



چگونگی اجرای تکنیک ETBA در صنایع؛ مطالعه موردی اجرای این روش در واحد آیزوماکس پالایشگاه تهران

غلامعباس شیرالی^۱ و دکتر جواد عدل^۲

چکیده

زمینه و هدف: پیشرفت روز افزون علم و به تبع آن صنعت سبب شده است که انسان، تجهیزات و دارایی‌ها، در معرض خطرات روز افزون فراوانی قرار گیرد که تا قبل از این هرگز وجود نداشته است. افزایش فزاینده آمار حوادث و خسارات وارده به صنعت در جهان و بخصوص ایران برگ تاییدی بر این مدعا می‌باشد. با این توصیف، امروزه برای شناسایی و بررسی خطرات، روشهای متعدد و گوناگونی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل سیستمهای کنترل کننده (ETBA - Energy Trace & Barrier Analysis) اشاره نمود.

این روش فرآیند تجزیه و تحلیلی بر اساس ایمنی سیستم می‌باشد که به منظور شناسایی اصولی خطرات و تعریف آنها و همچنین تعریف ریسک‌هایی که قادر به وارد ساختن ضرر و زیان به سیستم می‌باشند اجرا می‌شود.

روش بررسی: مطالعه حاضر یک پژوهش از نوع موردی (case study) بشمار می‌رود که در واحد آیزوماکس پالایشگاه تهران و بخش‌های مرتبط با آن اجرا شد. برای جمع‌آوری داده‌های لازم و تکمیل برگه‌های ETBA از روش مشاهده، مصاحبه با متخصصین فرآیند، Walking - Talking Through Method، بررسی اسناد، مدارک فنی و عملیاتی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده همان در برگه‌های تکمیل شده ETBA ارایه شده که به علت شناسایی ۱۲ نوع انرژی مختلف و ۲۸ زیرگروه، تعداد آنها بالغ بر ۵۲ عدد می‌باشد. لذا در این مقاله یک نمونه از آنها آورده شده است. در این برگه‌ها علاوه بر تعیین نوع انرژی، کنترل کننده موجود، اهداف آسیب پذیر نسبت به انرژی، عدد ریسک، ارزیابی کارایی کنترل کننده‌های، پیشنهاداتی (نظیر اصلاح سیستم Record keeping، بعنوان یک پارامتر کلیدی در ارزیابی ریسک، تغییرات نرم افزاری و سخت افزاری در طراحی تجهیزات) نیز برای کاهش سطح ریسک تا حد قابل قبول ارائه شد.

نتیجه‌گیری: در نهایت می‌توان این نتیجه را استنباط نمود که این روش در صنایع مختلف بخصوص شیمیائی قابل اجرا بوده و در شناسایی خطرات و حوادثی که در پی آنها ممکن است پیش‌اید بسیار مفید و مؤثر می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: ETBA، ریسک، انرژی، اهداف آسیب‌پذیر، پالایشگاه تهران.

مقدمه

مدعاست. هر ساله، حوادث خسارات اسفناکی به پرسنل و صنایع وارد می‌سازند که بیشتر این وقایع نیز بدون کشف علت به آرشپو فراموشی سپرده می‌شوند، در صورتی که تقریباً تمام این حوادث با ارزیابی و کنترل ریسک کاملاً قابل پیش‌بینی و پیشگیری هستند.

پیشرفت روز افزون علم و به تبع آن صنعت، سبب شده است که انسان در معرض خطرات روز افزون فراوانی قرار گیرد که تا قبل از این هرگز وجود نداشته است. افزایش فزاینده آمار حوادث و خسارات وارده به صنعت در جهان و بخصوص ایران برگ تاییدی بر این

۱- نویسنده پاسخگو، عضو هیئت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه جندی شاپور اهواز. (email: shirali@ajums.ir)

۲- عضو هیئت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه تهران

می شود. این روش با درک عمیق از منابع، طبیعت و نوع جریان های ناخواسته انرژی که می توانند صدمات تصادفی را بوجود آورند در سال ۱۹۷۳ توسط W. Haddon از روش پایش مدیریتی و درخت ریسک منتج شد. نتایج حاصل از انجام این روش که بصورت جدولی در برگه های خاص ارائه می شوند در برآورد مقادیر ریسک، شناسایی و ارزیابی گزینه های خاص به منظور حذف یا کنترل خطرات بسیار مؤثر می باشند. (۱)

چون واحد آیزوماکس از لحاظ پتانسیل ایجاد خطر یکی از واحدهای با ریسک بالا می باشد برای این مطالعه انتخاب شد. از طرف دیگر، با توجه به معضل انرژی در قرن حاضر، این روش می تواند علاوه بر کنترل خطرات از یک طرف از بروز حوادث جلوگیری نموده و از طرف دیگر در حفظ و ذخیره انرژی بعنوان یک سرمایه ملی نقش بسیار مؤثری را ایفا نماید.

