمیر و نگهداری باید در یک سطح استراتژیک همسو باشند و عملکرد باید به روشی مناسب ابلاغ شود. یک

مثال صنعتی، تلاش‌های مرسک اوایل قطر برای دستیابی به چنین وضعیتی است، جایی که استفاده از وسایل ارتباطی مؤثر برای ارائه جنبه‌های عملکرد بسیار مهم است (Smart and Blakey 2014). مثال دیگر برنامه «تعالی تعمیر و نگهداری» است که در شل ساخته شده است، که برای آن یانسن (۲۰۱۵) ادعا می‌کند که: «سیستم مدیریت تعمیر و نگهداری رایانه ای (CMMS) باید ستون فقرات مدیریت کار و بهبود عملکرد باشد» و اهمیت پل زدن شاخص‌های عملکرد را بیان می‌کند. و ابزارهای دیجیتال در نهایت، قبل از پرداختن به بحث در مورد استفاده از معیارهای تجدیدنظر شده SMART، تصدیق می‌کنیم که وضعیت ایمنی و اهداف و اهداف مرتبط یک موضوع ثابت نیستند. این چیزی است که می‌تواند تغییر کند، برای مثال به دلیل اقدامات انجام شده یا نیاز به طراحی‌های قوی‌تر. شاخص‌ها باید وضعیت اهداف و اهدافی را که به صورت پویا بازتعریف می‌شوند، منعکس کنند. همانطور که در Øien و همکاران بحث شده است، نیاز به بررسی مداوم وجود دارد که آیا اساس ساخت SPI برقرار است یا خیر، و در صورت نیاز، به روز رسانی پورتفولیو SPI و بازنگری در نحوه استفاده از اطلاعات. (۲۰۱۱).

۶. استفاده از معیارهای SMART برای ارزیابی کیفیت شاخص از دیدگاه پورتفولیو

گنجاندن ارزیابی پورتفولیوی SPI، ارزیابی کیفیت را پیچیده می‌کند. ماهیت آن پیچیده‌تر می‌شود، تا حدی که این دلیل که سایر SPIها ممکن است به اندازه کافی در مورد طیف استفاده (موقعیت‌های تصمیم‌گیری) و سودمندی روشن نباشند. هنگامی که مجبور به گرفتن ترکیبی از ویژگی‌ها هستید، چالش برانگیز است. همچنین جنبه‌هایی از اطمینان و منابع مورد نیاز برای انجام ارزیابی کیفیت وجود دارد که همیشه در محل نیست. اینها چالش‌های معمولی هستند، هنگام استفاده از اطلاعات در تصمیم‌گیری ایمنی یا مانع، که در «بررسی و قضاوت مدیریتی» به آنها پرداخته می‌شود. احتمالاً موقعیت‌هایی وجود دارد که در آن مزایا یا سودمندی SPI ها مورد سؤال قرار می‌گیرد، برای مثال به این دلیل که نوع خاصی از داده‌ها جمع‌آوری نشده است یا سابقه کافی برای نتیجه‌گیری با قطعیت وجود ندارد. هدف این نیست که SPI باید از همه نوع تصمیمات ایمنی یا موانع پشتیبانی کند. SPI ها اطلاعاتی را ارائه می‌دهند که بینش‌هایی در مورد ایمنی یا مانع «عملکرد» و «سلامت» کسب و کار می‌دهد. آنها نباید به عنوان «ابزار تصمیم‌گیری» موجود در نظر گرفته شوند. یک اصل اساسی در فعالیت «بازبینی و قضاوت مدیریتی» این است که مسئولیت تصمیم‌گیرندگان برای در نظر گرفتن اینکه چه اطلاعاتی مناسب است و چگونه از آن در موقعیت‌های تصمیم‌گیری استفاده شود. این فعالیتی است که در آن مدیریت نگرانی‌های مختلف از جمله منافع ذینفعان مختلف (داخلی و بیرونی) را در نظر می‌گیرد و وزن می‌دهد. باز هم، استفاده از پورتفولیو SPI یک فرآیند پویا است. به شدت تحت تأثیر زمینه و ذینفعان درگیر است. به این ترتیب، کیفیت به عنوان یک امر نسبی تفسیر می‌شود. این نتیجه کسانی است که درگیر هستند، که بدیهی است که ارزیابی سودمندی SPI را چالش برانگیز می‌کند.

همانطور که برای ارزیابی SPIهای فردی (که در بخش ۴ توضیح داده شده و مورد بحث قرار گرفته است)، ارزیابی نیز باید با توجه به اهداف ایمنی، اهداف و سودمندی انجام شود، همچنین هنگام در نظر گرفتن دیدگاه پورتفولیو. تمرکز هنوز بر روی دستیابی یا کمک به بهبود کیفیت تصمیم‌گیری است. با این حال، این مستلزم آن است که اهداف و اهداف ایمنی به وضوح تعریف شوند. در غیر این صورت ارزیابی اینکه آیا SPIها مفید یا مورد نیاز هستند دشوار است. در مرحله بعد، ما در مورد استفاده از معیارهای SMART اصلاح شده برای ارزیابی کیفیت بحث خواهیم کرد. همانطور که در بخش ۴، ما با معیار "ویژگی" (S) شروع می‌کنیم. در مرتبط بودن این جنبه کیفی شکی وجود ندارد. اما تمرکز کمی متفاوت است. هنگام در نظر گرفتن این جنبه از دیدگاه پورتفولیو، "ویژگی" فراتر از SPI خاص در تمرکز است و سایر SPI های موجود در پورتفولیو را نیز

پوشش می دهد. از این رو، برای برآورده شدن این معیار، باید اطلاعات دقیقی در مورد سایر SPI ها وجود داشته باشد، علاوه بر این، باید به وضوح بیان شود که چگونه SPI ها در پورتفولیو ترکیب شده و چگونه اطلاعات بیان می شود (تصویر). به عنوان مثال، اطلاعات مربوط به رتبه بندی یا اولویت SPI باید در دسترس باشد تا به وضوح نقش های SPI در پورتفولیو و نحوه مقایسه آنها برای اهداف تصمیم گیری مشخص شود. چنین ویژگی، درک هدف SPI در بین سایر SPI ها و نحوه استفاده از آن در مدیریت موانع و ایمنی را ساده می کند. با ادامه معیارهای «SMART» بعدی، «قابلیت مدیریت» (M) داریم. هدف این معیار ارزیابی این است که آیا وقتی با مجموعه کامل ترکیب می شود، چالش هایی وجود دارد که مدیریت جنبه های ایمنی مورد توجه SPI را محدود می کند. به عنوان مثال، ممکن است شرایطی وجود داشته باشد که نتوان به مزایای ایمنی واقعی دست یافت، زیرا این امر می تواند منابع را از سایر فعالیت های ایمنی و حیاتی تر "دزدیده شود". به عبارت دیگر، به این معناست که اصولاً قابل مدیریت است، اما در عمل نه. ارزیابی SPI خاص به عنوان بخشی از پورتفولیوی تعریف شده به توانایی مدیریت SPI در تمرکز از دیدگاه سیستمی می پردازد. نکته این نیست که راه مناسبی برای مدیریت پورتفولیو پیدا کنیم، بلکه باید تشخیص دهیم که با توجه به زمینه مناسب تر وضعیت فعلی، فضایی برای بهبود جنبه ایمنی در نظر گرفته شده چیست. اولویت بندی منابع و نقش SPI می تواند به وضوح برای این توانایی تفاوت ایجاد کند. با این حال، این یک وظیفه مدیریتی خواهد بود و برای ارزیابی کیفیت، نتیجه گیری همیشه این است که مدیریت ایمنی یا عملکرد مانع به نوعی امکان پذیر است. در مورد این نتیجه گیری که SPI مربوطه همیشه از دیدگاه SPI فردی قابل مدیریت است، اگرچه اقدامات به طور خاص شناسایی نشده اند، این وضعیت در هنگام در نظر گرفتن سایر شاخص های بخشی از پورتفولیو نیز وجود خواهد داشت. از آنجایی که معیار «M» ارزشی به ارزیابی کیفیت نمی افزاید، بهتر است، برای زمینه شاخص ایمنی، مخفف آن به «STAR» خلاصه شود. معیار «دستیابی» (A) توانایی مدیریت (تصمیم گیرنده) برای انجام اقدامات را دنبال می کند. مجدداً، باید در نظر گرفت که مدیریت ممکن است با چندین هدف و اهداف ایمنی متضاد روبرو باشد که توسط SPI های مختلف در مجموعه مورد بررسی قرار می گیرند. اساساً چیزی که ما باید ارزیابی کنیم این است که آیا می توان با ترکیب با مجموعه SPI به نتایج SPI با کیفیت مناسب دست یافت. این امر به طور ضمنی به نحوه ادغام نتایج در قالب مورد استفاده برای جمع آوری نتایج SPI مربوط می شود، به عنوان مثال با استفاده از کارت امتیازی دیجیتال. در مورد معیار «مدیریت پذیری»، نتیجه گیری برای «دستیابی» احتمالاً برای ارزیابی کیفیت SPI فردی و برای ارزیابی SPI پورتفولیو یکسان است. نه لزوماً، اما معمولاً این وضعیت خواهد بود.

