

## اثرات اجرای شناسایی مخاطرات فرآیندی در پتروشیمی شهید تندگویان به منظور ارتقا نرخ تولید

مرضیه سادات نی‌بند<sup>1</sup>، علیرضا مولی‌زاده<sup>2</sup>

<sup>1</sup>عضو هیات علمی گروه شیمی، دانشگاه پیام نور

<sup>2</sup>کارشناس ارشد مدیریت ساخت و نصب، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران

دریافت: 94/6/7 پذیرش: 94/12/7

### چکیده

هدف از این تحقیق بیان اهمیت و اثربخشی اجرای تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی<sup>1</sup> در واحدهای عملیاتی در زمان فعالیت آنها می‌باشد. از اینرو تحقیق از دو بخش مهم مشتمل بر ارزیابی و بهبود نرخ تولید تشکیل شده است. در بخش ارزیابی با استفاده از اطلاعات استخراج شده اثربخشی اجرای مرحله اول تکنیک بر ایمنی محیط و بهبود بهره‌وری واحد عملیاتی پلی اتیلن ترفتالات<sup>2</sup> بررسی و در بخش اجرای مجدد تکنیک با تمرکز بر نقاط حساس واحد پلی اتیلن ترفتالات تعداد 24 پتانسیل خطر شناسایی و مواردی که منجر به بروز حادثه و افزایش تولید ضایعات گردیده را نیز از طریق توزیع پرسشنامه در سطوح مختلف شرکت و جمع‌آوری نظرات افراد باتجربه و پس از تجزیه و تحلیل آنها برخی توصیه‌ها و اقدامات پیشگیرانه ارائه می‌گردد.

**کلمات کلیدی:** شناسایی مخاطرات فرآیندی، پتانسیل خطر، توصیه‌ها، مدیریت ریسک، گره.

### مقدمه

در حال حاضر تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی روشی جهت شناسایی خطرات بدون انتظار وقوع یک حادثه است [1].

با توجه به تجربه بیش از یک دهه فعالیت در واحدهای پلی استری بویژه در مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان یکی از بزرگترین تولیدکننده‌های اسید ترفتالیک خالص<sup>3</sup> و پلی اتیلن ترفتالات در خاورمیانه، همچنین تجربه حاصل شده در مراحل ساخت، نصب تجهیزات، پیش‌راه‌اندازی و راه‌اندازی مجتمع که در این

<sup>1</sup> Hazop Study

<sup>2</sup> PET-1

<sup>3</sup> PTA



رهگذر نیز شاهد تجربه حوادث تلخی مانند فوت همکاران بوده ام باعث شکل گیری برخی سوالات از جمله دلایل وقوع چنین حوادث تاسف بار که هر از گاهی نیز تکرار می گردد چه می تواند باشد؟ آیا تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی قادر به تشخیص و کاهش خطرات فعالیت‌های واحد عملیاتی می‌باشد؟ با آموزش و آشنایی با موضوع مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی تصمیم به اجرای مجدد تکنیک مذکور در کارخانه پلی اتیلن ترفتالات به منظور شناسایی خطرات بالقوه، زیست محیطی و بهبود نرخ تولید و ارائه راهکارهای عملیاتی مناسب جهت کاهش و یا حذف پتانسیل خطر شناسایی شده گردید. شایان ذکر است بر اساس استاندارد ایزو 17776 بهترین زمان جهت اجرای تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی در مرحله اول طراحی می‌باشد [2].

مدیریت ریسک با توجه به خط مشی سازمان و ارزشیابی ریسک مورد تایید مدیریت ارشد باید اندازه گیری و از طریق روش مورد تایید سازمان انجام گردد. با توجه به سیستم مدیریت ایمنی فرآیند پیشنهاد می‌گردد نسبت به شناسایی و ارزیابی خطرات فرآیندی در مراحل نصب، پیش راه اندازی، راه اندازی و بهره برداری صورت پذیرد و در صورت انجام هر گونه تغییرات در فرآیند، تکنولوژی و تجهیزات مستندات تغییرات جهت جلوگیری از خطرات ناشی از تغییرات تهیه گردد. برخی از ریسک‌های ناشی از تغییرات بسیار ناچیز بوده و اثرات زیان بار نداشته لیکن برخی دیگر اثرات زیان بار و خسارات جبران ناپذیر بجا می گذارند که لازم است برای آنها تدابیر لازم را اتخاذ نمود.

با مقایسه سناریو حوادث در کشورهای مختلف بدون در نظر گرفتن وضعیت توسعه آنها، بیانگر وجود برخی عوامل مشترک بین حوادث به وقوع پیوسته می‌باشد. آنالیز این حوادث به عواملی از قبیل خطای انسانی، اعتماد خیلی زیاد به تجهیزات، مشکلات طراحی در واحدهای عملیاتی و فقدان واحد ایمنی، بهداشت، محیط زیست<sup>1</sup> اشاره دارد [3].

مهمترین فاکتور در ایمنی سیستم و مدیریت ریسک شناسایی و کاهش پتانسیلهای خطر می‌باشد. برای کنترل و مهار موفقیت آمیز خطرات می بایست درک درستی از خطرات و نحوه برخورد و چگونگی شناسایی آنها داشته باشیم.

در سال‌های اخیر، نبود ایمنی به یکی از موارد و مشکلات خیلی مهم در طراحی و بهره‌برداری از واحدهای عملیاتی تبدیل شده است. اول به دلیل پیچیدگی اغلب فرآیندها در واحدهای عملیاتی مدرن، تغییرات اساسی استراتژی‌های کنترل، و ارتقا متعدد قابلیت‌های فرایند است که همگی منجر به افزایش مشکلات بهره برداری می گردند دوم به دلیل حوادثی که همه ساله در سراسر دنیا شاهد آن هستیم و باعث تلفات جانی، مشکلات زیست محیطی و از دست رفتن تولید می‌شوند. امکان بهبود ایمنی واحدهای عملیاتی در مراحل طراحی و بهره برداری وجود دارد در صورتی که توجه لازم به آنالیز شناسایی مخاطرات فرآیندی صورت پذیرد [4].