روش بررسی

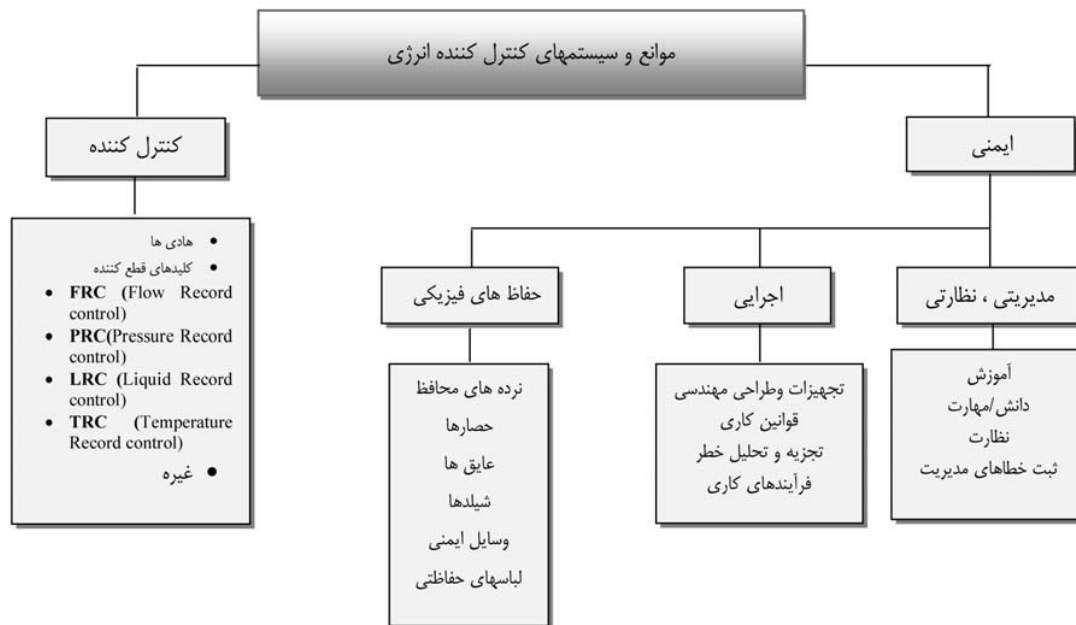
مطالعه حاضر یک پژوهش موردی به شمار می رود که محل انجام آن واحد آیزوماکس پالایشگاه تهران و

بررسی یک پژوهشگر به نام تاکالا در سال ۱۹۹۳ نشان داد که وقوع ۱۲۰ میلیون حادثه در آن سال موجب مرگ ۲۱۰ هزار کارگر شد.

بروز حوادث در فرایندهای شیمیایی که به بروز فجایع انسانی و محیطی می انجامد، متخصصین را بر آن داشت که برای برآورد فرکانس و پیامد اینگونه حوادث به رهیافت های احتمالی روی آورند؛ به این وسیله می توان قبل از بروز حادثه جهت کنترل فرکانس و شدت آن برنامه ریزی کرد. علاوه بر این مواردی وجود دارد که مدیریت نیاز به تصمیم گیری دارد تا بین دو گزینه ممکن یکی را برگزیند، در چنین مواقعی باید به ارزیابی ریسک روی آورد.

امروزه برای شناسائی و ارزیابی ریسک، روشهای متعدد و گوناگونی وجود دارد که از آن جمله می توان به روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل سیستمهای کنترل کننده آن (ETBA) اشاره نمود. این روش فرآیند تجزیه و تحلیلی بر اساس ایمنی سیستم می باشد که به منظور شناسایی اصولی خطرات و تعریف آنها و همچنین تعریف ریسک هائی که قادر به وارد ساختن ضرر و زیان به سیستم می باشند اجرا

شکل ۱- انواع کلی موانع و سیستمهای کنترل کننده





چگونگی اجرای تکنیک ETBA در صنایع ...