معیار «ربط» (R) شاید بیشترین توجه را به خود جلب کند. حداقل در ادبیات به دلیل پیوند قوی با "چرا" شرکت باید منابع را برای آن خرج کند. ارزیابی این موضوع توانایی تصمیم گیری ایمنی خوب و انجام اقدامات مناسب با استفاده از اطلاعات موجود در مجموعه شاخص چند ویژگی را پوشش می دهد (وود ۲۰۱۶؛ لانگی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین، کیفیت از این موضوع ناشی می شود که آیا تصمیم گیرندگان قادر به اتخاذ تصمیم های مبتنی بر ایمنی هستند که تأثیر مثبتی بر جنبه عملکرد در نظر گرفته شده نشان می دهد، که بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط SPI (ها) است و در غیر این صورت اتخاذ نمی شد. از دیدگاه SPI فردی، این معیار قبلاً در نظر گرفته شده است. با این حال، مجدداً این احتمال وجود دارد که تغییرات در شاخص خاص، می تواند تأثیر منفی کلی بر عملکرد ایمنی داشته باشد، زمانی که SPI های دیگر نیز در نظر گرفته می شوند، به عنوان مثال، تضاد منافع ممکن است بین SPI ها وجود داشته باشد. از این رو، می توانیم شرایطی داشته باشیم که در آن مدیریت نتایج SPI در طول زمان امکان پذیر باشد، اما مزایای شاخص خاص در مقایسه با مزایای به دست آمده از پورتفولیو، حاشیه ای یا

نامتناسب باشد. برای مثال، ممکن است جنبه ایمنی در فوکوس قبلاً توسط SPI دیگری پوشش داده شده باشد یا تا حدی پوشش داده شده باشد. در ارتباط با نیازهای اطلاعاتی در موقعیت‌های مختلف مدیریت، اغلب رابطه‌ای بین مدیریت و اندازه‌گیری فرض می‌شود که می‌گویند: «اگر اندازه‌گیری نکنی نمی‌توانی مدیریت کنی». این در مورد داشتن اطلاعات کافی برای تصمیم‌گیری خوب و داشتن سطحی از کنترل بر وضعیت است. با این حال، در رابطه با اندازه‌گیری‌های عملکرد، تجزیه و تحلیل مرتبط و تصمیم‌گیری، اغلب برعکس آن را به همان اندازه مرتبط می‌دانیم: «آنچه اندازه می‌گیرید همان چیزی است که مدیریت می‌کنید». اطلاعات و دانش به‌دست‌آمده از SPIها می‌تواند به ایجاد یک تصویر ایمنی که وضعیت فعلی را توصیف می‌کند کمک کند، اما واضح است که این اطلاعات ممکن است تأثیر زیادی بر اولویت‌بندی جنبه‌های ایمنی داشته باشد. بگوییم که این شرکت یک اصل چشم انداز صفر را اتخاذ کرده است، یعنی تعریف یک هدف ایمنی و چشم انداز صفر صدمات و تلفات حیاتی پرسنل. سپس، بر این اساس، می‌توان SPI را برای ردیابی تعداد رویدادهای رخ داده توسعه داد و از این اطلاعات برای هدایت بهبودهای بیشتر استفاده کرد. با این حال، مدیریت هدایت شده از این SPI، علیرغم اینکه برای این هدف مناسب است، اگر با اصول هزینه-فایده سنتی و مزایای ایمنی کلی مقایسه شود، یعنی از منظر سیستم، می‌تواند منطقی نباشد. «مبتنی بر زمان» (T)، که معیار نهایی است، در نظر می‌گیرد که آیا دوره اندازه‌گیری تعریف‌شده در ترکیب با سایر SPIها مناسب است یا خیر. یک استدلال برای در نظر گرفتن یک دوره متفاوت، این است که اطلاعات مشابه قبلاً توسط SPI دیگری ارائه شده است. می‌تواند مناسب باشد که تغییراتی ایجاد شود، تا سبد سهام طیف کاملی از عملکرد گذشته، حال و آینده را پوشش دهد. به روشی مشابه، پورتفولیو باید هدف و اهداف هر دو ویژگی عملیاتی و استراتژیک، یعنی کوتاه مدت و بلند مدت را پوشش دهد.

۷. استفاده از معیارهای اصلاح شده (STAR) برای ارزیابی یک شاخص عملکرد ایمنی در یک سناریوی پالایشگاهی

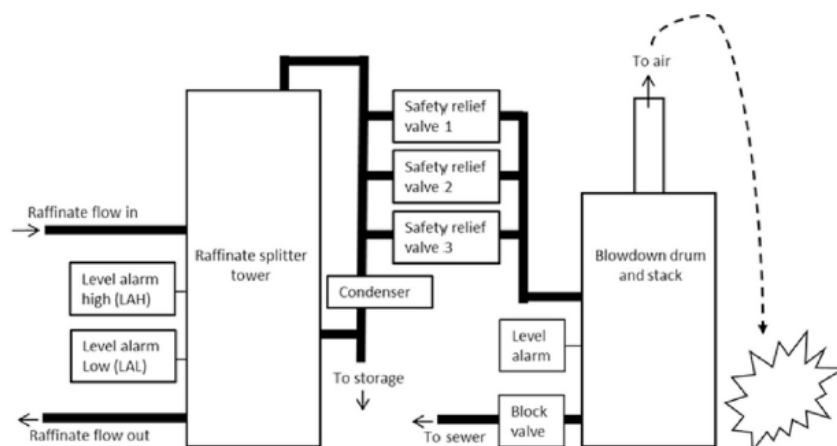
در این بخش، یک شاخص عملکرد ایمنی به نام "رویدادهای خطرناک پر شدن مایعات" را در نظر خواهیم گرفت. این شاخص می‌تواند برای صنایع فرآیندی جذاب باشد و آشکارا با ایمنی مرتبط است. نظارت بر روندها و سطح وقوع به طور بالقوه می‌تواند با شناسایی عملکرد نامطلوب ایمنی و کسب و کار، ارزش افزوده ایجاد کند. به گفته چانگ و لین (۲۰۰۶)، رویدادهای پر شدن بیش از حد باعث از دست دادن مهار می‌شود و ادعا می‌کنند که شایع‌ترین علت خطای عملیاتی برای حوادث تانک است. خطر پر شدن بیش از حد به نوع کشتی و تجهیزات بالادستی/پایین دستی مرتبط نیز بستگی دارد (سامرز و هرن ۲۰۱۰). تفاوت‌هایی در پر شدن بیش از حد سیال برای مخزن فرآیند در مقابل مخزن ذخیره وجود دارد. تمایز بین دو نوع تجهیزات روشن شده است به عنوان مثال. در ISO 14224 (۲۰۱۶)، که طبقه‌بندی طبقه بندی را برای جمع‌آوری داده‌های قابلیت اطمینان در صنایع فرآیندی شرح می‌دهد. هر دو به عنوان یک دسته تجهیزات مکانیکی فهرست شده‌اند و نشان می‌دهند که مخازن ذخیره سازی و مخازن تحت فشار دارای زیر واحدهای مشابهی هستند. علاوه بر این، این استاندارد بین المللی تصریح می‌کند که مخازن ذخیره شامل مخازن اتمسفر و مخازن کم فشار هستند، در حالی که مخازن تحت فشار می‌توانند گاز یا سایر سیالات با فشار بالاتر را اداره کنند. هنگامی که یک مخزن فرآیند شروع به پر شدن بیش از حد می‌کند، معمولاً خروجی سیال از ظرف (به عنوان مثال سیستم امداد، شیرهای کنترل و غیره) در طول جریان ورودی سیال مسدود می‌شود. در یک مخزن ذخیره، یک سرعت کنترل نشده جریان ورودی مقدار زیادی سیال را جمع می‌کند به طوری که از حداکثر ظرفیت نگهداری مخزن فراتر می‌رود. پس از پر شدن بیش از حد ظرف پردازش، مایع اضافی به طور

ناخواسته وارد خروجی های طراحی شده برای فاز گاز می شود یا به تجهیزات پایین دستی که برای دریافت آن طراحی نشده اند منتقل می شود (سامرز و هرن ۲۰۱۰). یک مخزن ذخیره بیش از حد پر شده، مایع اضافی را از طریق دریچه های خود آزاد می کند یا تحت فشار ساختاری بیش از حد از کار می افتد (Waite 2013). در حالی که ممکن است پر شدن بیش از حد در هر دو نوع کشتی تا حدودی متفاوت باشد، رویداد پر شدن بیش از حد به همان اندازه ایمنی عملیات را در هر دو تهدید می کند. ما سودمندی SPI را در ردیابی هر دو این دو شرایط مختلف بررسی خواهیم کرد. یک نمونه اصلی از یک کشتی فرآیندی که بیش از حد پر شده است، حادثه بزرگی است که در مارس ۲۰۰۵ در پالایشگاهی در شهر تگزاس رخ داد، که در آن ۱۵ نفر کشته شدند، ۱۸۰ نفر مجروح شدند، علاوه بر عواقب ساختاری و مالی عمده، ناشی از آتش سوزی و انفجار ناشی از پر شدن بیش از حد. ما از سناریوی پالایشگاه شهر تگزاس و به طور خاص تر از "واحد ایزومریزاسیون" (ISOM) که منبع حادثه بود، به عنوان مبنایی برای بحث در مورد کیفیت شاخص پر شدن بیش از حد برای کشتی فرآیندی استفاده خواهیم کرد. این پالایشگاه قبلاً روند گذشته رویدادهای جزئی پر شدن بیش از حد را نادیده گرفته بود، با این فرض که هیچ خطری ایجاد نمی کند، اما به طور مکرر یک مانع ایمنی کلیدی را از بین می برد. این امکان را برای بحث در مورد سودمندی نشانگر از دیدگاه مدیریت ایمنی واقع بینانه، هم از دیدگاه فردی و هم از دیدگاه نمونه کارها فراهم می کند. این حادثه به ویژه برای ارزیابی اینکه آیا اطلاعات منتقل شده توسط شاخص انتخاب شده می تواند در تعیین اینکه چرا ترکیب موانع ایمنی به درستی عمل نکرده است یا خیر، مرتبط است. اما قبل از پرداختن به این موضوع، به توضیح مختصر و ساده شده ای از سیستم و اتفاقات رخ داده می پردازیم. برای توضیح دقیق تر، به عنوان مثال مراجعه می کنیم. صالح و همکاران (۲۰۱۴b)، هاپکینز (۲۰۰۸) و CSB (۲۰۰۷).