<sup>1</sup> Healthy Safety Environmental (HSE)

## مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی

مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی، مخفف مطالعات خطرات فرآیندی که در دهه 1960 میلادی توسط شرکت آی سی آی به عنوان تکنیک و روشی جهت شناسایی پتانسیل خطرات و مشکلات فرآیندی در طراحی‌های جدید واحدهای شیمیایی و پتروشیمی (فرایند تولید مرحله‌ای و پیوسته) ارائه گردید. همچنین تکنیک مذکور برای هرگونه تغییرات و اصلاحات فرآیندی مورد استفاده قرار گرفته و عمدتاً به عنوان بخشی از استراتژی مدیریت ریسک بکار می‌رود. تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی متشکل از یک گروه توانمند و دارای تخصص و تجربه بالا می‌باشد که به صورت سیستماتیک فرایند یک واحد را مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد و با شناسایی پتانسیل خطرات و مشکلات عملیاتی نسبت به ثبت انحرافات از شرایط عملیاتی ایمن اقدام می‌نماید. معمولاً خروجی آن یک گزارش شناسایی مخاطرات فرآیندی است که مشتمل بر کلیه انحرافات، دلایل و پیامدهای آنها بر عملکرد تجهیزات، آنالیز پیامدها، شرایط استحفاظی پیش‌بینی شده و پیشنهادات ارائه شده می‌باشد. بررسی‌های شناسایی مخاطرات فرآیندی جهت مدیریت ریسک در طراحی و ساخت قابل استفاده می‌باشند.

شناسایی مخاطرات فرآیندی تکنیکی برای شناسایی خطرات و مشکلات موثر بر کارایی بهره‌برداری از واحدهای عملیاتی می‌باشد. هرچند در کارخانجات با فرآیند پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد لیکن با تغییراتی امکان استفاده در کارخانجات دارای فرآیند غیر پیوسته نیز هست [1].

شناسایی مخاطرات فرآیندی به صورت سیستماتیک به همراه تکیه بر مهارت و تجربه اعضا تیم نسبت به شناسایی خطرات بالقوه و مشکلات عملیاتی کارخانه اقدام می‌نماید. با بررسی تکنیکی می‌توان ریسک‌های طراحی و نصب و نگرانی‌ها در ارتباط با انحرافات از طراحی مورد انتظار و بهره‌برداری فرآیند را مدیریت نمود [5].

## اصطلاح‌های کاربردی

بر اساس سازمان مهندسی مواد و شیمیایی، فرآیند بصورت سیستماتیک بوده از اینرو تعریف اصطلاحات کاربردی مفید خواهد بود:

مطالعه گره‌ها<sup>1</sup>: محل‌های مشخص شده بر روی خطوط لوله، نقشه‌های ابزار دقیق و دستورالعمل‌ها به منظور بکارگیری پارامترهای فرآیند و استخراج انحرافات از طراحی.

هدف طراحی<sup>2</sup>: انتظارات عملکردی از واحدهای عملیاتی و بهره‌برداری هنگامیکه انحراف وجود نداشته باشد را مشخص می‌کند.

انحرافات<sup>3</sup>: تغییر از مسیر انتظارات ما از بهره‌برداری و واحدهای عملیاتی که در اثر بکارگیری کلمات راهنما شناسایی و استخراج می‌شوند، مثل فشار بالا.

عوامل<sup>1</sup>: دلایل وقوع انحرافات را مشخص می‌کند.

<sup>1</sup> Study Nodes

<sup>2</sup> Intention

<sup>3</sup> Deviations



کلمات راهنما 2: کلمات ساده ای که به منظور تعیین میزان و کیفیت مورد انتظار ما از فرآیند و مساعدت در شناسایی انحرافات احتمالی می‌باشند [6].

## روش تحقیق

### شرح مختصری از فرآیند تولید پلی اتیلن ترفتالات

شرکت ملی صنایع پتروشیمی<sup>3</sup> جمهوری اسلامی ایران یکی از بزرگترین شرکت‌ها در سراسر جهان است که مسئول تولید مواد شیمیایی و پلیمری است. امروز NPC دومین تولید کننده بزرگ و صادر کننده محصولات پتروشیمی در خاورمیانه است و در طول این سال‌ها نه تنها به گسترش دامنه و حجم محصولات خود (به خصوص پلیمر)، بلکه در زمینه‌هایی همچون پژوهش و فن‌آوری برای رسیدن به اهداف خود و تولید محصولات با کیفیت بالاتر تلاش نموده است. یکی از شرکت‌های تابعه شرکت پتروشیمی شهید تندگویان<sup>4</sup> است که بزرگترین تولیدکننده اسید ترفتالات خالص و پلی اتیلن ترفتالات در خاورمیانه است:

پلی اتیلن ترفتالات رزین گرمانرم خانواده پلی استر است که جهت تهیه بطری نوشابه، غذا و دیگر ظروف مایع، الیاف مصنوعی، همچنین برای برخی کاربردهای حرارتی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. گرید الیاف آن نیز یکی از مهم ترین مواد خام مورد استفاده در تهیه البسه، فرش و موکت می‌باشد. با توجه به نوع فرآیند و اعمال حرارتی صورت گرفته در طول فرآیند تولید محصول، دو نوع گرید چپس آمورف (شفاف) و نیمه کریستال (مات و سفید) به دست می‌آید که حاصل سنتز واکنش استریفیکاسیون بین اتیلن گلیکول و دی متیل ترفتالات می‌باشد. تولید پلی استر در دو مرحله متوالی صورت می‌پذیرد:

1. دی گلایکول ترفتالات<sup>5</sup>: حاصل واکنش استریفیکاسیون بین اسید ترفتالیک خالص و اتیلن گلایکول می‌باشد.

2. پلیمریزاسیون تراکمی دی گلایکول ترفتالات و تولید محصول پلی اتیلن ترفتالیک به همراه اتیلن گلایکول

فرآیند تولید به صورت پیوسته از تزریق مواد خام شروع و تا مرحله خروج محصول نهایی عمل می‌کند. تشکیل پلی اتیلن ترفتالات در کارخانه به چهار مرحله فرآیند متوالی تقسیم شده است که در هر مرحله از فرآیند پیشرفت واکنش بر اساس شرایط عملیاتی موجود و تعریف شده به مرحله و درجه مشخص ارتقا پیدا می‌کند. چهار مرحله پیوسته به ترتیب شامل استریفیکاسیون مرحله اول، استریفیکاسیون مرحله دوم، پیش پلیمریزاسیون و پلیمریزاسیون می‌باشد.

