دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی شیمی- طراحی فرآیندها

عنوان:

ارزیابی و شناسایی مخاطرات فرآیندی واحد بازیافت گوگرد پالایشگاه سرخس با استفاده از تکنیک HAZOP

استاد راهنما:

دکتر فرهاد شهرکی

استاد مشاور:

دکتر مهدی گوهررخی

تحقیق و نگارش:

میرمحمد خلیلی‌پور لنگرودی

این پایان‌نامه از حمایت مالی شرکت ملی گاز ایران و دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است

آذر ۱۳۸۹

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان ارزیابی و شناسایی مخاطرات فرآیندی واحد بازیافت گوگرد پالایشگاه سرخس با استفاده از تکنیک HAZOP قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- طراحی فرآیندها توسط دانشجو میرمحمد خلیلی‌پور لنگرودی تحت راهنمایی استاد پایان نامه دکتر فرهاد شهرکی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

میرمحمد خلیلی‌پور لنگرودی

این پایان نامه ۸ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر فرهاد شهرکی		
استاد مشاور:	دکتر مهدی گوهررخی		
داور ۱:	دکتر مرتضی زیودار		
داور ۲:	دکتر داوود محبی کلهری		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر محمد گیوه‌چی		

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب میرمحمد خلیلی‌پور لنگرودی تأیید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: میرمحمد خلیلی‌پور لنگرودی

امضاء

همه آنچه را که از نتایج تحقیقات در عرصه این مجموعه به دست آورده ام

پیشکش نگاه های محبت آمیز مادرم

و دستان چون تکیه گاه پدرم می کنم،

نگاه و دستانی که به یقین پل موفقیتم بودند.

و تقدیم به خواهر مهربانم، به امیدی که لبخند گرمش تا همیشه روزگار باقی بماند.

سپاسگزاری

این پایان نامه هم همچون هزاران پایان نامه دیگر به اتمام رسید. در این صعود پر فراز و نشیب بعد از توجه و لطف خدای مهربانم، افرادی بودند که بدون هیچ چشمداشتی یاریم کردند. اکنون بر خود لازم می دانم از راهنمایی های بی دریغ استاد عزیزم دکتر فرهاد شهرکی و استاد مشاور گرامی، دکتر مهدی گوهر رخی صمیمانه قدردانی نمایم.

همچنین از مدیر عامل محترم شرکت پالایش گاز شهید هاشمی نژاد، مهندس مسعود حسنی، معاونت محترم عملیات، مهندس محمد فرزانه مقدم، معاونت محترم مهندسی و توسعه مهندس ناصر اسلامی و همچنین اعضای محترم واحد مهندسی پژوهش و توسعه، آقایان مهندس علی اصغر محجوبی و مهندس مهرداد کسرایی و همکاران محترم پروژه، مهندس حسن دبیر، مهندس جلیل لعلی، مهندس علی حیدری، مهندس احمد وفایی و مهندس محمدرضا ساحلی کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

و در پایان از دوستان خوبم، گروه مهندسی شیمی- طراحی فرآیند ۸۷ که به نحوی در پیشبرد این پایان نامه به من کمک کردند و خاطره سازلحظات زیبای حضور در دانشگاه سیستان و بلوچستان بودند، صمیمانه تشکر می کنم و برای یکایک این عزیزان توفیق روزافزون از خداوند منان مسئلت می نمایم.

اگر در این پایان نامه نقاط قوتی وجود دارد مرهون راهنمایی های ارزنده استید ارجمندم دکتر فرهاد شهرکی و دکتر مهدی گوهر رخی بوده و مسؤلیت کلیه ضعف ها و لغزش ها به عهده اینجانب است.