ناخواسته انرژی می باشد که از موانع رد شده و وارد اهداف می شوند. گرچه اصلاحات بعدی منجر به سادگی این روش شد ولی فرآیند تجزیه و تحلیل مبسوط با استفاده از استدلال‌های متوالی شانس چشم پوشی از خطرات را در زمان تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم به حداقل می رساند. این روش با انجام ۶

بخش های مرتبط با آن بود. برای جمع آوری داده های لازم و تکمیل برگه های ETBA از روش مشاهده، مصاحبه با متخصصین فرآیند، بررسی اسناد و مدارک فنی و عملیاتی استفاده شد. ETBA مبتنی بر این فرضیه می باشد که صدمه اتفاقی ناشی از تبدلات انرژی مربوط به جریان های

جدول ۱ - چک لیست انواع انرژی

۱- انرژی الکتریکی	۸-۱۰- مواد زائد / آلود مکننده (هوا / زمین / آب)
۱-۱- جریانهای متدوال AC یا DC	۹- انرژی گرمایی
۲-۱- انرژی الکتریکی ذخیره شده / تخلیه الکتریکی	۹-۱- تابشی
۳-۱- تابش های الکترو مغناطیس / پالس های RF	۹-۲- جابجایی
۴-۱- جریانات ولتاژهای القایی	۹-۳- همرفت
۵-۱- کنترل کننده ولتاژها / جریانات الکتریکی	۹-۴- سیکل گرمایی
۲- جرم / جاذبه / ارتفاع (m/g/h)	۹-۵- تولید گرما
۲-۱- سقوط فرد از ارتفاع / زمین خوردن فرد	۱۰- عوامل اتیولوژیک (Etiological)
۲-۲- ریزش / سقوط اشیاء	۱۰-۱- ویروس
۳-۱- اشیاء معلق	۱۰-۲- باکتری
۳- انرژی جنبشی / چرخشی	۱۰-۳- قارچ
۱-۳- چرخ ها / چرخ دنده ها / ماشین آلات چرخنده	۱۰-۴- انگل
۲-۳- حرکت فن / پره های ملخی	۱۰-۵- مسمومیت های بیولوژیک
۴- فشار / حجم / حرکت جنبشی (P/V/KD)	۱۱- انرژی تابشی
۱-۴- افزایش فشار و ترکیبگی / انفجار	۱۱-۱- یونیزان
۲-۴- افزایش خلاء	۱۱-۲- غیر یونیزان
۳-۴- ریزش مایع / حالت شناوری / افزایش و یا کاهش سطح مایع	۱۲- میدان های مغناطیسی
۴-۴- انبساط سیالات / جهش سیالات	۱۳- اشیاء یا موجودات زنده
۵-۴- خارج شدن شیء از حالت حلقوی	۱۳-۱- اعمال و عکس عملهای افراد
۶-۴- حرکت هوا (تهویه)	۱۳-۲- عکس عملهای حیوانات
۷-۴- حرکت زمین / حفاری و خاک برداری	۱۳-۳- دخالت های درختان، بوته ها و غیره
۵- انرژی جنبش خطی	۱۴- بلایای طبیعی
۱-۵- پرتابه ها، موشک ها / هواپیمای در پرواز	۱۴-۱- زمین لرزه
۲-۵- چکش ها، پایه کوب ها، قسمت های متحرک	۱۴-۲- سیل / غرق شدن
۳-۵- قیچی ها، پرس ها	۱۴-۳- بهمین / ریزش کوه
۴-۵- وسایل نقلیه / تجهیزات متحرک	۱۴-۴- رانش زمین
۵-۵- فنرها، اشیاء تحت فشار	۱۴-۵- فشرده گی
۶- صدا / ارتعاش	۱۴-۶- آوار
۱-۶- صدا	۱۴-۷- جریانات آب زیر زمینی
۲-۶- ارتعاش	۱۴-۸- یخبندان
۷- نم / رطوبت	۱۴-۹- آتشفشان
۸- انرژی ناشی از مواد شیمیایی (حاد و مزمن)	۱۵- شرایط جوی (اتمسفیریک)
۱-۸- بیهوشی آور / خفگی آور شیمیایی	۱۵-۱- جهت، تراکم، سرعت باد
۲-۸- خوردگی	۱۵-۲- باران (گرم / سرد / یخ زدن)
۳-۸- موادران کننده / حلال ها / محلول ها	۱۵-۳- برف / تگرگ / ریز تگرگ
۴-۸- مواد قابل تجزیه / فسادپذیر	۱۵-۴- الکترو استاتیک / برق (صاعقه)
۵-۸- موادته نشین شده / پسمانده	۱۵-۵- ذرات گرد و غبار / آبروسل ها / بودرها
۶-۸- قابل انفجار	۱۵-۶- درخشندگی خورشید / نور خورشید
۷-۸- مواد اکسید کننده / قابل احتراق / خود سوز	۱۵-۷- باران اسیدی / ابرهای بخار / گاز
۸-۸- مواد قابل پلیمریزاسیون	۱۵-۸- هوا (معتدل / سرد / یخبندان، وارونگی)
۹-۸- مواد سمی / سرطان زا / تراژون	