<sup>1</sup> Causes

<sup>2</sup> Guide Words

<sup>3</sup> NPC

<sup>4</sup> STPC

<sup>5</sup> DGT

## دستورالعمل مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی

در روش مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی با استفاده از بررسی سیستماتیک طراحی فرایند، خطرات بالقوه و مشکلات ناشی از عملکرد انحراف از اهداف طراحی شناسایی شده و یک تیم چند لایه متشکل از افراد متخصص در زمینه مهندسی، ایمنی، ابزار دقیق، بهره برداری و تعمیر و نگهداری تشکیل می‌گردد. در این تکنیک تیم توسط یک فرد متبحر رهبری و نتایج ثبت می‌گردد.

تیم بر اساس برنامه ریزی صورت گرفته نسبت به بررسی نقاط خاص از طراحی که قبلا در نقشه‌های لوله کشی و ابزار دقیق<sup>1</sup> به گره‌ها<sup>2</sup> تقسیم بندی شده می‌پردازند. در مطالعه هر گره، انحراف<sup>3</sup> از پارامترهای فرآیند (به عنوان مثال، جریان، فشار، دما، و غیره) با استفاده از کلمات راهنما<sup>4</sup> مورد بررسی قرار می‌گیرند. کلمات راهنما برای اطمینان از اینکه طراحی در هر مسیر ممکن و قابل تصور تحت بررسی قرار گرفته استفاده می‌شوند. تیم انحرافات متعددی را شناسایی می‌کنند و هر کدام از انحرافات کلیه علل احتمالی<sup>5</sup> و پیامدهای<sup>6</sup> بالقوه آن نیز مشخص و بررسی می‌گردند. کلمات راهنما برای شناسایی انحرافات است که می‌تواند با تاثیر بر روی سیستم منجر به جراحت، آسیب تجهیزات، و یا از دست دادن تولید گردد.

انحراف = کلمات راهنما + پارامترهای فرآیند

ترکیبی از کلمات راهنما و پارامترهای فرآیندی باعث شناسایی انحراف قابل اجرا می‌شود. به عنوان مثال، «کمتر» همراه با «فشار» به معنای فشار پایین تر است. در جدول شماره 1 به تشریح کلمات راهنما و پارامترهای مورد استفاده در مطالعه پرداخته شده است.

نگرانی اصلی تیم، شناسایی خطرات بالقوه و مشکلات عملکردی است که احتمال انتشار ترکیبات هیدروکربن و سایر خطرانی که منجر به جراحات پرسنل و همچنین مشکلات عملیاتی و بهره برداری که تاثیر بر عملکرد سیستم تجهیزات فعال را دارد. بصورت کلی هر گونه پتانسیل خطری که احتمال آسیب رساندن به محیط زیست، از دست دادن تولید و پرسنل را داشته باشند را شناسایی می‌شوند.

## پیش فرض‌ها

- ✓ لوله کشی و تجهیزات نصب شده مطابق با نقشه‌های P & ID است.
- ✓ فقط انحرافات که دلائل و علل قابل توجه داشته و پیامدهای زیاد دارند مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.
- ✓ جریان، فشار، دما، سطح، جریان معکوس و آلودگی مورد بررسی جامع قرار گرفته و در صورت تشخیص تیم پارامترهای دیگر بررسی و بکار برده می‌شوند.

<sup>1</sup> Piping And Instrument Diagram P&ID

<sup>2</sup> Nodes

<sup>3</sup> Deviation

<sup>4</sup> Guidewords

<sup>5</sup> Causes

<sup>6</sup> Consequences



- ✓ کلیه عوامل در گره‌ها محدود و مشخص هستند. بصورت کلی عوامل پایین دست و بالادست موثر در فرآیند در نظر گرفته شده اند.
- ✓ پیامدها در گره محدود نمی‌باشند.
- ✓ صرفاً اولین تاثیر حوادث در نظر گرفته می‌شود به عنوان نمونه توقف تجهیزات یا خطای انسانی.

### شدت حادثه

شدت حادثه براساس صدمه به قربانیان ساکن در منطقه، کارمندان شرکت، توقف تولید یا تولید ضایعات، و آسیب رسیدن به تجهیزات تقسیم بندی شده و در جدول شماره 2 نشان داده شده است.

### احتمال وقوع حادثه

احتمال وقوع حادثه به سه بخش به شرح جدول شماره 3 تقسیم می‌شود.

### ماتریس ریسک

ماتریس (رتبه) ریسک از ترکیب شدت حادثه و احتمال وقوع حادثه به شرح جداول 4 و 5 بدست می‌آید. بدیهی است بر اساس جدول 6 معیارهایی در خصوص ریسک‌ها تعریف شده که براساس آنها تصمیم‌گیری لازم اتخاذ می‌گردد.

### تحلیل نتایج

#### بررسی مرحله اول اجرای مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی

در گزارش مرحله اول تعداد 89 توصیه مهم پیشنهاد گردید که از این تعداد 23 توصیه بعد از بررسی‌های اولیه توسط واحدهای مهندسی و تایید آنها جهت اجرا با استفاده از فرم درخواست خدمات فنی<sup>1</sup> اجرایی گردیدند تعداد 10 مورد به دلیل وجود برخی مشکلات از جمله کمبود بودجه، نیاز به توقف واحد و انجام اصلاحات در طراحی اجرا به آینده موکول گردید. بقیه موارد نیز با توجه به اهمیت آنها مقرر گردید حسب نیاز و ضرورت صورت پذیرند. PHA - PRO 6 ویرایش 6.0.0.18 نرم افزاری که در مرحله اول اجرای تکنیک به منظور آنالیز خطرات فرآیندی مورد استفاده قرار گرفت به عنوان نمونه جداول 7 و 8 جهت آگاهی بیشتر ارائه شده است. لازم به توضیح می‌باشد که در بررسی صورت گرفته تعداد زیادی انحراف از طراحی واحد که دارای پتانسیل خطر بوده شناسایی گردید از جمله در بخش طراحی سیستم تهیه محلول دی اکسید تیتانیوم، با توجه به تولید ضایعات در مراحل تهیه محلول مذکور بر اساس دستورالعمل ضایعات می‌بایست در بشکه ذخیره و به خارج واحد انتقال می‌یافت که در طی این فرآیند آلودگی زیست محیطی، هدر رفت محلول با ارزش و ... از جمله خطرات بالقوه آن می‌بود. از این رو پس از بررسی توصیه گردید با