میر محمد خلیلی پور لنگرودی

چکیده

امروزه، رشد آگاهی عمومی و نگرانی در مورد تهدید فعالیت‌های صنعتی بر روی سلامت انسان‌ها و محیط زیست، مدیریت‌های صنعتی را مجبور به افزایش سطح ایمنی خود نموده است. مطالعه مخاطرات و قابلیت عملکرد سیستم (HAZOP) به عنوان پرکاربردترین روش شناسایی مخاطرات فرآیندی شناخته شده است. هدف این مطالعه شناسایی مخاطرات فرآیندی و مشکلات بهره‌برداری در جهت کاهش مخاطرات و بهبود عملکرد سیستم واحدهای بازیافت گوگرد پالایشگاه گاز شهید هاشمی‌نژاد می‌باشد. در این راستا ۱۷۸ انحراف موجود توسط تیم HAZOP بررسی شده است. ۶۴ پیشنهاد کارشناسی برگرفته از نتایج HAZOP و ۳۲ پیشنهاد برگرفته از بررسی پرسشنامه‌های ایمنی و به منظور کاهش احتمال وقوع پیامدها، که عموما مربوط به مباحث زیست محیطی است، ارائه شده است. بر اساس بررسی‌های کارشناسانه صورت گرفته، راندمان واحد بازیافت گوگرد به شدت وابسته به عملکرد بخش‌های کوره-راکتور و تبدیل کننده‌های کاتالیستی می‌باشد. کاهش راندمان واحد بازیافت گوگرد می‌تواند منجر به نشر بیشتر SO_2 و افزایش آلودگی محیط زیست گردد. برای رسیدن به راندمان بالا در واحدهای بازیافت گوگرد، نسبت گاز اسیدی به هوا و بطور کلی دمای کوره-راکتور می‌بایست در مقدار طراحی ثابت نگه داشته شود. همچنین دو عامل اصلی، ورود هوای اضافی به بخش تبدیل کننده‌ها و کندانس شدن گوگرد بر روی کاتالیست‌ها و به طور کلی کاهش راندمان در بخش تبدیل کننده‌ها به سبب غیر فعال شدن کاتالیست‌ها، سبب کاهش بازده واحد می‌گردد. مهم‌ترین پیشنهادات بیان شده در این مطالعه شامل نصب سیستم پرجینگ، نصب سیستم "Double Block and Bleed"، نصب آنالایزر سوخت و اکسیژن، ساخت یک واحد تولید نیتروژن با خلوص ۹۹٪ و تعویض و نصب مشتعل‌کننده‌های مناسب در قسمت کوره واکنش و کوره‌های کمکی می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج این مطالعه می‌بایست دستورالعمل راه‌اندازی واحد اصلاح گشته و سیستم آنالایزر نسبت گاز اسیدی به هوا نیز در سرویس قرار گیرد.

کلمات کلیدی: HAZOP، ایمنی، شناسایی مخاطرات، واحد بازیافت گوگرد، ریسک، پالایشگاه

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه‌ای بر ایمنی و روش‌های شناسایی مخاطرات ۳