اسناد و مدارک فنی و عملیاتی استفاده شد. بدین منظور واحد مذکور به دو بخش فشار بالا و فشار پایین تقسیم گردید تا کار تجزیه و تحلیل با کیفیت بهتری انجام شود.

نتایجی که از این تجزیه و تحلیل بدست آمد شامل شناسایی انواع انرژی‌ها و نحوی آزاد شدن ناگهانی و ناخواسته آنها، انواع حفاظ‌ها و سیستم‌های کنترل انرژی، اهدافی که در اثر آزاد شدن ناخواسته انرژی آسیب خواهند دید، محاسبه عدد ریسک مربوطه، ارزیابی کارایی حفاظ‌ها و سیستم‌های کنترل انرژی، اقدامات توصیه شده برای کاهش ریسک مطابق استانداردهای نوین و عدد ریسک باقی مانده بودند. به دلیل بالا بودن حجم کار، برای نمونه یکی از برگه‌های کار در جدول ۶ ارایه شده است.

بحث

همانطور که جدول ۶ نشان می‌دهد اولین انرژی شناسایی شده مربوط به افزایش یا ردیف ۴-۱ از جدول ۱ می‌باشد. چون واحد آیزوماکس و بخصوص بخش فشار بالا (High pressure unit) بصورت سیستم کاملاً بسته طراحی شده است لذا افزایش فشار در مبدل حرارتی ۴۳۰-E (کار این مبدل، تبادل حرارتی بین مواد سرد ورودی از ۴۳۱-p و خروجی گرم از راکتور ۴۳۱-v می‌باشد) می‌تواند دلایل مختلفی نظیر بسته شدن ۴۰۴-FRC در هنگام قطع هوای ابزار دقیق، فولینگ تیوب‌های مبدل و غیر داشته باشد. این انرژی با ترکیدن و شکستن مبدل ۴۳۰-E و لوله‌های قبل از ۴۰۴-FRC می‌تواند آزاد شده و در اثر پریدن و برخورد قطعات به پرسنل صدماتی وارد کرده و محیط زیست را به دلیل پخش مواد نفتی و گازها در هوا و ریزش مواد نفتی در زمین، آلوده سازد. به نظر می‌رسد که این آزاد شدن انرژی می‌تواند در حد فاجعه بار ارزیابی گردد.

مرحله‌ی اساسی ذیل شکل می‌گیرد: (۱ و ۲) شناسایی تمام انرژی‌های موجود در سیستم؛ که بدین منظور سیستم باید بطور دقیق تعریف شود تا تحلیل گر قادر به شناسایی و ردیابی انرژی‌ها از زمانی که وارد سیستم شده تا زمانی که سیستم را ترک یا تبدیل به کار می‌شوند، باشد. یک تعریف مناسب از سیستم آنست که ورودی‌های انرژی به سیستم، پروسه کار، خروجی‌ها و کنترل کننده‌های انرژی را شرح دهد.

انتخاب یک چک لیست مناسب از انواع انرژی‌های موجود در سیستم تا از این موضوع که تمام منابع انرژی مورد بررسی در تجزیه و تحلیل شناسایی شده‌اند، اطمینان حاصل شود. جدول ۱ چک لیست بکار رفته در این تحقیق را نشان می‌دهد. (۲)

ردیابی انرژی؛ یعنی بعد از شناسایی همه انرژی‌ها باید منشاء آنها تعیین و جریان آنها در سیستم ردیابی شود. کار ردیابی انرژی بوسیله مطالعه نقشه‌های P&ID و PFD و دستورالعمل‌های عملیاتی مقدور می‌شود.