<sup>1</sup> Technical Services Request TSR

اصلاحات کمی امکان بازیافت و برگشت محلول به سیستم وجود داشته باشد که با توجه به اهمیت موضوع توصیه پس از بررسی توسط واحد مهندسی اجرایی گردید. مثال دیگر در خصوص شارژ پودر ایزوفتالیک اسید<sup>1</sup> به سیستم بود. با توجه به اثرات زیست محیطی و احتمال آسیب به اپراتورها از طریق تنفس توصیه گردید نسبت به نصب سیستم هشدار دهنده و طراحی خطوط قرمز جهت آگاهی پرسنل در اطراف سیستم شارژ اقدام شود که پس از بررسی و تایید اجرایی گردید. مهم تر از این واحدهای پلی اتیلن ترفتالات به دلیل وجود مشکلاتی از قبیل قطع برق، نبودن مواد اولیه، فقدان بازار فروش و غیره مانع رسیدن به ظرفیت تولیدی پیش بینی شده می گردید.

در واحد عملیاتی پلی اتیلن ترفتالات چهار خط تولید وجود داشته که بدلیل برخی محدودیتها صرفاً محصول یکی از خطهای تولید به عنوان نمونه در ذیل اشاره شده است لیکن در تمامی خطوط شرایط مشابهی از نظر وضعیت و کیفیت تولید وجود دارد. همانگونه که از نتایج جداول 9 و 10 می توان نتیجه گرفت که تولید محصول با کیفیت از زمان اجرای مرحله اول تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی رو به رشد بوده و متناسب با آن تولید محصول با کیفیت پایین و ضایعات کاهش یافته است.

حوادث به منظور اطلاع رسانی از آسیبها و خطرات بالقوه آنها که بر اساس نوع حادثه متفاوت بوده تجزیه و تحلیل گردیده و دلایل و خطاهای مشترکی که ممکن است باعث بروز حادثی دارای شدت بالا را شناسایی نمایند. دسته بندی دیگر حوادث بر اساس نوع آنها از نظر آتش زا، انفجار و سمی بودن نیز وجود دارد که به منظور ارزیابی میزان آسیب رساندن آنها تقسیم بندی شده اند. همچنین برخی از حوادث در فرآیند صنایع نیز در صورت وقوع باعث بروز خسارت جانی و مالی در داخل و بیرون سایت می گردند. در صورتی که حادثه از شدت بالایی برخوردار باشد امکان بروز تلفات جانی در بیرون سایت نیز وجود داشته که به عنوان نمونه به انتشار گازهای سمی اشاره نمود.

بر اساس اطلاعات دریافت شده از واحد ایمنی شرکت حوادث به تفکیک طی سه سال در جدول شماره 11 آمده است. در سال 1385 در واحدهای عملیاتی تولید پلی اتیلن ترفتالات تعداد 60 مورد حادثه بوقوع پیوسته که پس از اجرای مرحله اول شناسایی مخاطرات فرآیندی تعداد حوادث علیرغم رشد تولید محصول به تعداد 25 مورد در سال 1387 روند کاهشی را نشان می دهد. لازم به ذکر است که بر اساس اسناد واحد ایمنی روزهای یک شنبه، دوشنبه و پنج شنبه به دلیل صدور مجوز انجام کار بیشترین حوادث رخ داده است.

### ارتقا نرخ تولید واحد پلی اتیلن ترفتالات

مرحله دوم شناسایی خطرات بالقوه واحد عملیاتی پلی اتیلن ترفتالات براساس تقسیم بندی خطوط فرآیندی (تشکیل گرهها) در مرحله اول بررسی و اجرای تکنیک و تمرکز بر روی نقاط حساس کارخانه به منظور بهبود وضعیت نرخ تولید و کاهش ریسک پتانسیل های خطر صورت پذیرفت. از اینرو محقق نسبت به بررسی

<sup>1</sup> Iso Phthalic Acid



کلیه گره‌ها (Nodes) مرحله اول (در حدود 225 گره) با در نظر گرفتن برخی اصلاحات و تغییرات در واحد اقدام و سپس تعداد 24 مورد پتانسیل خطر که عمدتاً "خطرات بالقوه از گره‌ها براساس تجربه فعالیت 10 ساله محقق استخراج گردیده است. پتانسیل‌های خطر شناسایی شده در جلساتی با حضور کارشناسان از واحدهای مهندسی، تعمیرات، ابزار دقیق، فرآیند و بهره برداری مورد بحث و تبادل نظر قرار گرفت و نتایج ثبت گردید. نتایج بدست آمده در قالب یک پرسشنامه بین 40 نفر از پرسنل با تجربه و شاغل در واحد عملیاتی در کلیه سطوح سازمان توزیع گردید که در حدود 80 درصد نمرات نظرات خود را منعکس نموده و نتایج بدست آمده بر اساس روش آنالیز ریسک که قبلاً توضیح داده شد رتبه ریسکها محاسبه و جمع بندی گردید. از تعداد 24 پتانسیل خطر شناسایی شده تعداد 17 مورد در دسته بندی غیرقابل قبول قرار گرفت که مفهوم آن ریسک دارای پتانسیل خطر زیاد بوده که به همین منظور موارد دارای ریسک بالا در جلساتی با حضور کارشناسان تیم اقدامات پیشگیرانه و توصیه‌های لازم جهت کاهش و یا حذف ریسک ارایه و ثبت گردید. تعداد 7 مورد نیز پتانسیل خطر آن در ناحیه قابل قبول گرفت که اجرای دقیق دستورالعمل‌های سازنده برای آنها توصیه گردید.

بر اساس نتایج نظرسنجی و بررسی تیم تخصصی رتبه ریسک‌ها به شرح جدول 12 می‌باشد.

### چه موقع تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی را می‌شود اجرا کرد؟

بطور کلی مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی تکنیکی است که قابلیت اجرا در تمامی مراحل احداث یک پروژه را دارا بوده لیکن بر اساس تحقیقات صورت گرفته عمدتاً در مراحل زیر انجام شده است:

1. طراحی پایه:

به‌طور معمول در مرحله شروع پروژه و مرحله طراحی پایه تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی اجرا و تقریباً در انتهای طراحی پایه به‌دلیل اینکه امکان رؤیت تمامی فرآیند عملیاتی، ایمنی واحد و قابلیت کنترل مشکلات نیز وجود دارد لذا هر گونه تغییرات بر اساس توصیه‌های تیم بررسی کننده را در این مرحله تا قبل بر گزاری جلسه اختتامیه<sup>1</sup> به منظور بستن مرحله طراحی پایه وجود داشته و تغییرات و اصلاحات با هزینه کمتری قابل انجام می‌باشد.