۱-۱- تاریخچه ایمنی ۴

۱-۲- مروری بر برخی فجایع عظیم صنعتی در گذشته ۷

۱-۲-۱- انفجار پالایشگاه فیسین فرانسه ۸

۱-۲-۲- آتش سوزی و انفجار سکوی تولید نفت دریای شمال، پایپر آلفا ۸

۱-۲-۳- حادثه سوسو ایتالیا ۹

۱-۲-۴-حادثه بوپال هندوستان ۹

۱-۳- اصطلاحات ۱۰

۱-۳-۱- ریسک ۱۰

۱-۳-۲- مخاطره ۱۱

۱-۳-۳- واقعه ۱۱

۱-۳-۴- حادثه ۱۱

۱-۳-۵- ایمنی ۱۲

۱-۳-۶- ریسک قابل تحمل ۱۲

۱-۴- معیارهای اندازه گیری ریسک ۱۲

۱-۴-۱- شاخص ریسک ۱۲

۱-۴-۲- شدت متوسط تلفات ۱۲

۱-۴-۳- ریسک شخصی ۱۳

۱-۴-۴- ریسک جمعی ۱۳

۱-۵- ارزیابی ریسک ۱۳

۱-۶- شناسایی مخاطرات ۱۴

۱-۶-۱- مرور ایمنی ۱۵
۱-۶-۲- آنالیز چک لیست ۱۶
۱-۶-۳- آنالیز پرسش ۱۷
۱-۶-۴- تحلیل مواد موجود در فرآیند و شرایط بحرانی ۱۷
۱-۶-۵- تجزیه تحلیل مقدماتی خطر(PHA) ۱۸
۱-۶-۶- مطالعه مخاطرات و راهبری(HAZOP) ۱۹
۱-۶-۷- تحلیل مخاطرات ۱۹
۱-۶-۸- تحلیل عیب‌ها و اثرات ۲۰
۱-۷- مدل‌سازی پیامد ۲۰
۱-۸- محاسبه تکرارپذیری حوادث ۲۱
۱-۸-۱- تحلیل درخت خطا ۲۲
۱-۸-۲- تحلیل درخت رویداد ۲۲
۱-۹- محاسبه ریسک ۲۵
۱-۹-۱- منحنی F-N ۲۵
۱-۹-۲- معیارهای پذیرش ریسک ۲۷
۱-۱۰- کاهش ریسک ۲۹
۱-۱۱-نتیجه گیری ۳۰
فصل دوم: دستورالعمل HAZOP ۳۳
۲-۱- مقدمه ۳۴
۲-۲- روش HAZOP ۳۵
۲-۳- ملزومات روش HAZOP ۳۵
۲-۳-۱- گروه HAZOP ۳۵
۲-۳-۲- اطلاعات ورودی ۳۶
۲-۳-۳- اطلاعات خروجی ۳۶
۲-۴- روش اجرای HAZOP ۳۶

۲-۴-۱- گره بندی ۳۶
۲-۴-۲- کاربرگ HAZOP ۳۶
۲-۴-۳- الگوریتم HAZOP ۳۹
۲-۵- ماتریس ریسک ۴۰
۲-۶- زمان لازم برای هر گره و مدت زمان کل مطالعه ۴۲
۲-۷- نرم افزارهای کامپیوتری ۴۴
۲-۸- معایب روش HAZOP ۴۴
۲-۹- استفاده ازمدلاسیون ریاضی جهت بهبود معایب روش HAZOP ۴۴
۲-۱۰- نتیجه‌گیری ۴۵
فصل سوم: شرح فرآیند واحد بازیافت گوگرد ۴۶
۳-۱- مختصری در مورد گوگرد و خواص آن ۴۷
۳-۱-۱- خصوصیات قابل توجه ۴۷
۳-۱-۲- کاربردها ۴۷
۳-۱-۳- نقش بیولوژیکی ۴۸
۳-۱-۴- تاریخچه ۴۸
۳-۱-۵- پیدایش ۴۸
۳-۱-۶- ترکیبات ۴۹
۳-۱-۷- ایزوتوپها ۵۰
۳-۱-۸- هشدارها ۵۰
۳-۲- شرح واحد بازیافت گوگرد ۵۱
۳-۲-۱- فرآیندهای مختلف بازیافت گوگرد ۵۱
۳-۲-۲- شرح فرآیند کلاوس (CLAUS) ۵۲
۳-۲-۳- شرح مختصر جریان گاز اسیدی در واحدهای بازیافت گوگرد ۵۴
۳-۲-۴- شرح عملیات در واحد بازیافت گوگرد ۵۷
۳-۲-۵- دمنده هوا ۵۷

۳-۲-۶- ناک اوت درام گاز اسیدی ۵۸
۳-۲-۷- کوره-راکتور ۵۸
۳-۲-۸- دیگ بازیافت حرارت W.H.B ۶۰
۳-۲-۹- کوالیسر ۶۱
۳-۲-۱۰- تبدیل کننده ۶۲
۳-۲-۱۱- کندانسور ۶۳
۳-۲-۱۲- پیش‌گرم کن‌ها ۶۴
۳-۲-۱۳- زباله سوز ۶۷
۳-۲-۱۴- مخزن گوگرد مذاب ۶۸
فصل چهارم: ملاحظات طراحی، ایمنی و پارمترهای کنترلی در واحد بازیافت گوگرد ۷۰
۴-۱- مقدمه ۷۱
۴-۲- بخش تولید هوای واحد ۷۱
۴-۲-۱- دمنده هوا ۷۱
۴-۲-۲- توربین بخار ۷۱
۴-۲-۳- سیستم روغن‌کاری دمنده ۷۲
۴-۲-۳-۱- پمپ اصلی روغن ۷۲
۴-۲-۳-۲- پمپ کمکی روغن ۷۳
۴-۲-۳-۳- کولر روغن ۷۳
۴-۲-۳-۴- فیلتر روغن ۷۳
۴-۲-۳-۵- شیر یک طرفه ۷۳
۴-۲-۳-۶- شیر تنظیم فشار ۷۴
۴-۲-۳-۷- دماسنج ۷۴
۴-۲-۳-۸- فشار سنج ۷۴
۴-۲-۳-۹- سوئیچ کنترل کننده پمپ کمکی روغن ۷۴
۴-۲-۳-۱۰- سویچ از سرویس خارج کننده برای فشار پایین روغن ۷۴