۱.۷. موانع کلیدی مربوط به بهره برداری از پالایشگاه ISOM شهر تگزاس - و آنچه اشتباه شد

شکل ۱ یک طرح ساده از اجزای اصلی واحد ISOM در پالایشگاه را نشان می دهد. رافینیت مایع به مخزن یا ظرفی به نام "برج شکاف رافینیت" که مرکز واحد است، جریان می یابد. این کشتی حدود ۵۰ متر ارتفاع دارد و جایی است که رافینیت هیور جدا می شود و قسمت هایی از رافینیت را به انبار می فرستد. این برج دارای شیشه دید و یک فرستنده سطح (سنسور) است که سطح سیال را در محدوده ۱،۵ تا ۲،۷ متر بالاتر از پایین اندازه گیری می کند، علاوه بر این دو هشدار سطح جداگانه برای نشان دادن سطح بالای مایع نصب شده است. اولین زنگ هشدار برنامه ریزی شده است تا زمانی که قرائت فرستنده در برج به ۲،۳ متر رسید به صدا درآید. زنگ دوم یک سوئیچ سطح بالا اضافی است که در سطح سیال ۲،۴ متر، مستقل از فرستنده سطح به صدا در می آید. زنگ هشدار سطح پایین یکی دیگر از هشدارهای اضافی سطح پایین است. از بالای برج، رافینیت سبکتری به بیرون می ریزد و به داخل کندانسور هوا خنک می رود و از آنجا برای ذخیره سازی فرستاده می شود یا به برج بازگردانده می شود. برای مقابله موثر با سطح بالقوه یا فشار بیش از حد، عملکردهای ناراحت کننده یا خاموش شدن، سه شیر اطمینان موازی نصب شده است. خروجی این خط به سیستم دفع منتهی می شود، یعنی «درام و پشته بادکن» و «فاضلاب». مایعات سپس به پایین ختم می شوند در حالی که گازها از طریق پشته دریچه در بالا به هوا می روند. سپس مایعات با باز کردن یک شیر بلوک دستی به فاضلاب واحد تخلیه می شوند. درام دمنده دارای شیشه دید تراز برای نظارت بر سطح و زنگ هشدار سطح بالا برای هشدار به اپراتورها در هنگام نزدیک شدن مایع به بالای یک سطح معین (یعنی پایه مهر و موم دهانه لوله دهانه غازی به زهکش) بود. صبح روز حادثه، هنگام راه اندازی، اپراتور اصلی طبق معمول شروع به پمپاژ رافینیت به داخل برج اسپلیتر کرد. طبق رویه متداول اپراتورهای کارخانه، اگرچه نقض روال رسمی راه اندازی که خواستار

حفظ سطح خواندن فرستنده ۵۰ درصد است، رافینیت به سطح فرستنده ۹۹ درصد پمپاژ شد. هنگامی که برج فراتر از نقطه تنظیم شده هشدارهای سطح بالا پر می شد، تنها یک زنگ هشدار سطح بالا فعال شد اما نادیده گرفته شد. زنگ هشدار بالای اضافی به صدا درآمد. شیشه دید سطحی قابل خواندن نبود و استفاده نمی شد. اپراتور بی اطلاع بود و ۹۹ درصد (حداکثر) خواندن فرستنده را به عنوان اندازه گیری سطح صحیح تفسیر کرد. در واقع، برج ۱٫۲ متر بالاتر از سطح بالای برد فرستنده پر شده بود. پس از پر شدن تجهیزات بخش رافینیت، روند راه اندازی و خوراک رافینیت به حالت تعلیق درآمد. برخلاف رویه، اپراتور به جای اینکه آن را در حالت "خودکار" بگذارد، یک شیر کنترل را نیز بست. قبل از خروج، اپراتور شیف شب اطلاعات ناقصی را در دفترچه ثبت اطلاعات در مورد اقدامات انجام شده و کارهایی که قرار است در شیف بعدی انجام شود، باقی گذاشت. در نتیجه، شیف اپراتور بعدی اطلاعات مناسبی در مورد وضعیت واحد دریافت نکرد. به دلیل عدم ارتباط، اپراتور جدید از پر شدن تجهیزات رافینیت در شیف قبلی بی اطلاع بود. ناظران واحدها نیز از این شرایط بی اطلاع بودند. صبح روز بعد، به دلیل ارتباط نادرست، ناظران به خدمه عملیات دستور دادند تا خوراک رافینیت را به داخل برج دوباره راه اندازی کنند. اپراتورهایی که محصولات رافینیت سنگین و سبک را کنترل می کردند هماهنگ نبودند. آنها قبل از راه اندازی دستورالعمل روشنی در مورد مسیریابی خوراک و محصول دریافت نکردند. آنها فرضیات نادرستی در مورد شرایط ایجاد کردند و در نهایت هر دو دریچه کنترل سطح (خروجی ها) را در حالی که برج به طور مداوم تغذیه می شد، بستند. برج اسپلیتر اکنون ناخودآگاه بیش از حد پر شده بود زیرا هیچ دبی خروجی یا نظارت بر سطح واقعی نداشت. در زمانی که اپراتور دمای رافینیت را در برج اسپلیتر افزایش داد، فرستنده تراز به اشتباه ۲٫۶ متر سطح سیال را نشان داد (گزارش های بررسی نشان می دهد که سطح در واقع حدود ۲۰ متر بوده و در حال افزایش است). چند ساعت بعد، پر شدن بیش از حد هنوز برای اپراتورها ناشناخته بود، آنها هنوز رفتار سیستم را اشتباه تفسیر می کردند. در نهایت منجر به سرریز مایع رافیناسیون به خط هوایی، از طریق دریچه های ایمنی ایمنی و به درون درام انفجار شد. و بدون اینکه اپراتورها بدانند، درام انفجار پر شد (آژیر سطح خاموش بود) و رافینیت از طریق پشته دریچه به هوا پرتاب شد. در زمین، بخار مشتعل شد، به احتمال زیاد از یک وانت در همان نزدیکی، که باعث یک انفجار مهیب شد. واضح است که یک سری موانع ایمنی برای جلوگیری از پر شدن بیش از حد مایع خطرناک در راه شکست خورده است. زیر را ببینید.



شکل ۱. واحد ISOM - طرح ساده شده.

۱.۱.۷. موانع ایمنی سازمانی

اپراتورها و کارکنان کنترل واحد ISOM ناکافی بودند. آنها بیش از حد کار می کردند و برای مدیریت شرایط غیرعادی راه اندازی که منجر به پر شدن بیش از حد مایع می شد، آموزش ضعیفی دیده بودند. اتاق کنترل برای نمایش نرخ خالص جریان سیال یا تشخیص رویدادهای پر شدن بیش از حد مجهز نبود. دستورالعمل‌های کافی به اپراتورها در رابطه با نحوه در نظر گرفتن خوانش جریان رافینیت ورودی-خروجی که برای موقعیت‌های پر شدن بیش از حد ضروری است و به ویژه در زمان راه‌اندازی مرتبط است، وجود نداشت. شرکت تا حد زیادی در اجرای رویه رسمی شکست خورده است (مانند تحویل ناکافی شیف، کیفیت پایین ثبت در دفترچه های ثبت نام، عدم نظارت فنی، عدم بررسی ابزار دقیق قبل از راه اندازی). همچنین سابقه محدودیت های بودجه ای وجود داشت که فعالیت تعمیر و نگهداری را به تاخیر انداخت. به طور کلی، موانع سازمانی ترویج فرهنگ ایمنی، ارائه آمادگی ایمنی کافی و آموزش اپراتور تا حد زیادی با شکست مواجه شدند.

۲.۱.۷. موانع ایمنی انسانی

اپراتورها اغلب هشدارهای موجود در واحد را نادیده می گرفتند و مراحل راه اندازی را نقض می کردند. علاوه بر این، عدم ارتباط بین اپراتورهای شیف و مدیریت در انتقال تصمیمات حیاتی، مانند تصمیم به عدم پیروی از روش رسمی راه اندازی وجود داشت. موانع انسانی مهارت، آموزش و تجربه نتوانستند حادثه پر شدن بیش از حد و مهار آن را زود تشخیص دهند.

۳.۱.۷. موانع ایمنی فنی

ابزارها به خوبی کالیبره شده بودند یا برای تشخیص سطح واقعی سیال طراحی نشده بودند. شیشه دید نیاز به تعویض داشت و آلارم های سطح بالا هم در برج و هم در درام انفجار فعال نشدند. خرابی آلارم‌های سطح به این معنی است که اپراتور هیچ هشدار در مورد سطح بحرانی سیال دریافت نکرده و از سطح قابل تشخیص فراتر رفته است. عینک دید هم قادر بود سطح مایع را در محدوده کوچکی نمایش دهد و هم طراحی ضعیفی داشت. فرستنده سطح برج قابل اعتماد نبود (مثلاً هنگامی که سیال در برج بیش از حد پر می شد، سیال را به اشتباه زیر سطح ۱۰۰٪ (۲,۴ متر) نشان می داد). از آنجایی که اپراتورها به قابلیت اطمینان این ابزار اعتماد داشتند، نمی توانستند تشخیص دهند که سیال از محدوده قابل تشخیص فرستنده فراتر رفته و به یک رویداد پر شدن بیش از حد تبدیل شده است. واحد ISOM رافینیت قابل اشتعال را در فاضلاب تخلیه کرد، با این حال، طبق دستورالعمل های صنعت، این یک عمل نایمن برای جلوگیری از پر شدن بیش از حد درام انفجار بود. سیستم فاقد نقاط غربالگری جریان سیال در داخل و خارج از تجهیزات بود. این موانع ضعیف ابزار دقیق و سیستم‌های هشدار در ترکیب با یکدیگر نتوانستند حادثه پر شدن بیش از حد را تشخیص دهند و باعث می‌شوند که پر شدن بیش از حد تا زمان انفجار شناسایی نشود.