### 2. طراحی مهندسی تفصیلی:

در مرحله مهندسی تفصیلی برخی از جلسات مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی برای صاحب لیسانس که دارای سیستم‌هایی بصورت پکیج بوده بر گزار و کلیه واحدها از نظر فرآیند، ایمنی و فرمانهای کنترلی در این مرحله بررسی می‌گردند.

### 3. پیش‌راه‌اندازی، راه‌اندازی و بهره‌برداری:

بعد از پیش‌راه‌اندازی، راه‌اندازی و بهره‌برداری از کارخانه تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی می‌بایست انجام شود چرا که امکان دارد در مرحله طراحی برخی موارد به‌درستی توجه لازم در خصوص مباحث ایمنی به آنها توجه نشده باشد.

<sup>1</sup> freezing meeting



همانگونه که در بررسی کارخانه با استفاده از این تکنیک تعداد زیادی انحراف از طراحی وجود داشته که بعد از مرحله پیش راهاندازی نیز مشاهده گردید متریال استفاده شده در زمان نصب جهت مسیر بخار بدرستی طراحی نشده و به همین دلیل بعد از آگاهی مجبور به انجام تغییرات شدید. همچنین بعد از سه سال از کارکرد و فعالیت کارخانه در اثر بروز برخی مشکلات غیرقابل قبول در بهره برداری مجبور به اعمال یک سری اصلاحات در طراحی تجهیزات گردیده که جهت بررسی و شناسایی خطرات بالقوه نیازمند به اجرای تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی مجدد می باشد بنابراین برای بررسی تغییرات و اصلاحات صورت گرفته توصیه می شود که تکنیک مذکور بصورت دوره های چهار ساله حتی المقدور در خصوص اصلاحات کارخانه می بایست انجام گردد.

برخی از پتانسیل های خطر که توسط همکاران مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت به شرح ذیل می باشد:

- ✓ در تحقیق توسط آقای کوروش عباسی (56 و 1388) به ضعف در طراحی خطوط لوله اشاره گردیده است. ایشان اذعان داشته که طراحی خطوط لوله یکی از مراحل حساس در مرحله مهندسی تفصیلی یک پروژه می باشد و برای این بخش حساس از پروژه مراتب ذیل را می بایست در نظر داشت:
- ❖ اتصالات: محل اتصال خطوط با تجهیزات، خطوط به کار رفته در بخش ساختمانی، استراکچر فولادی، ابزار دقیق.

- ❖ استفاده از متریال مناسب: براساس شرایط سیال، خوردگی، فشار، دما و غیره می بایست متریال مناسب برای خطوط لوله می بایست استفاده شود. به عنوان نمونه استفاده از کربن استیل به عنوان جایگزین آلیاژ فولاد برای خطوط بخار فشار بالا باعث دوباره کاری و صرف هزینه گردید.

بیش از 2000 فرم درخواست تغییرات فنی جهت اعمال تغییرات در خطوط و تجهیزات بدلیل مغایرت بین کار اجرا شده توسط پیمانکار و طراحی صادر گردید [7].

به دلیل ضعف در طراحی برخی تجهیزات پاسخگوی ظرفیت طراحی شده نبوده و به همین دلیل منجر به توقف کارخانه می شد. لذا با بررسی صورت گرفته و اعمال برخی تغییرات از جمله اصلاح خط ونت مخزن تهیه خمیر، خط گرمایش داتوترم در پایین راکتورهای استریفیکاسیون 2، حذف خم ها و زانوهای مازاد در مسیر مخازن غوطه وری اتیلن گلاکول و غیره مشکلات بهره برداری شناسایی شده مرتفع گردید. همچنین با اعمال این تغییرات ضمن بهبود ظرفیت واحدها باعث کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش ایمنی محیط کار به عمل آمد.

- ✓ در تحقیق صورت گرفته توسط آقای کاظمی کنارسری (89، 1388) اشاره شده است که فقدان توجه لازم در طراحی پایه توسط صاحب لیسانس، به عنوان یک ریسک شناسایی شده و موثر بر کل اهداف پروژه (هزینه، زمان و کیفیت) داشته است. در پروژه شرکت پتروشیمی شهید تندگویان در فازهای راهاندازی و بهره برداری برخی موارد ضعف در طراحی پایه مشاهده گردید که تاثیر بر راندمان و عملکرد تجهیزات داشته به عنوان نمونه به ضعف در طراحی موقعیت نازل ورودی یک مخزن فرآیندی که باعث کلوخه شدن و گرفتگی مسیر اسپارجر راکتور شده و در نتیجه باعث آتش سوزی و توقف واحد گردید. این مشکلات و ایجاد تغییرات بسیار در خطوط لوله در واحد PTA-1 بیانگر ضعف عملکرد صاحب لیسانس در طراحی



می‌باشد [8]. همین طور در واحد پلی اتیلن ترفتالات در هنگام راه اندازی واحد عایق‌های بکار رفته توسط پیمانکار از عملکرد مناسبی برخوردار نبوده و یکی از دلایل آن نیز ضعف در اجرا و نصب خطوط می‌باشد که باعث گردیده فضای کافی جهت انجام عایق کاری در نظر گرفته نشود لذا جهت رفع نواقص بناچار نسبت به جابجایی خطوط لوله اقدام و همین امر باعث تحمیل هزینه‌های اضافی به شرکت گردید.

✓ در طراحی فاصله بین طبقات واحد پلی اتیلن ترفتالات بر اساس شرایط پروسس 7 متر ارتفاع می‌بایست در نظر گرفته می‌شد لیکن در برخی قسمت‌ها بدلیل برخورد با استراکچر ساختمان نصب تجهیز به سختی امکان پذیر می‌گردید. به عنوان مثال پس از نصب سیکلون 2001 مشاهده گردید مسیرهای ورودی به تجهیز (منهول) به دلیل قرار گرفتن در مقابل استراکچر در دسترس نبوده و عملاً امکان دسترسی بدون سیکلون فراهم نگردیده بود و علیرغم اعمال برخی تغییرات هنوز پرسنل جهت ورود به داخل تجهیز با مشکل مواجه هستند.