تجزیه و تحلیل موانع یا کنترل کننده‌های سیستم باید به دقت صورت پذیرد. انواع موانع و کنترل کننده‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. (۳)

تعیین ریسک مربوط به خطرات آزاد شدن جریان‌های ناخواسته و ناگهانی انرژی در سیستم با ترسیم و تکمیل ماتریس ارزیابی ریسک که بصورت کد ارزیابی ریسک (Risk Assessment code- RAC) انجام شد.

یافته‌ها

همانطور که در بند فوق (ابزار و روشها) آمده برای جمع‌آوری داده‌های لازم و تکمیل برگه‌های ETBA از روش مشاهده، مصاحبه با متخصصین فرآیند، walking- Talking Through method، بررسی

جدول ۲- طبقه‌بندی شدت حادثه

نوع خطر	طبقه	تعریف
فاجعه بار	۱	مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم
بحرانی	۲	جراحات، بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های وارده به سیستم شدید است.
مرزی	۳	جراحات، بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های وارده به سیستم کم می‌باشد.
جزیی	۴	جراحات، بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های وارده به سیستم بسیار جزئی می‌باشد.

جدول ۲- درجات مختلف احتمال وقوع حادثه

پیامد	سطح	احتمال وقوع
احتمالاً بطور مکرر اتفاق می افتد.	A	مکرر ($X > 10 - 1$)
بصورت متعدد در مدت زندگی یک ایتم اتفاق می افتد .	B	محتمل ($10 - 2 > X > 10 - 1$)
احتمالاً بعضی وقتها اتفاق می افتد.	C	گاه به گاه ($10 - 3 > X > 10 - 2$)
غیر محتمل است، اما ممکن است احتمالاً اتفاق بیافتد.	D	ناچیز ($10 - 4 > X > 10 - 3$)
بسیار احتمال وقوع آن کم است و می توان فرض کرد که خطر اتفاق نخواهد افتاد .	E	غیر محتمل ($X < 10 - 4$)

جدید و پیشرفته تر (از جمله HPA، PSV) اشاره دارد. در این سه گروه توصیه همانطوریکه در برگه کار ETBA (جدول ۶) نشان داده شده، ارزانترین و ساده ترین راه کاهش سطح ریسک (بازرسی های مرتب) در اول آمده و در گروه بعدی که در اجرا مشکل تر و هزینه برتر از گروه اول هستند در آخر آورده شده اند.

باید در نظر داشت که نصب آلام فشار بالا در نهایت باز هم توجه نیروی انسانی را می طلبد که می تواند همواره در اثر خطاهای گوناگون توجه به موقع به افزایش فشار نشود؛ ولی نصب PSV، بطور خودکار افزایش فشار را تخلیه کرده و از وقوع انفجار در مبدل یا لوله ها جلوگیری می نماید.

در مورد احتمال وقوع این حادثه با توجه به مستندات موجود در پالایشگاه و نظرات مهندسین بهره برداری سطح C یا گاه به گاه (جدول ۴) بهترین کد ارزیابی ریسک در نظر گرفته شده می باشد. با نگاهی به ماتریس ارزیابی ریسک مشاهده می شود که این عدد (RAC) قابل قبول نیست و باید تا سطح ۴C کاهش داده شود. برای حصول این امر اقداماتی ضروری و مناسبی در ستون توصیه های برگه کار ETBA اشاره شده که در سه گروه مختلف بشرح زیر ارائه شده است.

گروه اول شامل بازرسی های مرتب (inspection) می باشد، گروه دوم که به مسئله تعمیر و نگهداری می پردازد و نهایتاً گروه سوم به نصب وسایل ایمنی

جدول ۴- ماتریس ارزیابی ریسک

شدت خطر	(۱) فاجعه بار	(۲) بحرانی	(۳) مرزی	(۴) جزئی
مکرر (A)	۱ A	۲ A	۳ A	۴ A
محتمل (B)	۱ B	۲ B	۳ B	۴ B
گاه به گاه (C)	۱ C	۲ C	۳ C	۴ C
خیلی کم (D)	۱ D	۲ D	۳ D	۴ D
غیر محتمل (E)	۱ E	۲ E	۳ E	۴ E

جدول ۵- معیارهای تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک

معیار ریسک	طبقه بندی ریسک
غیر قابل قبول	A۳B,۲A,۲C,۱ B,۱A,۱
نامطلوب (مستلزم تصمیم مدیریت)	C۳B,۳D,۲C,۲D,۱
قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر	B۴A,۴E,۳D,۳E,۲E,۱
قابل قبول بدون نیاز به تجدید نظر	E۴D,۴C,۴