۲.۷. ارزیابی کیفیت شاخص عملکرد ایمنی: رویدادهای خطرناک سطح مایع

رویدادی که در بالا توضیح داده شد تنها یک رویداد را نشان می دهد. آنچه مورد سوال ماست این است که آیا ثبت تعداد چنین رویدادهایی به عنوان شاخص کلیدی عملکرد ایمنی مفید است یا خیر. در زیر، کیفیت نشانگر رویداد پر شدن بیش از حد مایع خطرناک را با استفاده از معیارهای اصلاح شده SMART، که اکنون به عنوان "معیارهای STAR" نامیده می شود، ارزیابی خواهیم کرد. ما این کار را هم به صورت فردی و هم در سطح نمونه کارها انجام خواهیم داد. برای سطح پورتفولیو، ما SPIهای مرتبط پیشنهاد شده توسط گزارش بررسی حادثه (CSB 2007) را اتخاذ می کنیم. توجه داشته باشید که

فهرست پذیرفته شده از شاخص‌ها برای هدف بحث در این مقاله انتخاب شده است، به این معنا نیست که نه جامع و نه به طور کامل نماینده هر مجموعه واقعی از SPI‌های ردیابی شده توسط مدیریت تسهیلات فعلی باشد. بدیهی است که نامزدهای مرتبط دیگری وجود دارند که شامل آنها نمی شود. پرتفولیو شامل شش شاخص زیر است:

۱. میزان مرگ و میر و آسیب شخصی ۲. روزهای دور از کار ۳. رویدادهای انتشار مواد خطرناک ۴. حوادث خطرناک پر شدن بیش از حد مایعات ۵. نشانگر فشار رافینیت ۶. نشانگر سطح Raffinate
- ما معتقدیم که این مجموعه به مدیریت عملکرد ایمنی کلی در واحد ISOM پالایشگاه اختصاص دارد. هدف استفاده از اطلاعات این SPI‌ها برای مدیریت عملکرد ایمنی و جلوگیری از حوادث آینده است. بحث در مورد سودمندی شاخص، یعنی "رویدادهای خطرناک سطح سیال"، در این چارچوب ارائه شده است.

۱.۲.۷ - S - ویژگی

برای ارضای «ویژگی»، شاخص باید به طور مناسب تعریف شود. در صنایع فرآیندی، «پر شدن بیش از حد ظرف» در API 2350 (2012) یک تعریف قابل فهم و خاص داده شده است، به عنوان نقطه ای که محصول داخل یک مخزن به سطح بالایی بحرانی یعنی بالاترین سطح در مخزن که محصول می تواند بدون آن برسد، می رسد. تاثیر مضر، به عنوان مثال سرریز محصول یا آسیب مخزن (Roos and Myers 2015). اصطلاح مهم «سطح بالای بحرانی» است. API 2350 (2012) این را "سطح پر شدن بیش از حد" می نامد، که حداکثر سطح پر شدن یک محصول در یک مخزن است که از نقطه مرجع اندازه گیری اندازه گیری می شود، که بالاتر از آن هر محصول اضافی بیش از حد پر می شود و از مخزن می ریزد. مطابق با استاندارد، تمام مایعات قابل احتراق و قابل اشتعال تحت تمرکز هستند زیرا مدیریت نادرست آنها خطر ایمنی بالاتری را به همراه دارد. ما در این زمینه از آنها به عنوان "مایعات خطرناک" یا به سادگی "مایعات" یاد می کنیم.

بنابراین رویداد پر شدن بیش از حد، رویدادی است که در آن یک ظرف با مقدار مایعی که بیش از حداکثر ظرفیت است پر می شود. تمام موقعیت‌هایی که ظرف بیش از حد پر شده است یا اپراتور کنترل سطح مایع را از دست می دهد تا باعث نشت یا آسیب مخزن شود، باید برای نشانگر در فوکوس ثبت شود. این امکان ایجاد روند در فواصل ثابت را فراهم می کند، به عنوان مثال. سالانه با در نظر گرفتن سایر SPI‌های موجود در مجموعه، هیچ یک از اینها با شاخص سطح سیال خطرناک تضاد ندارند. این به طور خاص به سایر جنبه های ایمنی می پردازد. شاخص های ۱ و ۲ عمدتاً به پرسنل در محل مربوط می شوند. آنها نوع شاخص هایی هستند که ایمنی شغلی و استانداردهای محیط کار را ردیابی می کنند. آنها اطلاعات محدود مربوط به ایمنی فرآیند را ارائه می دهند. نشانگرهای ۳ و ۴ هر دو نشانگرهای عقب مانده هستند و عملکرد ایمنی گذشته را ثبت می کنند. از آنجایی که انتشار مواد مربوط به واحد ISOM دیده نمی شود، این دو نباید همپوشانی داشته باشند. اندیکاتورهای ۵ و ۶ پیشرو SPI مربوط به سلامت فرآیند در برج شکاف هستند که در زمان واقعی مدیریت می شوند. این دو حالت فعلی سیستم (فشار و سطح سیال) را منعکس می کنند و توسط اپراتورها برای تصمیم گیری کنترل کوتاه مدت استفاده می شوند. از منظر پورتفولیو، SPI‌ها به اندازه کافی مشخص هستند که کدام یک از SPI‌ها باید برای تصمیمات کوتاه مدت در مقابل بلندمدت اولویت داشته باشند و برای ردیابی دستیابی به اهداف تجاری و ایمنی استفاده شوند. نتیجه می گیریم که معیار "S" به اندازه کافی از منظر فردی و پورتفولیو برآورده می شود.

۲.۲.۷ - T - مبتنی بر زمان

شاخص ها باید روند را برای بازه زمانی معقول نشان دهند. هیل (۲۰۰۹) ادعا می کند که این انگیزه اقدامات ایمنی مناسب است. نشانگر پر شدن بیش از حد، رویدادهای رخ داده در طول دوره را شمارش می کند. سوال این است که آیا برای دوره در نظر گرفته شده، رویدادهای کافی برای ایجاد یک نرخ معنادار وجود دارد (هاپکینز ۲۰۰۹). اگر این مدت خیلی کوتاه باشد، فقدان رویدادها می تواند با اجرای دیوار صوتی اشتباه گرفته شود. از سوی دیگر، اگر زمان زیادی بدون ثبت هیچ رویدادی بگذرد، هاپکینز (۲۰۰۹) استدلال می کند که محاسبه نرخ سالانه معنی دار امکان پذیر نیست، و همچنین نمی توان از یک اتفاق نتیجه گیری کرد که ایمنی رو به وخامت است. فاصله زمانی در نظر گرفته شده باید به اندازه کافی طولانی باشد تا وضعیت ایمنی سیستم را قبل و بعد از استقرار یک مانع ایمنی نشان دهد تا مقایسه عملکرد معنی دار باشد. با توجه به API Recommended Practice 754 (۲۰۱۶)، توصیه می کند که شاخص های گزارش دهی بر اساس تعداد رویدادهای فرآیند-ایمنی-سال جاری و میانگین ۵ ساله در سطح شرکت و صنعت ارائه شود. یک میانگین ۵ ساله ممکن است طیف وسیع تری از رویدادها را به تصویر بکشد. اگرچه، با تولید رویدادهای پر شدن بیش از حد با نرخ سالانه، شناسایی نقاط پرت باید آسان تر باشد و برای ثبت یک روند کافی باشد. پورتفولیوی SPI ترکیبی از تمرکز کوتاه مدت و بلند مدت را پوشش می دهد. شاخص های ۳ و ۴ با در نظر گرفتن دستیابی به اهداف از طریق دوره های مشاهده سالانه (غیرمتوسط روند ۵ ساله نیز می تواند مرتبط باشد) تا حدی بلندمدت است، در حالی که اهداف سیاست کوتاه مدت با شاخص های ۱ و ۲ مرتبط تر است. وضعیت فعلی سیستم توسط اندیکاتورهای ۵ و ۶ مشاهده می شود، اگرچه این اطلاعات می تواند برای مدت طولانی تر و بالعکس برای سایر شاخص ها نیز مورد توجه باشد. ترکیبی از شاخص های موجود در پورتفولیو، مشاهده دستیابی به هدف عملیاتی (ایمنی فرآیند) و تأثیر تغییرات استراتژیک در ایمنی و سیاست های تجاری را تسهیل می کند. از دیدگاه نمونه کارها، دوره اندازه گیری کاملاً انعطاف پذیر است و در صورت نیاز می توان آن را تغییر داد. به طور کلی، هنگامی که شاخص پر شدن بیش از حد برای یک بازه زمانی سالانه ثبت می شود، به اندازه کافی معیار "T" را برآورده می کند.