✓ در پروژه پلی اتیلن ترفتالات بر اساس شرایط پروسس از خطوط پلیمری دو جداره استفاده شده است که در بین جداره‌ها از سیال حرارتی جهت گرمایش محصول استفاده می‌گردد لیکن بدلیل ضعف عملکرد پیمانکار برخی جوشکاری‌ها در زمان راه اندازی مشکل پیدا کرده و منجر به ورود سیال حرارتی به داخل محصول و توقف واحد گردیده بود.

در پایان شناسایی پتانسل‌های خطر به منظور بهره برداری ایمن از کارخانجات در مراحل ابتدایی پروژه مقرون به صرفه تر و امکان اعمال تغییرات و اصلاحات آسان تر می‌باشد.

### نتیجه گیری

پتروشیمی شهید تندگویان به عنوان یکی از بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده پلی استر در سالهای 1380 تا 1381 شمسی کار ساخت و نصب آن تکمیل و در سال 1384 اولین خط تولید واحد پلی اتیلن ترفتالات آن در سرویس قرار گرفت. که در حدود دو سال کارهای راه اندازی و پیش راه اندازی آن بدلیل وجود مشکلات در طراحی و ساخت به طول انجامید. وجود برخی حوادث در تمامی مراحل نیز بیانگر لزوم توجه بیشتر به مدیریت ریسک بوده که با اتمام اولین مرحله شناسایی مخاطرات فرآیندی و مشخص شدن عمده پتانسیل‌های خطر و ارائه راهکارها و توصیه‌های لازم منجر به کنترل و مدیریت ریسک گردید. این موضوع با بررسی میزان حوادث و تولید ضایعات در سال 1385 و روند آن در سالهای بعد بیانگر کاهش در تعداد حوادث، تولید ضایعات پلیمری و اثرات زیست محیطی است. مرحله دوم شناسایی مخاطرات فرآیندی بعد از گذشت چهار سال و راه اندازی کامل کلیه خطوط تولید به منظور شناسایی پتانسیل‌های خطر بویژه در نقاط اصلاح شده فرآیند تولید اجرا گردید که 24 مورد پتانسیل خطر جدید توسط تیم بررسی کننده شناسایی که از این تعداد تعداد دو مورد براساس ماتریس ریسک غیرقابل قبول و در اسرع وقت می‌بایست براساس اقدامات پیشگیرانه و توصیه‌های پیشنهادی اقدام گردد. 15 مورد غیرقابل قبول دیگر نیز براساس برنامه ریزی می‌بایست طی یک زمان مشخص اقدامات پیشگیرانه و توصیه‌های پیشنهادی را اجرا و بقیه موارد نیز در ناحیه قابل قبول شده و توصیه‌های پیشنهادی و توجه لازم به دستورالعمل‌های سازنده ارایه گردید.

یکی از نتایج کلیدی که از اجرای این تکنیک استخراج می‌گردد ارایه یک سری توصیه‌های دارای اهمیت که منجر به بهبود و ارتقا ایمنی و کارهای عملیاتی واحد پلی اتیلن ترفتالات بوده چرا که ارزیابی پتانسیل‌های خطر ناشی از انحراف هر پارامتر فرآیندی در تقسیم بندی صورت گرفته مورد بررسی و تاثیر آن نیز بر روی نرخ تولید مشخص میگردد. از اینرو لازم است که توصیه‌های پیشنهادی توسط مدیریت ارشد شرکت یا سازمان به فوریت مورد توجه و بررسی قرار گیرند تا با اقدام و برنامه ریزی صحیح ضمن کنترل پتانسیل‌های خطر باعث اجرایی شدن توصیه‌های ارائه شده گردند. بدیهی است این مهم با استفاده از بررسی و همکاری تیم‌ها و واحدهای متولی صورت خواهد پذیرفت.

می‌بایست توجه داشت که تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی یک روش کیفی از ارزیابی خطرات بوده بنابراین محدودیت‌های بسیاری در برخی موارد تئوری و عملی وجود دارد. مدیران در صورتی که درک درستی از ارزش تصمیمات مدیریت ریسک داشته باشند براساس نتایج تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی می‌توانند به صورت مستقیم نقش موثری در کاهش محدودیتهای این تکنیک به عمل آورند. برخی از مهم‌ترین محدودیت‌ها عبارتند از:

- ❖ جامعیت: هرگز نمی‌توان اذعان نمود کلیه خطرات بالقوه و مشکلات عملیاتی شناسایی شده است.
- ❖ قابلیت تکرارپذیری: در مطالعات از برخی فرضیات جهت تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود و تجربه متفاوت با استفاده از اطلاعات مشابه ممکن است منجر به ارائه دیدگاه‌های متفاوت از واقعیت گردد.
- ❖ تخصص و مهارت لازم (تجربه و دانش): تیم تخصصی ممکن است دانش و تجربه کافی جهت تجزیه و تحلیل پتانسیل حوادث را به همراه نداشته باشد.
- ❖ ذهنی بودن: تحلیل گران مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی می‌بایست با تکیه بر دانش و تجربه خود مشکلات را بررسی و قضاوت نمایند.

محدودیت‌ها نباید باعث عدم استفاده و مردود دانستن روش و تکنیک مذکور گردد. ممکن است یادگیری از تجارب گذشته به تنهایی در زمانی که نتایج یک حادثه کم است پاسخگو باشد لیکن نتایج حوادث همیشه در حد پایین نبوده و کسب یک دیدگاه عملی از ریسک از طریق تجربه نمودن پیامد زیاد حوادث غیرقابل قبول می‌باشد. تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی می‌تواند از طریق ارزیابی و ارائه نمودن راهکارها باعث کاهش دلائل وقوع و هم کاهش پیامدهای ناشی از وقوع حوادث باشد. بنابراین تکنیک مذکور می‌تواند منجر به تشکیل و ایجاد شرایط مناسب برای یک برنامه‌ریزی مدیریت ریسک مؤثر و کم هزینه گردد.