جدول ۶- بخشی از نتایج اجرای تکنیک ETBA در واحد آبرواکس پالایشگاه تهران

تاریخ: ۱۳۸۷/۹/۲۰		عنوان: شناسایی خطرات در مینل ۴۳۰ - E اجرا کننده: غلامعباس شیرالی شماره نقشه: RF-4-0011		ارزایی کارایی کنترل کنندهها		اهداف آسیب پذیر نسبت به انرژی		کنترل‌های موجود		نوع انرژی	
استانداردهای استفاده شده	عدد ریسک کنترل شده	اقدامات توصیه شده برای کاهش ریسک	ارزایی کارایی کنترل کنندهها	عدد ریسک	اهداف آسیب پذیر نسبت به انرژی	کنترل‌های موجود	نوع انرژی	عدد ریسک کنترل شده	اقدامات توصیه شده برای کاهش ریسک	استانداردهای استفاده شده	
استاندارد شرکت نفت آمریکا	۴C	۱- بازیابی مینل Bypass برای اطمینان از عدم شش شدن مینل صورت گیرد زیرا شش شدن در آن باعث عدم تبادل حرارتی مناسب و صدمه به بهروردی می‌شود. ۲- حتی القفور در ورودی به مینل یک PSV برای تخلیه فشار اضافی نصب شود. ۳- در لوله ورودی و همچنین میوزر مینل یک HPA نصب شود.	کافی نیست	۱C	۱- تجهیزات (E-۴۳۰) ۲- پرمپل (جمعا ۲ نفر) ۳- محیط زیست ۴- بهروردی	FRC-۴۰۴	۱-۴	استاندارد شرکت نفت آمریکا	۱- بازیابی مینل Bypass برای اطمینان از عدم شش شدن مینل صورت گیرد زیرا شش شدن در آن باعث عدم تبادل حرارتی مناسب و صدمه به بهروردی می‌شود. ۲- حتی القفور در ورودی به مینل یک PSV برای تخلیه فشار اضافی نصب شود. ۳- در لوله ورودی و همچنین میوزر مینل یک HPA نصب شود.	۴C	
ASTM-A-106 ASTM-A-105 ASME-B31/3	۴C	۱- برپایه دقیق برای بازیابی‌های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام می‌شود. ۲- حتی القفور در تعمیر اساسی به یک نوع NDT گسیل پذیرد. ۳- چون خوردگی ممکن است باعث شش شدن در داخل مینل شود لذا برای شکستن مینل روگروکن‌های سنگین در داخل راگور (Per Pass Conversion) برجه حرارت بالاتری نیاز است و تولید گاز در تجهیزات پایین سمت (مثلا ۴۳۰-۷) غیر عادی می‌شود. در نتیجه سرعت غیر فعال شدن کاتالیزیت بیشتر شده و عمر کاتالیزیت کاهش می‌یابد. لذا توصیه می‌شود از آزمایش موکاپ تان روی مایع پایین ترنج و ۴۳۱-۷ استفاده شود. ۴- تیوب‌ها در این قسمت باید از جنس فولاد نوع ۳۲۱ و ولوها باید فولاد نوع Molibden CFA (مامل فولاد ۳۲۱) باشد.	کافی نیست	۲B	۱- تجهیزات (تیوبها و جداره E-۴۳۰) ۲- پازوسپهای ۷/۵-۳	Ti-۳-۴۰۲ A و B (out put) تیوبها	۲-۸	استاندارد شرکت نفت آمریکا	۱- برپایه دقیق برای بازیابی‌های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام می‌شود. ۲- حتی القفور در تعمیر اساسی به یک نوع NDT گسیل پذیرد. ۳- چون خوردگی ممکن است باعث شش شدن در داخل مینل شود لذا برای شکستن مینل روگروکن‌های سنگین در داخل راگور (Per Pass Conversion) برجه حرارت بالاتری نیاز است و تولید گاز در تجهیزات پایین سمت (مثلا ۴۳۰-۷) غیر عادی می‌شود. در نتیجه سرعت غیر فعال شدن کاتالیزیت بیشتر شده و عمر کاتالیزیت کاهش می‌یابد. لذا توصیه می‌شود از آزمایش موکاپ تان روی مایع پایین ترنج و ۴۳۱-۷ استفاده شود. ۴- تیوب‌ها در این قسمت باید از جنس فولاد نوع ۳۲۱ و ولوها باید فولاد نوع Molibden CFA (مامل فولاد ۳۲۱) باشد.	۴C	