۳.۲.۷ A - دستیابی

دستیابی به توانایی تولید اطلاعات دقیق اشاره دارد. که می تواند با عدم قطعیت در مورد تعداد رویدادهای ثبت شده به چالش کشیده شود. اساساً، تعداد رویدادها از ثبت مواردی ناشی می شود که فرستنده سطح «پر شدن بیش از حد/سطح بالا» یا با مشاهده یا زنگ هشدار دیگر را نشان می دهد. با این حال، شناسایی و تفکیک یک رویداد بیش از حد به این سادگی نیست. دلایل متعددی وجود دارد. طبق گفته سامرز و هرن (۲۰۱۰)، اپراتورها به ندرت سطوح سیال را مستقیماً ردیابی می کنند، زیرا یک رویداد "سطح بالا" خطر پر شدن بیش از حد آن تنها زمانی است که مایع به سمت تجهیزات که برای دریافت آن طراحی نشده اند، جریان یابد. این زمانی است که رویداد پر شدن بیش از حد می تواند باعث از بین رفتن مهار شود، مانند حادثه پالایشگاه شهر تگزاس. پر شدن بیش از حد ممکن است در چند دقیقه رخ دهد یا ممکن است چند ساعت طول بکشد. از آنجایی که زمان انتشار رویداد می تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد، طبقه بندی آن نامشخص می شود و مسائل مربوط به اعتبار داده ها را افزایش می دهد. علاوه بر این، علت یک رویداد «سطح بالا» سیال به حالت عملیات (یعنی راه اندازی، عادی یا غیرعادی) بستگی دارد، زیرا می تواند بر مقدار مایع انباشته شده تأثیر بگذارد (سامرز و هرن ۲۰۱۰). به عنوان مثال، سطح بالاتر در شرایط غیرعادی می تواند عمدی و ضروری برای جلوگیری از تنش تجهیزات باشد. مشخص نکردن اینکه آیا رویداد پر شدن بیش از حد در صورتی که غیرخطرناک فرض شود باید ثبت شود یا خیر. این اندیکاتور بین رویدادهای خطرناک و رویدادهای بی اهمیت پر شدن بیش از حد تفکیک نمی کند. اگرچه ممکن است مربوط به تجزیه و تحلیل باشد، اما اطلاعات

مربوط به سطوح عملیاتی، حالت های عملیاتی، سطوح ایمن پر کردن و غیره هنگام جمع آوری داده ها برای نشانگر نادیده گرفته می شود. در حادثه شهر تگزاس، اپراتورها یک سطح بالا را در برابر رویه راه اندازی تجویز شده پذیرفتند. این به دلیل کمبود اطلاعات در مورد حد پر کردن ایمن و نمایشگر سطح سیال محدوده عملکرد محدود سطح مایع بود. اما با فرض اینکه سطح رافینیت در ظرف کمتر از سطح بالا باشد. نادیده گرفتن نقش دستگاه اندازه گیری، که برای این شاخص بسیار مهم است، ممکن است نتایج نامشخص و گمراه کننده ای ایجاد کند. یک فرستنده با برد محدود یا نامطمئن می تواند منجر به عدم شناسایی رویدادهای پر شدن بیش از حد در برخی موقعیت ها شود و شاید در مواردی غیر رویدادها را شامل شود. نکته کلیدی جمع آوری اطلاعات معتبر در مورد عملکرد مانع است. اما همانطور که در صالح و همکاران ادعا شده است. (a,b ۲۰۱۴)، پیکربندی طراحی و محدودیت های تجهیزات، توانایی جمع آوری چنین اطلاعاتی با اعتبار بالا را به چالش می کشد. اساساً عدم قطعیت قابل توجه است و شاخص را در معرض درک پدیده قرار می دهد، زیرا ارزیابی این عدم قطعیت ضروری است. مقایسه روند گروه همتا با استفاده از داده های ارائه شده نادرست خطرآفرین خواهد بود. چنین شاخصی می تواند انگیزه اقدامات نادرست را ایجاد کند که به وضوح با اهداف ایمنی مطابقت ندارد. در نتیجه، به صورت فردی، شاخص معیار "A" را در راه حل طراحی فعلی برآورده نمی کند. از دیدگاه پورتفولیو، می توان بحث کرد که چگونه شاخص پر شدن بیش از حد به مجموعه داده ها به شاخص "سطح رافینیت" مرتبط می شود (شاخص ۶). اگر کیفیت هر یک از اینها خوب باشد، می توان فرض کرد که پر شدن بیش از حد تشخیص داده می شود. با این حال، برای سیستم در نظر گرفته شده این وضعیت به طور کامل نیست. با این حال، این به محدودیت ها و اولویت های بودجه نیز مربوط می شود، زیرا می توان سیستم نظارتی سطح معتبرتری را برای کشتی پیاده سازی کرد. که باعث می شود شاخص پر شدن بیش از حد معیار "A" را در سطح پورتفولیو برآورده کند.

۴/۲/۷ - ارتباط R

مرتبط بودن شاید مهمترین معیار باشد که نشان می دهد چرا باید از اندیکاتور استفاده کرد. پر شدن بیش از حد مایعات یکی از متداول ترین مواردی است که باعث نزدیک شدن به فقدان و از دست دادن حوادث مهار می شود. در صنایع شیمیایی و پتروشیمی، از دست دادن مهار یک ماده خطرناک عامل اصلی چندین حادثه بزرگ بوده است (کالینز و کیلی، ۲۰۰۳). پذیرفته شده است که رویدادهای سرریز سیال خطرآفرین است و باید زودتر مورد توجه قرار گیرد. این روشی برای سنجش اثربخشی کنترلی است که سیستم کنترل ریسک بر آن متکی است، که طبق گفته هاپکینز (۲۰۰۸) کلیدی است. بخش بالایی از رویدادهای تاریخی که توسط چانگ و لین (۲۰۰۶) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، با آتش سوزی و انفجار به پایان رسید که به طور بالقوه باعث بروز حوادث بزرگ می شد. چوکا و همکاران (۲۰۱۶) پیامدهای مختلفی را در رابطه با از دست دادن مهار در صنایع فرآیندی ارائه می کنند. رویدادهای خطرناک پر شدن بیش از حد به عنوان یک شاخص عقب ماندگی می تواند به دلیل عدم ارائه هشدارهای اولیه مورد انتقاد قرار گیرد، که نیاز به نگاهی بیشتر به عقب در زنجیره علت، علل زمینه ای و شرایط عواملی که منجر به حوادث می شود (Øien et al., 2011). با این حال، هاپکینز (۲۰۰۹) استدلال می کند که در موقعیتهایی که رویدادهای خطرناک به طور مکرر اتفاق می افتند تا نرخ معنی داری ایجاد کند، می توان از نرخ برای اندازه گیری و مدیریت ایمنی استفاده کرد. اگر رویدادها نادر باشند، چندان مرتبط نیستند، و ما ایمنی را اندازه گیری می کنیم (هاپکینز، ۲۰۰۹). برای سناریوی پالایشگاه، تعداد قابل توجهی از رویدادها را فرض می کنیم. داده های تاریخی نشان داد که برج پردازش در ۱۸ مورد از ۱۹ راه اندازی قبلی نوسانات چشمگیری را در سطح مایع تجربه کرد و حوادث پر شدن بیش از حد برج را تجربه

کرد (CSB، ۲۰۰۷). بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۵، این پالایشگاه دارای چهار انتشار جدی دیگر از درام انفجار واحد ISOM بود که ابرهای بخار در سطح زمین احتراق نشده بودند (پانل بررسی ایمنی مستقل پالایشگاه‌های BP، ۲۰۰۷). رویدادهای پر شدن بیش از حد معمولاً یک مسیر تشدید پیچیده را دنبال می‌کنند که با کمک خرابی‌های پنهان پنهان در مراحل مختلف عملیاتی، که تنها به طور ضمنی توسط نشانگر پر شدن بیش از حد آشکار می‌شود. هیچ اطلاعاتی در مورد اینکه چه چیزی، کجا و چگونه پر شدن بیش از حد اتفاق افتاده است به تحلیلگر نمی‌دهد. او باید با جمع‌آوری اطلاعات پشتیبان (یا سایر SPIها) که شرایط اساسی و شکاف‌های ایمنی را در بر می‌گیرد، به این موضوع پی ببرد. در عمل، انواع موانع ایمنی (مانند انسانی، فنی، سازمانی) می‌توانند در جلوگیری از وقوع چنین رویدادهایی نقش داشته باشند.

از منظر پورتفولیو، از آنجایی که شاخص ۶ نوع متفاوتی از اطلاعات را ارائه می‌دهد، به عنوان مثال در شرایط فعلی، نشانگر پر کردن پورتفولیو تکمیل می‌شود. نه نشانگر انتشار مواد خطرناک اطلاعات متناقضی را ارائه نمی‌دهد، زیرا پر شدن بیش از حد به طور خاص به عملکرد ایمنی کشتی اشاره دارد. این باعث می‌شود که این دو شاخص در کنار هم مرتبط تر شوند. پانل بررسی ایمنی مستقل پالایشگاه‌های BP ایالات متحده (۲۰۰۷) به این نتیجه رسید که شرکت عامل به نحوی در مقایسه با ایمنی فرآیند، توجه بیشتری به ایمنی شخصی دارد. به اشتباه بهبود نرخ آسیب‌های شخصی را نشانه‌ای از عملکرد قابل قبول ایمنی فرآیند در پالایشگاه می‌دانند. از منظر پورتفولیو، می‌توانیم فرض کنیم که تاخیر در اقدامات تعمیر و نگهداری می‌تواند به اولویت‌بندی ایمنی شخصی که توسط شاخص‌های ۱ و ۲ ترویج شده است نسبت داده شود. این نشان می‌دهد که منابع، سرمایه‌گذاری‌ها و توجه به دور از حفظ موانع جلوگیری از پر شدن بیش از حد به سرقت رفته است. ، به عنوان مثال. نصب ترانسسمیترهای قابل اعتماد سطح سیال و آموزش کافی اپراتور. پتانسیل پر کردن بیش از حد، در سطح پورتفولیو، به وضوح پشت اهداف ایمنی شخصی برای مدیریت قرار می‌گیرد، همانطور که در کاهش بودجه تعمیر و نگهداری، زیرساخت‌های تحقیق‌آمیز و عملیات کم کارکنان قابل مشاهده است (پانل بررسی ایمنی مستقل پالایشگاه BP ایالات متحده، ۲۰۰۷). این در عمل مزایا را در سطح پورتفولیو به چالش می‌کشد، اما همچنین نشان می‌دهد که چرا گنجاندن چنین شاخصی مهم است.