بر اساس تجربه محقق بسیاری از مشکلات موجود در مهندسی طراحی طی اولین مرحله اجرایی تکنیک شناسایی مخاطرات فرآیندی در سال 1385 استخراج گردید اما بعد از بررسی مجدد در سال 1388 و معرفی پتانسیل‌های خطر جدید بیانگر این موضوع است که اجرای تکنیک مذکور در دوره 4 ساله از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. به عنوان نمونه مشاهده گردید که علیرغم گذشت مدت طولانی از راه‌اندازی واحد پلی اتیلن ترفتالات لیکن برخی از مشکلات طراحی از جمله ژاکت حرارتی در پایین رآکتور استریفیکاسیون 2 از پایین مسیر اصلی خط تامین سیال حرارتی انشعاب گرفته که در هنگام قطعی برق



باعث تجمع ناخالصی‌ها و گرفتگی در مسیر تامین سیال حرارتی می‌گردید و جهت برطرف نمودن مشکل به‌ناچار استفاده از راهکارهای غیرایمن در دستور کار قرار می‌گرفت که در برخی موارد نیز باعث بروز حادثه می‌شد.

در پایان تکنیک مطالعه و شناسایی مخاطرات فرآیندی به عنوان یک ابزار ضروری جهت شناسایی خطرات فرآیندی که در صورت استفاده و اجرای آن باعث ارتقا سطح ایمنی و بهره‌برداری واحدهای شیمیایی جدیدالاحداث و در حال فعالیت خواهد گردید. لذا ضروری است کلیه مدیران از این تکنیک به عنوان ابزاری جهت کاهش ضایعات تولیدی، افزایش ایمنی محیط کار و کاهش اثرات زیست محیطی استقبال نمایند.

### منابع

1. Kletz Trevor A.، HAZOP and HAZAN Identifying and Assessing Process Industry Hazards، four Edition، Philadelphia، Taylor & Francis Inc. 1999.
2. ISO 17776:2000(E)، Petroleum and natural gas industries-Offshore production installations-Guidelines tools and techniques for hazard identification and risk assessment.
3. IRAJ MOHAMMADFAM، Application of Hazard and Operability Study (HAZOP) in Evaluation of Health، Safety and Environmental (HSE) Hazards Application of Hazard and Operability Study (HAZOP) in Evaluation of Health، Safety and Environmental (HSE) Hazards، IJOH ، Vol. 4 ، 2012، No. 2 .pp،69-72.
4. Venkatasubramanian، V، Vaidhyanathan، R. A knowledge based framework for automating HAZOP analysis، American Institute of Chemical Engineering Journal، Vol.40، 1994، pp 496-505.
5. Ashok kumar.S، Prakash.J، HAZOP STUDY ON SEWAGE TREATMENT PLANT AT EDUCATIONAL INSTITUTION، Vol، 03 Issue: 11، 2014.
6. Department of Chemical and Materials Engineering، Hazard and Operability (HAZOP) Studies، The University of Auckland، Available from: <http://www.ecm.auckland.ac.nz/safety/hazop-detailed.pdf>، 2008.
7. Abbasi، K. Analyzing the problems and reasons in STPC Company related to contract & contractor issues، Master of Science in Construction Management dissertation، University of Grenoble ۲۰۰۸ .
8. Kazemi Kenarsari، H. Effect of Risk Management on Inspection Process in STPC Construction Project، Master of Science in Construction Management dissertation، University of Grenoble ۲۰۰۸ ، .

### جدول 1. ترکیب کلمات راهنما و پارامترهای فرآیند

کلمات راهنما	پارامترهای فرآیند
	(فلوی (جریان)، فشار، سطح (لول)، درجه حرارت، ترکیب)
خیر (هیچ)	هیچ قسمتی از انتظارات برآورده نشده لیکن اتفاق خاصی نیز صورت نپذیرفته است. (برای مثال فاقد جریان)
کم	کاهش کمی (برای مثال دمای پایین تر)
زیاد	افزایش کمی (برای مثال فشار بالاتر)
همین طور	افزایش کمی (برای مثال ناخالصی)
معکوس	متضاد (برای مثال جریان معکوس)

### جدول 2. طبقه بندی بر اساس نتایج شدت وقوع (کتابچه فنی واحد اسید ترفتالیک خالص (2008)

شدت	محتوا	
A (خیلی زیاد)	*1	فوت یا بیماری شغلی با شدت زیاد
	*2	بیش از یک ماه
	*3	بیش از یک میلیون دلار
B (زیاد)	1	آسیب دیدگی زیاد یا بیماری شغلی مشخص
	2	بین یک هفته تا یک ماه
	3	بین صد هزار تا یک میلیون دلار
C (متوسط)	1	آسیب دیدگی جزئی یا بیماری شغلی کم اهمیت
	2	کمتر از یک هفته توقف
	3	بین ده هزار تا صد هزار دلار
D (کم)	1	آسیب دیدن جزئی ساکنین و پرسنل
	2	بدون توقف
	3	کمتر از 10000 دلار

\*1. آسیب دیدن ساکنین یا پرسنل

\*2. زمان توقف واحد عملیاتی

\*3. آسیب رسیدن به تجهیزات



جدول 3. احتمال وقوع حادثه (کتابچه فنی واحد اسید ترفتالیک خالص (2008))

انحراف	شرح
1 (زیاد)	احتمال وقوع حادثه بیش از یکبار در سال می باشد
2 (متوسط)	احتمال وقوع حادثه برای یکبار در چرخه فعالیت کارخانه پیش بینی می شود.
3 (کم)	هیچ احتمال وقوع حادثه ایی در چرخه فعالیت کارخانه پیش بینی نمی گردد

جدول 4. ماتریس ریسک جهت علت و پیامد

رتبه ریسک برای علت/پیامد	
L	احتمال وقوع
S	شدت وقوع
RR	ماتریس ریسک (رتبه رسک) = احتمال وقوع * شدت وقوع

جدول 5. ماتریس طبقه بندی ریسکها (کتابچه فنی واحد اسید ترفتالیک خالص (2008))

احتمال وقوع شدت وقوع	1	2	3
A	1	1	3
B	2	2	4
C	3	4	4
D	5	5	5

جدول 6. معیارهای تصمیم گیری در خصوص ریسکها (کتابچه فنی واحد اسید ترفتالیک خالص (2008))