استاندارد شورون و نفت آمریکا	۴C	HTA علاوه بر دمای تیوب‌ها باید دمای دیواره مینل را نیز داشته باشیم این TI باید مجهز به سیستم SHUT DOWN و همچنین به اندازه‌گیری دما و دمای مینل و موانع شوک‌های حرارتی را که در اثر سرد و یا گرم شدن تاگوانی بوجود می‌آید) بوده زیرا باعث صدمه به تیوب‌های مینل می‌شود. موکاپ باید پیش از دمای تعیین شده (برای مینل) اجازه گرم شدن به آن دارد. در تعمیرات اساسی به تعیین کردن تیوب‌ها باید توجه زیادی معطوف شود. زیرا این احتمالی به این مسئله باعث فورینگ اتفاقی تیوب‌ها و در نتیجه پیش از حد گرم شدن تیوب نسبت به تیوب‌های مجاور شده (hot spot) و صدمه فیزیکی و شیمیایی به تیوب‌های مینل را به دنبال دارد. تعمیرات و نگهداری مرتبط TI باید مطابق کتابچه راهنما انجام شود.	کافی نیست	۲B	۱- تجهیزات (تیوب‌های E-۴۳۰) ۲- بهره وری	Ti-۳-۴۰۲ A و B (out put) تیوبها	۲-۸	استاندارد شورون و نفت آمریکا	HTA علاوه بر دمای تیوب‌ها باید دمای دیواره مینل را نیز داشته باشیم این TI باید مجهز به سیستم SHUT DOWN و همچنین به اندازه‌گیری دما و دمای مینل و موانع شوک‌های حرارتی را که در اثر سرد و یا گرم شدن تاگوانی بوجود می‌آید) بوده زیرا باعث صدمه به تیوب‌های مینل می‌شود. موکاپ باید پیش از دمای تعیین شده (برای مینل) اجازه گرم شدن به آن دارد. در تعمیرات اساسی به تعیین کردن تیوب‌ها باید توجه زیادی معطوف شود. زیرا این احتمالی به این مسئله باعث فورینگ اتفاقی تیوب‌ها و در نتیجه پیش از حد گرم شدن تیوب نسبت به تیوب‌های مجاور شده (hot spot) و صدمه فیزیکی و شیمیایی به تیوب‌های مینل را به دنبال دارد. تعمیرات و نگهداری مرتبط TI باید مطابق کتابچه راهنما انجام شود.	۴C	
استاندارد شورون و نفت آمریکا	۴C	در دستگاه ساینپگر دمای موجود در اتاق کنترل دارای دو حالت (دمای زیر ۴۰۰-۱۱۲۰۰ و بالاتر از ۴۰۰-۱۱۲۰۰) می‌باشد که اپراتور با یک کلید چرخشی قطعی این وضعیت‌ها را تغییر می‌دهد. حال در صورتیکه دمای زیر ۴۰۰-۱۱۲۰۰ به دلیل خطای (مثلا در موافقی که راگور دچار فورینگ گرمایی می‌شود) این دما در طرف چند دقیقه ممکن است تا ۴۰۰-۱۷۰۰ یا بالاتر رود. پیش از ۴۰۰-۱۱۲۰۰ باید اپراتور موانع دمای واقعی را تشخیص دهد. لذا تقطه تنظیم @ set این نشانگر باید افزایش یابد. آموزش‌های لازم برای مقابله با افزایش بیش از حد دما به اپراتور علاقه‌کن این بخش از اولیها	کافی نیست	۲B	۱- تجهیزات (تیوب‌های E-۴۳۰) ۲- بهره وری	Ti-۳-۴۰۲ خروجی از راگور و ورودی به پدنه مینل	۲-۸	استاندارد شورون و نفت آمریکا	در دستگاه ساینپگر دمای موجود در اتاق کنترل دارای دو حالت (دمای زیر ۴۰۰-۱۱۲۰۰ و بالاتر از ۴۰۰-۱۱۲۰۰) می‌باشد که اپراتور با یک کلید چرخشی قطعی این وضعیت‌ها را تغییر می‌دهد. حال در صورتیکه دمای زیر ۴۰۰-۱۱۲۰۰ به دلیل خطای (مثلا در موافقی که راگور دچار فورینگ گرمایی می‌شود) این دما در طرف چند دقیقه ممکن است تا ۴۰۰-۱۷۰۰ یا بالاتر رود. پیش از ۴۰۰-۱۱۲۰۰ باید اپراتور موانع دمای واقعی را تشخیص دهد. لذا تقطه تنظیم @ set این نشانگر باید افزایش یابد. آموزش‌های لازم برای مقابله با افزایش بیش از حد دما به اپراتور علاقه‌کن این بخش از اولیها	۴C	

می باشد.