۳.۷. یافته‌های سناریوی پالایشگاهی

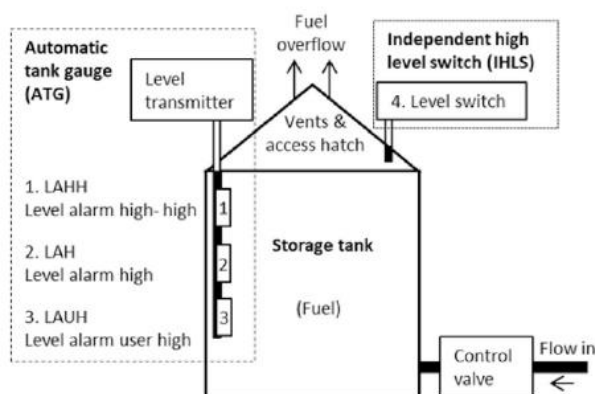
برای خلاصه کردن نتایج کلی ارزیابی کیفیت معیار STAR بالا در مورد شاخص پر شدن مایع خطرناک، متوجه می‌شویم که تنها یک معیار وجود دارد که برآورده نشده است. ارزیابی و بحث مرتبط به این نتیجه رسیدند که ویژگی معیارها، مبتنی بر زمان و ارتباط همگی راضی هستند. هم برای فردی و هم برای دیدگاه پورتفولیو. با این حال، نه معیار دستیابی، که در هر دو دیدگاه شکست می‌خورد. از این رو، به طور کلی نتیجه می‌گیریم که شاخص مورد توجه از کیفیت مناسبی برخوردار نیست. این بدان معنا نیست که نمی‌تواند مفید باشد، اما دستیابی به وضوح این را به چالش می‌کشد.

۸. ارزیابی شاخص عملکرد ایمنی در سناریوی مخزن ذخیره سازی

در بالا، نشانگر پر شدن بیش از حد در رابطه با حادثه پالایشگاه شهر تگزاس، یعنی برای زمینه کشتی فرآیندی مورد بحث قرار می‌گیرد. در این بخش، یک رویداد مشابه، یعنی حادثه پر شدن بیش از حد مخزن انبارهای Buncefield در نظر گرفته شده است. در این حادثه، دستگاه اندازه‌گیری سطح با وجود افزایش سطح سیال مخزن، سطح تغییر را نشان نمی‌دهد. این یک مورد استفاده متفاوت را نشان می‌دهد که می‌تواند با استفاده از نشانگر ردیابی شود. ما SPI را با استفاده از مورد Buncefield دوباره ارزیابی خواهیم کرد تا مشخص کنیم که آیا نتایج مشابهی در معیارهای STAR هنگام تمرکز بر مخازن ذخیره‌سازی ایجاد می‌کند یا خیر. درک وسیع تری در رابطه با استفاده از این شاخص در صنعت فرآیند ارائه می‌دهد.

۱,۸. موانع کلیدی مربوط به بهره برداری از انبار بانسفیلد - و آنچه اشتباه شد

انبار ذخیره و حمل و نقل نفت بانسفیلد مزرعه ای از چندین مخزن است که در مناطقی در بریتانیا از جمله لندن خدمات رسانی می کند. سایت عملیاتی سوخت هیدروکربنی دریافتی از طریق شبکه پیچیده ای از سه خط لوله را ذخیره می کرد. در سال ۲۰۰۵ به دلیل خرابی سیستم حفاظت از پر شدن بیش از حد، انفجار و آتش سوزی ویرانگری را تجربه کرده بود. دو مانع ایمنی اصلی در برابر پر شدن بیش از حد مخزن وجود داشت. اول، یک سیستم اندازه گیری خودکار مخزن (ATG) که سطح سوخت را روی صفحه اتاق کنترل برای نظارت اپراتورها نشان می دهد. ATG همچنین دارای آلارمهایی در ۳ سطح بعدی بود (۱) 'user high' - تنظیم شده توسط سرپرست که نشان دهنده نیاز به مداخله است، (۲) 'سطح بالا' - در سطح زیر حداکثر سطح کار مخزن، (۳) 'بالا - سطح بالا' - در سطحی بالاتر از «بالا-بالا» اما پایین تر از (IHLs (COMAH 2011). سوئیچ سطح بالا مستقل (IHLs) دومین مانعی بود که بالاتر از سطوح هشدار ATG قرار گرفت. عملکرد آن این بود که هنگامی که سوخت به سطح بالایی ناخواسته رسید، آلارم های صوتی را به صدا درآورد و به طور خودکار دریچه های خاموش کننده را به کار انداخت تا سوخت را متوقف کند. IHLs و ATG برای محافظت در برابر پر شدن بیش از حد مخزن به طور مستقل از یکدیگر عمل می کردند. موانع در شکل ۲ نشان داده شده است. در ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵، یک خط لوله شروع به تحویل سوخت به مخزن ذخیره در انبار کرد. اما ناخودآگاه ابزار نظارت بر سطح ATG ثبت افزایش سطح سوخت در اواسط تحویل متوقف شد. مانیتور به اشتباه یک خط مسطح (که نشان می دهد مخزن دیگر پر نمی شود) را در حالی که مایع به تحویل ادامه می داد نمایش داد. آلارم های ATG، وابسته به این مانیتور سطح، نمی توانند کار کنند زیرا سطح خواندن پایین تر از سطوح تنظیم شده مربوطه باقی می ماند. اولین سد ایمنی مخزن در برابر پر شدن بیش از حد از کار افتاده بود. مانع دوم، IHLs، نیز ناکارآمد بود، زیرا کسانی که سوئیچ را نصب و راه اندازی کردند، به طور کامل کارکرد آن را درک نکردند. به طوری که سوئیچ پس از آزمایش قبلی عملاً غیرقابل عمل رها شد (IHLs (COMAH 2011). غیرقابل استفاده به این معنی بود که نه زنگ آخر به اپراتورها در مورد پر شدن بیش از حد هشدار می داد و نه خاموشی خودکار عرضه سوخت فعال می شد. حداکثر ظرفیت سوخت مخزن به زودی مورد بهره برداری قرار گرفت و پس از آن سوخت اضافی از دریچه های سقف آن شروع به ریختن کرد. این سوخت در معرض یک ابر بخار سفید قابل اشتعال در محل تشکیل داد. پس از اینکه یک کارمند متوجه ابر شد، زنگ خطر را به صدا درآورد و پمپ های آب آتش نشانی راه اندازی شد. تقریباً بلافاصله، ابر بخار با انفجار بیش از حد فشار بالا مشتعل شد. پس از این انفجار، آتش سوزی پنج روزه رخ داد که در آن چهل نفر مجروح شدند، بیست مخزن سوخت را فرا گرفت و پیامدهای زیست محیطی گسترده ای داشت. حادثه پر شدن بیش از حد در ایجاد از بین رفتن کامل محفظه اولیه (یعنی واحد مخزن) مهم بود. شکست ATG در تشخیص خطر یعنی نمایشگرهای سطح همراه کننده و IHLs غیرقابل کار، علت اصلی پر شدن بیش از حد مخزن سوخت بود.



شکل ۲. مخزن ذخیره سازی Buncfield - طرح ساده شده.

۲.۸. ارزیابی کیفیت شاخص عملکرد ایمنی: رویدادهای خطرناک سطح سیال

رویدادی که در بالا توضیح داده شد یک مطالعه موردی از حادثه مخزن ذخیره برای ارزیابی سودمندی ثبت حوادث پر شدن بیش از حد برای بهبود عملکرد ایمنی ارائه می‌کند. SPI قبلاً در بخش ۷.۲ برای سودمندی آن در معیارهای STAR برای کشتی فرآیند پالایشگاه تگزاس سیتی ارزیابی شده است. با استفاده از نتایج به دست آمده از بحث قبلی، مجدداً بیان می‌کنیم که SPI بیش از حد، معیارهای «ویژگی» و «مبتنی بر زمان» را برآورده می‌کند زیرا این کیفیت‌ها مستقل از کاربرد آن هستند. در مرحله بعد، "دستیابی" شاخص باید برای مخازن ذخیره مورد بررسی قرار گیرد. همانطور که در ۷.۲ مورد بحث قرار گرفت، عدم قطعیت‌های مرتبط با بررسی اینکه آیا قرائت "سطح بالا" نشان دهنده یک رویداد واقعی پر شدن بیش از حد در پرونده کشتی فرآیند است وجود دارد. این امر در مورد مخازن ذخیره سازی نیز صدق می‌کند. در مورد بانسفیلد، تانک‌ها دارای سه سطح هشدار بودند که از پایین‌ترین زنگ هشدار «سطح کاربر» شروع می‌شد، که نیاز به مداخله انسانی را افزایش داد. با این حال، با توجه به روش‌های پر کردن ضعیف مشخص شده، اپراتورهای Buncfield از این آلام‌ها به صورت ذهنی استفاده کردند. آنها با اجازه دادن به هشدارهای سطح "سطح بالا" و حتی "بالا-بالا" که گاهی اوقات کنترل نشده اند، احتمال پر شدن بیش از حد رویداد را دست کم گرفتند (COMAH 2011). آلام‌های مانع ATG برای انجام عملکرد ایمنی مورد نظر استفاده نمی‌شد. سد خاموش IHLS نه به درستی حفظ شد و نه به وضوح درک شد. بررسی حوادث مخزن ذخیره‌سازی گذشته معمولاً به عواملی مانند تجهیزات اندازه‌گیری خطر (آژیرها و حسگرها)، سیستم گزارش‌دهی (logging) نامناسب مورد استفاده برای حوادث پر کردن بیش از حد، کار بیش از حد کارکنان و کمبود داده‌های با کیفیت اشاره می‌کند. این عوامل همراه با پیچیدگی سیستم و محدودیت‌های تجهیزات (به بخش ۷.۲ مراجعه کنید) عدم اطمینان قابل توجهی را در مورد روند شاخص اضافه می‌کنند. بنابراین، بر اساس فردی، SPI حتی برای کاربرد مخزن ذخیره‌سازی، معیار «A» را برآورده نمی‌کند. بر اساس نمونه کارها، رویدادهای پر شدن بیش از حد مخزن را می‌توان با کمک سایر شاخص‌های کیفیت شناسایی و ثبت کرد. برای «ارتباط» SPI، عواقب عملیات ردیابی شده مهم است. پر کردن مایع، عملیات اولیه ای است که در یک مخزن ذخیره سازی انجام می‌شود، اغلب چندین بار در روز. انتقال مکرر مایعات خطرناک، نظارت بر رویدادهای پر شدن بیش از حد و در نتیجه عملکرد موانع ایمنی آن را تضمین می‌کند. این امر باعث می‌شود که SPI بیش از حد برای ردیابی روند عملیات پرکردن ضعیف بسیار مرتبط باشد. مخازن ذخیره نیز در برابر پیامدهای منفی مشابه پر شدن بیش از حد مایع آسیب پذیر هستند که برای مخازن فرآیند در ۷.۲ مورد بحث قرار گرفته است. در سطح پورتفولیو، شاخص ممکن است بسته به اصول تصمیم‌گیری