رتبه ریسک	توصیه
1	غیرقابل قبول - می بایست در کوتاهترین زمان کاهش ریسک به رتبه 3 یا کمتر صورت پذیرد
2	غیرقابل قبول - می بایست در یک زمانبندی مشخص کاهش ریسک به رتبه 3 یا کمتر صورت پذیرد
3	قابل قبول مشروط بر نظارت و کنترل - استفاده از دستورالعملها، اقدامات پیشگیرانه و کنترلها اثبات گردد.
4	قابل قبول و هیچگونه اقدامی متصور نمی باشد
5	قابل قبول و هیچگونه اقدامی متصور نمی باشد

### جدول 7. نمونه ای از تشکیل جدول انحرافات

Node: 1. MEG storage

Type: Storage  
TANK, And P-A-9001Deviation: 1. No/Low Flow  
INSERT HEATER

Design Conditions/Parameters: TEMP. Amb, PRESS. Atm, Flow rate: 4,984 kg/h totally

Drawings: 900-A-PI-001

Equipment ID: FT-A-9001 MEG FILTER, TK-A-9001/9002 MEG STORAGE

A/B MEG FEED PUMP, FT-A-9002 A/B MEG FILTER, and E-A-9001/9002

Deviations	Guide Words	Parameter	Design Intent
1.No/Low Flow	Low/No	Flow	Flow rate: 4,984 kg/h totally
2.High Flow	High	Flow	Flow rate: 4,984 kg/h totally
3.As Well As	As Well As	Composition	MEG Purity 99.9%
4.Low Temperature	Low	Temperature	TEMP. ambient
5.Low Pressure	Low	Pressure	PRESS. Atm
6. High Level	High	Level	
7.Low Level	Low	Level	

### جدول 8. نمونه ایی از جدول ثبت اطلاعات و نتایج

Node: 1. MEG storage

Type: Storage  
FILTER, TK-A-9001/9002 MEG STORAGE TANK, P-A-9001A/B MEG FEED PUMP, FT-A-9002 A/B MEG FILTER, E-A-9001/9002 INSERT HEATER  
Design Conditions/Parameters: TEMP. Amb, PRESS. Atm, Flow rate: 4,984 kg/h totally

Deviation: 1. No/Low Flow

Drawings: 900-A-PI-001

Equipment ID: FT-A-9001 MEG

Causes	Consequences	Risk Matrix			Safeguards
		S	L	RR	
1. Pump failure from supplier	1. Production decreases / stops	2	2	4	1. Flow indicator/alarm is provided at Battery Limit
2. Pump failure P-A-9001 A/B. 3. Line rupture	1. Production decreases / Stops.	3	2	6	1. Flow indicator/alarm is provided at Battery Limit
	1. Production decreases / stops	4	1	4	2. Flow indicator/alarm is provided at Battery Limit
					3. 1. Flow indicator/alarm is provided at inlet to each line
4. Power failure	1. Production decreases / stops	1	4	4	4. Periodical site checking by field operator
4. Power failure	1. Production decreases / stops	1	4	4	1. Emergency power by diesel generator is provided for P-A- 9001A/B
					5. Filter blockage



جدول 9. آمار تولید محصول خط 4

سال	برنامه تولید (تن)	ظرفیت واحد (تن)	تولید واقعی (تن)
1384	30,000	117,500	5,519
1385	82,249	117,500	73,624
1386	94,000	117,500	89,903
1387	94,000	117,500	102,773

جدول 10. آمار تولید محصول منطبق، نامنطبق و ضایعات خط 4

سال	کریستال غیر منطبق درجه 3 و 2 (تن)	آمورف غیر منطبق درجه 3 و 2 (تن)	ضایعات (تن)
1384	2,001	504	58
1385	1,606	1,126	146
1386	63	127	122
1387	39	312	212

جدول 11. حوادث رخ داده در واحد تری اتیلن ترفتالات (بر اساس اسناد واحد ایمنی شرکت 1388)

نوع حادثه	1385	1386	1387
سقوط یا لغزیدن	3	4	3
آتش سوزی	16	10	8
سوختگی	10	3	4
نشستی	1	2	0
سایر	30	22	10
جمع کل	60	41	25



## جدول 12. نتایج نظر سنجی

ردیف	پتانسیل خطر شناسایی شده	L	S	R.R
1	قطع برق از شرکت تامین کننده (فقدان دیزل ژنراتور مناسب)	1	A	1
2	کمبود مواد اولیه از تامین کننده از جمله پودر اسید ترفتالیک خالص، منواتیلن گلاپکول 0000	1	B	2
3	نشستی از دای هد	2	B	2
4	ارسال آب تصفیه نشده با COD بالا	1	C	3
5	نشستی سیال حرارتی ترمینول 66 از پمپها و احتمال وقوع آتش سوزی	2	A	2
6	تجمع پلیمر بر روی کاترها	1	C	3
7	کافی نبودن سیستم تهویه هوا در خطوط تولید	1	C	3
8	سیستم تخلیه دی اتیلن گلاپکول	1	D	5
9	تغییر گرید الیاف به گرید بطری	1	B	2
10	چسبیده شدن چیپسها به یکدیگر و عدم برش مناسب بدلیل دمای بالای آب خنک کننده گردش	1	B	2
11	سیستم سیل حوضچههای 5005-مخزن و 1023 مناسب نمی باشد	2	B	2
12	وقفه های متعدد در پلی A و SSP	1	B	2
13	عدم انتقال مواد بدلیل خرابی آسانسور برای زمان طولانی باعث تجمع مواد در طبقات می گردد.	1	D	5
14	عدم وجود جراثمیل سقفی مناسب و تاخیر در تعویض فیلترهای پلیمر	1	B	2
15	فرآیند تمیزکاری فیلترهای پلیمر	1	C	3
16	لاین خروجی پمپ الیگومر 1025 دارای طراحی مناسب نبوده و بهمین دلیل سیستم سیلینگ پمپ مشکل پیدا می کند	1	B	2
17	وقفه متعدد در سیستم بسته بندی	1	B	2
18	توقف یوتیلیتی از طرف تامین کننده	1	A	1
19	تخلیه فیلترهای پلیمر بصورت کامل انجام نمی گردد	1	B	2
20	عدم وجود سیستم ایمنی شستشوی چشم	1	B	2
21	نشتهای فیلترهای پلیمر	1	B	2
22	تخریب ترکیب سیال حرارتی	2	B	2
23	توقف کاترها	1	B	2
24	افزایش سطح مخزن 1012	2	D	5