آنچه که به هنگام اجرای این روش در صنعت مورد مطالعه مشاهده کردیم و با روش اجرای دقیق این تکنیک مغایرت داشت این بود که سیستم Record keeping در صنعت باید بسیار گسترده و دقیق باشد تا به هنگام اجرای این روش بتوان به آسانی به اطلاعات دقیقی چون اعداد ریسک مربوط به خطرات مختلف دستیابی داشت. بعنوان مثال اگر کلیه بازرسی ها و آزمایش خوردگی در واحد بطور منظم اجرا و نتایج آزمون ثبت و نگهداری می شد، براحتی می توانستیم عدد ریسک یا کد RAC مربوطه را بصورت واقعی و دقیق تعیین نماییم و نیازی به جمع آوری نظرات عمومی و شفاهی مهندسين نداشتیم.

تقدیر و تشکر

در پایان لازم است از مدیرعامل، مدیر عملیات، واحد ایمنی، واحد تحقیق و توسعه، مدیر و پرسنل زحمتکش واحد آیزوماکس پالایشگاه و کلیه عزیزانی که ما را در این پروژه مساعدت نمودند تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

1. **Jeffery W. Vincoli.** System safety. New York: van Nastrand Reinhold. 1993.
2. **Benner L.** A guide for accident investigation" www.1.02melle11.doc.1999. Date of access 12/10/2002.
3. "Energy Trace and Barrier Analysis" www.tis.eh.doe.gov/analysis/trace/29/barrier.htm 1 Date of access: 24/12/2002.
4. **Roland H and Moriarty B.** System safety Engineering and Management. 1990; 2nd ed. John Wiley and sons, Inc. USA

در مورد نحوه ی تصمیم گیری برای اولویت در نصب، مسائل مختلفی از جمله مهارت های فنی و امور اقتصادی باید مد نظر قرار گیرند. باید در نظر داشت که در ردیف بعدی جدول ۶ به مشکل خوردگی (ردیف ۸-۲ جدول ۱) اشاره شده است.

مشکل خوردگی یکی از مهمترین عواملی است که در پالایشگاه ها و کلیه صنایع شیمیائی مطرح است. در واحد آیزوماکس و بخصوص بخش فشار بالا موضوع خوردگی بدلیل آنکه گرما و فشار زیاد تسریع کننده خوردگی هستند، می تواند صدمات بسیار شدیدی به این واحد وارد نماید. عدد ریسک این واقعه پس از مشورت با مهندسين بهره برداری و مراجعه به مستندات شیفت های مختلف ۱C تعیین شد.

چون این عدد ریسک غیر قابل قبول است (به جدول ۵ مراجعه شود) پس باید به سراغ توصیه های لازم رفت تا عدد ریسک را تا آنجا که در توان صنعت مذکور است، کاهش داد.

با مطالعات انجام شده می توان این عدد ریسک را تا سطح ۴C کاهش داد به شرطی که اقدامات توصیه شده و از آن جمله بازرسی و آزمایشات مختلف بصورت دقیق و منظم انجام شود. طبیعی است که موارد توصیه شده ای که بسیار مشکل بوده یا از نظر اقتصادی می توانند بسیار سنگین باشند در بندهای آخر موارد توصیه شده آمده اند.

در ردیف های ۳ و ۴ جدول ۶ نیز انرژی گرمایی و صدمات ناشی از آن به طرق مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند که از آن جمله می توان به مشکل شوک های حرارتی، ایجاد نقاط Hot spots و اشکال در مدار نمایشگر دمایی ۴۰۳ - ۲ - Ti (این نشانگر دمایی تیوب های مبدل ۴۳۰ را پایش می کند) اشاره نمود که می توانند باعث افزایش بیش از حد دمایی تیوبها و نهایتاً پارگی و انفجار شوند.

نتیجه گیری

در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده بطور کلی می توان نتیجه گیری نمود که تکنیک ETBA به راحتی در صنایع مختلف و حداقل در صنایع شیمیائی قابل اجرا می باشد و در شناسایی خطرات و حوادثی که در پی آنها ممکن است پیش بیایند بسیار مؤثر و مفید