مدیریت و ریسک پذیری، اولویت بندی منابع کمتر یا بیشتر را دریافت کند. همانطور که در گزارش تحقیق (COMAH ۲۰۱۱) مشهود است، در حادثه بانسفیلد، این اندیکاتور توسط مدیریت و اپراتورها به طور یکسان نادیده گرفته شد. در این بیانیه آمده است که نقص مانیتور سطح تانک که ۱۴ بار در سه ماه قبل از حادثه گیر کرده بود، فقط با رفع سریع درمان شد. مدیریت و کارکنان اهمیت نظارت بر روندهای کلیدی ایمنی را نادیده گرفته بودند و بعداً با عواقب آن مواجه شدند. بنابراین، به صورت مستقل و همچنین بر اساس نمونه کارها، SPI معیار "R" را برآورده می کند.

۳.۸. یافته های انبار مخزن سوخت

برای خلاصه کردن ارزیابی معیارهای STAR در مورد نشانگر پر شدن بیش از حد مایع خطرناک، مجدداً فقط معیار "A" برای کاربرد مخزن ذخیره برآورده نمی شود. این شاخص از منظر فردی و نمونه کارها خاص، به موقع و مرتبط است. این مطالعه موردی زمینه وسیع تری برای سودمندی SPI در زمینه های مختلف فراهم می کند. در حالی که سودمندی شاخص را می توان از جنبه «دستیابی» به چالش کشید، همه معیارهای دیگر، به ویژه «ارتباط»، در حمایت از ارزشی است که می تواند برای مدیریت عملکرد مانع ایمنی ایجاد کند.

۹. نتیجه گیری

کیفیت یک شاخص عملکرد ایمنی به استفاده بالقوه از آن برای شناسایی چالش های ایمنی برای سیستم در نظر گرفته شده مربوط می شود. این با ارائه اطلاعاتی که قبلاً توسط شاخص های دیگر تولید نشده است، و به این ترتیب مجموعه SPI را تکمیل می کند. شاخص های تعریف شده و درک درست می تواند به شرکت ها اطمینان دهد که موارد درست مدیریت و ردیابی می شوند (API Recommended Practice 754:2010). در این مقاله به استفاده از معیار SMART برای ارزیابی کیفیت می پردازیم. این پنج معیار اساسی را پوشش می دهد که فرض می شود برای یک زمینه کلی شاخص عملکرد کلیدی متمرکز هستند. معیارهای SMART طیف وسیعی از جنبه ها را پوشش می دهند که ما در نظر گرفته ایم. یکی یکی. هم به صورت فردی و هم از دیدگاه سیستمی (پورتفولیو). به طور کلی، ما معیارها را قابل اجرا می دانیم، و باید برای ارزیابی کلی کیفیت SPI، به جز جنبه «M» لحاظ شوند. این، صرف نظر از اینکه حرف "M" به "قابلیت اندازه گیری" یا "قابلیت مدیریت" اشاره دارد. در هر یک از معیارها، چهار معیار دیگر در نظر گرفته شده است. ما ادعا می کنیم که "M" را می توان به طور موثر برای ارزیابی فردی و نمونه کارها حذف کرد. بنابراین، پیشنهاد می کنیم در عوض، هنگام برخورد با شاخص های مرتبط با اهداف تجاری ایمنی، از مخفف زیر استفاده کنید:

"STAR": "ویژگی" - "مبتنی بر زمان" - "دستیابی" - "ارتباط".

معیارهای ارائه شده توسط این چهار حرف به عنوان مبنایی برای ارزیابی کیفیت SPI پیشنهاد شده است. برای نشان دادن کاربرد، ما یک شاخص بالقوه به نام: رویدادهای خطرناک پر شدن مایعات را ارزیابی کرده ایم. ارزیابی عدم قطعیت قابل توجهی را در رابطه با تولید اعداد دقیق SPI شناسایی می کند و بنابراین SPI در معیار «دستیابی» شکست می خورد. عدم قطعیت، اگرچه مشخص می شود که شاخص هم خاص، هم مبتنی بر زمان و هم بسیار مرتبط است، اما سودمندی را به چالش می کشد. بدون ارائه دقت کافی، استفاده از آن برای تصمیم گیری آگاهانه و مدیریت کسب و کار ایمنی دشوار است. با این حال، با استفاده از چنین شاخصی، این شانس وجود دارد که بتوان «بالای کوه یخ» را دید و بر اساس آن برای بهبود موانع عمل کرد. علاوه بر این، از آنجایی که شاخص بسیار مرتبط دیده می شود، این می تواند انگیزه اقداماتی برای دستیابی به آن باشد. همانطور که پالایشگاه شهر تگزاس در سال ۲۰۰۵ و حادثه انبار بانسفیلد نشان داد، پر کردن بیش از حد به وضوح نشان دهنده یک

خطر است. شاخص پر شدن بیش از حد مایع خطرناک ارزیابی شده با یک نگرانی مشترک ایمنی در بین صنایع نفت، پتروشیمی و گاز طبیعی، و همچنین هسته ای، اساساً هر صنعتی که سیالات خطرناک را کنترل می کند، یعنی خطر از دست دادن مهار، مرتبط است. با این حال، بحث در مورد کیفیت و سودمندی محدود به چارچوب و سیستم خاص در نظر گرفته شده است و بنابراین به طور خودکار به هیچ سیستم فرآیند دیگری قابل انتقال نیست. حتی برای سایر پالایشگاه ها نیز نتیجه گیری می تواند متفاوت باشد. با این وجود، استفاده از معیارهای STAR اساساً برای هر صنعت و سیستمی که ایمنی محور باشد، قابل اجرا است.

منابع و مراجع

۱. I: Safety and Reliability: Methodology and Applications: Proceedings of the European safety and reliability Conference, ESREL 2014, Poland, 14–18 september ۲۰۱۴. Taylor & Francis. ISBN 978-1-138-02681-0. s. 1439–1446. I: Safety and Reliability: Methodology and Applications: Proceedings of the European safety and reliability Conference, ESREL 2014, Poland, 14–18 september 2014. Taylor & Francis. ISBN 978-1-138-02681-0. s. 1439. ۱۴۴۶–
۲. API 2350, 2012. Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities, fourth ed. Petroleum Institute (API). API Recommended Practise 754, 2010. Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries, first ed.
۳. API Recommended Practise 754, 2016. Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries, second ed.
۴. Aven, T., Vinnem, J.E., 2005. On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry. Reliab. Eng. Syst. Saf. 90, 15–24.
۵. Badawy, M., Abd El-Aziz, A.A., Idress, A.M., Hefny, H., Hossam, S., 2016. A survey on exploring key performance indicators. Future Computing and Informatics Journal 1 (۲-۱), ۴۷–۵۲.
۶. Bansal, S., Saadalla, N., Selvik, J.T., Abrahamsen, E.B., 2020. Development of a bivariate machine-learning approach for decision-support in offshore drilling operations. In: Proceeding of the 2020 European Safety and Reliability and Conference, Venice, Italy, November 1-6, 2020.
۷. Bellamy, L., Sol, V.M., 2012. A Literature Review on Safety Performance Indicators Supporting the Control of Major Hazards”. RIVM Report 620089001/2012. National Institute for Public health and the Environment.
۸. Better Regulation Task Force, 2000. Principles of Good Regulation. Cabinet Office, London.
۹. Bjørnsen, K., Selvik, J.T., Aven, T., 2019. A semi-quantitative assessment process for improved use of the expected value of information measure in safety management. Reliab. Eng. Syst. Saf. 188, 494–502.
۱۰. Bratvold, R.B., Begg, S.H., 2010. Making Good Decisions. Society of Petroleum Engineers, Richardson, TX, USA.
۱۱. Bratvold, R.B., Bickel, J.E., Lohne, H.P., 2007. Value of Information in the Oil and Gas Industry: Past, Present and Future. In: SPE Paper 110378, Presented at the SPE Annual Technical Conference, Anaheim, CA, USA.
۱۲. Chang, J., Lin, C.-C., 2006. A study of storage tank accidents. J. Loss Prev. Process. Ind. 19. ۵۹–۵۱,
۱۳. Chuka, C.E., Freedom, I.H., Anthony, U., 2016. Risk assessment and consequence evaluation of loss of containment in process industries. International Journal of Modern Studies in Mechanical Engineering 2 (1), 14–2۸.
۱۴. Collins, A., Keeley, D., 2003. Loss of Containment Incident Analysis. Health & Safety Laboratory.
۱۵. COMAH- Control of Major Accident Hazards, 2011. Buncefield: why did it happen? Health and safety executive UK. <https://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf>.

۱۶. CSB – Chemical Safety and hazard investigation Board, U. S, 2007. Investigation Report, Refinery Explosion and Fire, BP-Texas City, Texas, March 23, 2005. CSB. Report no. 2005-04-I-TX.
۱۷. Doran, G.T., 1981. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Manag. Rev.* 70, 35–36.
۱۸. Elhuni, R.M., Ahmad, M.M., 2017. Key Performance Indicators for sustainable production evaluation in oil and gas sector. *Procedia Manufacturing* 11, 718–724.
۱۹. EN 15341, 2019. Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators. European Standards (EN).
۲۰. Galligan, F., Barry, T., Crawford, D., Howe, D., Maskery, C., Ruston, A., Spence, J., ۲۰۰۰. Advanced PE for Edexcel Student Book. Heinemann Educational Publishers, Oxford, UK.
۲۱. Hale, A., 2009. Editorial special issue on process safety indicators. *Saf. Sci.* 47, 459.
۲۲. Hokstad, P., Vatn, J., Aven, T., Sørsum, M., 2004. Use of Risk Acceptance Criteria in Norwegian Offshore Industry: Dilemmas and Challenges. *Risk Decision and Policy* (July).
۲۳. Hopkins, A., 2008. Failure to Learn: the BP Texas City Refinery Disaster. CCH Australia, Reprint edition. July 1.
۲۴. Hopkins, A., 2009. Thinking about process safety indicators. *Saf. Sci.* 47 (4), 460–465.
۲۵. IOGP – The International Association of Oil and Gas Producers, 2016. Standardization of Barrier Definitions. Report 544, Supplement to Report 415.
۲۶. IOGP – The International Association of Oil and Gas Producers, 2018a. Asset Integrity– the Key to Managing Major Incident Risks. Report 415.
۲۷. IOGP – The International Association of Oil and Gas Producers, 2018b. Process Safety– Recommended Practise on Key Performance Indicators. Report 456.
۲۸. ISO 14224, 2016. Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries — Collection and Exchange of Reliability and Maintenance Data for Equipment.
۲۹. ISO 17776, 2016. Petroleum and Natural Gas Industries — Offshore Production Installations — Major Accident Hazard Management during the Design of New Installations. ISO 41011, 2017. Facility Management — Vocabulary.
۳۰. Jansen, M., 2015. Shell maintenance excellence. In: SPE-177964. Presented at the Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, Abu Dhabi, UAE, 9-12 November ۲۰۱۵.
۳۱. Kaganski, S., Toompalu, S., 2017. Development of key performance selection index model. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 82,(۱) ۳۳.۴۰–
۳۲. Kaplan, R.S., Norton, D.P., 1996. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action, 1st. edition. Harvard Business Review Press, Boston, MA, USA.
۳۳. Kaufman, R., Oakley-Browne, H., Watkins, R., Leigh, D., 2003. Strategic Planning for Success: Aligning People, Performance, and Payoffs. Jossey-Bass/Pfeiffer (by John Wiley & Sons, Inc.), San Francisco, CA.
۳۴. Kavanagh, D., 2013. Advantage – A Roadmap for Entrepreneurs and Leaders in the Digital Age, Kindle edition. Published by Declan Kavanagh. <http://intelligentorg.com/wp-content/uploads/2013/11/@Note-10-SMART-squared.pdf>.

۳۵. Kongsvik, T., Johnsen, S.Å.K., Sklet, S., 2011. Safety climate and hydrocarbon leaks: an empirical contribution to the leading-lagging indicator discussion. *J. Loss Prev. Process. Ind.* 24 (4), 405–411.
۳۶. Lawlor, K.B., Hornyak, M.J., 2012. SMART goals: how the application of SMART goals can contribute to achievement of student learning outcomes. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning* 39, 259–267.
۳۷. Leveson, N., 2015. A systems approach to risk management through leading safety indicators. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 136, 17–34.
۳۸. Longhi, A.E.B., Pessoa, A.A., de Almada Garcia, P.A., 2015. Multiobjective optimization of strategies for operation and testing of low-demand safety instrumented systems using a generic algorithm and fault trees. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 142, 525–538.
۳۹. Matheson, D., Matheson, J., 1998. *The Smart Organization – Creating Value through Strategic R&D*. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA.
۴۰. NORSOK D-010, ۲۰۱۳. Well Integrity in Drilling and Well Operations, fourth ed.
۴۱. OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development, 2008. *Guidance on Developing Safety Performance Indicators Related to Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*, second ed. Series on chemical accidents no. ۱۹.
۴۲. Øien, K., Utne, I.B., Herrera, I.A., 2011. Building safety indicators: Part 1 – theoretical foundation. *Saf. Sci.* 49 (2), 148–161, ۲۰۱۱.
۴۳. Parida, A., Chattopadhyay, G., 2007. Development of a multi-criteria hierarchal framework for maintenance performance measurement (MPM). *J. Qual. Mainten. Eng.* ۱۳ (۳), ۲۴۱–۲۵۸.
۴۴. Parida, A., Kumar, U., 2006. Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges. *J. Qual. Mainten. Eng.* 12 (3), 239–251.
۴۵. Payne, S.C., Bergman, M.E., Beus, J.M., Rodríguez, J.M., Henning, J.B., 2009. Safety climate: leading or lagging indicator of safety outcomes? *J. Loss Prev. Process. Ind.* ۲۲, ۷۳۹–۷۳۵, (۶)
۴۶. Peng, W., Sun, T., Rose, P., Li, T., 2007. A semi-automatic system with an iterative learning method for discovering the leading indicators in business processes. In: *Proceedings of the 2007 International Workshop on Domain Driven Data Mining*, ACM. San Jose, CA, USA — August 12–15.
۴۷. PSA – Petroleum Safety Authority Norway, 2013. *Principles for Barrier Management in the Process Industries*.
۴۸. RapidBI, 2016. Writing SMARTer objectives and goals. Uploaded. <https://rapidbi.com/writesmartobjectives/>. (Accessed 2 May 2016).
۴۹. Roos, C.J., Myers, P.E., 2015. *The Engineer's Guide to Overfill Prevention*. Emerson Process Management.
۵۰. Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill Inc.
۵۱. Saleh, J.H., Marais, K.B., Favaro, F.M., 2014a. System safety principles: a
۵۲. multidisciplinary engineering perspective. *J. Loss Prev. Process. Ind.* 29, 283–294.
۵۳. Saleh, J.H., Haga, R.A., Favaro, F.M., Bakolas, E., 2014b. Texas City refinery accident: case study in breakdown of defense-in-depth and violation of the safetydiagnosability principle in design. *Eng. Fail. Anal.* 36, 121–133.
۵۴. Selvik, J.T., Abrahamsen, E.B., 2015. A review of safety valve reliability using failure fraction information. In: *Proceedings of the 25th European Safety and Reliability Conference*, Zurich, Switzerland, pp. 7–10. September ۲۰۱۵.

۵۵. Selvik, J.T., Stanley, I., Abrahamsen, E.B., 2020. SMART criteria for quality assessment of key performance indicators used in the oil and gas Industry. *Int. J. Perform. Eng.* 16. ۱۰۰۷-۹۹۹, (۷)
۵۶. Smart, K., Blakey, K., 2014. Achieving maintenance excellence in Maersk oil Qatar. IPTC 17623 .In: *Proceedings of the International Petroleum Technology Conference (IPTC)*. Doha, Qatar, pp. 20-2۲. January ۲۰۱۴.
۵۷. Smith, R., Mobley, R.K., 2008. Chapter 6 – Key Performance Indicators. *Rules of Thumb for Maintenance and Reliability Engineers*. Butterworth-Heinemann, pp. 89-۱۰۶.
۵۸. Summers, A.E., Hearn, W., 2010. Overfill protective systems—complex problem, simple solution. *Process Saf. Prog.* 29 (4), 283-287.
۵۹. Swuste, P., Theunissen, J., Schmitz, P., Reniers, G., Blokland, P., 2016. Process safety indicators, a review of literature. *J. Loss Prev. Process. Ind.* 40, 162-1۷۳.
۶۰. Tamim, N., Laboureur, D.M., Mentzer, R.A., Hasan, A.R., Mannan, M.S., 2017.
۶۱. A framework for developing leading indicators for offshore drillwell blowout incidents. *Process Saf. Environ. Protect.* 106, 256-2۶۲.
۶۲. The BP US Refineries Independent Safety Review Panel, 2007. The report of the BP US refineries independent safety review panel. Downloaded 7 August 2020, from: <http://sunnyday.mit.edu/Baker-panel-report.pdf>.
۶۳. Vinnem, J.E., 2012. On the analysis of hydrocarbon leaks in the Norwegian offshore industry. *J. Loss Prev. Process. Ind.* 25 (4), 709-7۱۷.
۶۴. Vukomanovic, M., Radujkovic, M., 2013. The balanced scorecard and EFQM working together in a performance management framework in construction industry. *J. Civ. Eng. Manag.* 19 (5), 683-695.
۶۵. Waite, P., 2013. Recurring accidents: overfilling vessels. *Chem. Eng. Lond.* 861, 40-۴۴.
۶۶. Wood, D.A., 2016. Asset portfolio multi-objective optimization tools provide insight to value, risk and strategy for gas and oil decision makers. *J. Nat. Gas Sci. Eng.* 33, 196-216.