۴-۲-۴- پارامترهای اصلی کنترلی ۷۵
۴-۲-۴-۱- تغییرات دما ۷۵
۴-۲-۴-۲- نوسان ۷۶
۴-۳- ناک اوت درام (K.O.D) ۷۷
۴-۴- کوره-راکتور ۷۸
۴-۴-۱- پارامترهای اصلی کنترلی ۸۰
۴-۵- قسمت بازیافت حرارتی ۸۱
۴-۵-۱- پارامترهای اصلی کنترلی ۸۱
۴-۶- تبدیل کننده‌های واحد ۸۲
۴-۶-۱- دستورات کنترلی پیشگیرانه از کاهش فعالیت کاتالیزورها ۸۳
۴-۶-۲- پارامترهای اصلی کنترلی ۸۳
۴-۷- کندانسورها ۸۴
۴-۸- کوره‌های کمکی ۸۴
۴-۹- زباله سوز ۸۵
۴-۱۰- توقف های اضطراری واحد ۸۵
۴-۱۰-۱- قطع گاز ورودی ۸۵
۴-۱۰-۲- آتش سوزی ۸۵
۴-۱۰-۳- نشت گاز ۸۶
۴-۱۰-۴- قطع بخار آب ۸۶
۴-۱۰-۵- قطع آب تغذیه دیگ بخار ۸۶
۴-۱۰-۶- قطع هوای ابزار دقیق ۸۶
۴-۱۰-۶-۱- قطع کلی ۸۶
۴-۱۰-۶-۲- قطع محلی ۸۷
۴-۱۰-۷- از سرویس خارج شدن دستگاه ها ۸۷
۴-۱۰-۷-۱- پمپ های انتقال گوگرد ۸۷

۴-۱۰-۷-۲- دمنده هوا ۸۷
۴-۱۰-۷-۳- خنک کننده هوایی ۸۷
۴-۱۱- لیست آغاز کننده‌های توقف اضطراری و موارد تحت تاثیر ۸۸
فصل پنجم: مطالعات HAZOP واحد بازیافت گوگرد ۹۰
۵-۱-مقدمه ۹۱
۵-۲- فرضیات و ملاحظات در انجام مطالعات HAZOP ۹۳
۵-۳- نتیجه‌گیری ۹۴
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۶
۶-۱- مقدمه..... ۹۷
۶-۲- پیشنهادات عمومی..... ۹۷
۶-۳- نتایج حاصل از مطالعه مخاطرات و راهبری (HAZOP) ۹۹
۶-۳-۱- پیشنهادت سخت افزاری ۹۹
۶-۴- پیشنهادات حاصل از پرسشنامه های ایمنی..... ۱۰۸
۶-۴-۱- تجهیزات حفاظت فردی..... ۱۰۹
۶-۴-۲- مواد فرآیندی ۱۰۹
۶-۴-۳- بهداشت کار..... ۱۱۰
۶-۴-۴- حوادث..... ۱۱۰
۶-۴-۵- آموزش..... ۱۱۰
۶-۴-۶- شرایط کلی واحد..... ۱۱۱
۶-۴-۷- تعمیرات و نگهداری ۱۱۱
۶-۵- محاسن واحد از نظر رعایت اصول ایمنی..... ۱۱۲
مراجع ۱۱۳
پیوست‌ها..... ۱۱۶
پیوست (الف): مخاطرات مواد شیمیایی واحد بازیافت گوگرد ۱۱۷
پیوست (ب): پرسشنامه HSE ۱۶۷

پیوست (ج): مدارک HAZOP ۱۷۶

فهرست جداول

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۱-۱. نمونه ایی از برگه چک لیست ۱۷

جدول ۱-۲. نمونه ایی از برگه آنالیز پرسش ۱۷

جدول ۱-۳. احتمالات مربوط به درخت رویداد قبل ۲۴

جدول ۱-۴. بخش‌های منحنی F-N ۲۶

جدول ۲-۲. انحراف از تمایل طراحی برای دستگاه‌های متفاوت ۳۸

جدول ۲-۳. لغت واژه ها ۳۸

جدول ۲-۴. تعاریف کیفی شدت جهت آسیب وارده به انسان ۴۱

جدول ۲-۵. تعاریف کیفی احتمال ۴۱

جدول ۲-۶. تعاریف ارزش ریسک ۴۱

جدول ۳-۱. فرآیند های مختلف در بازیافت گوگرد ۵۲

جدول ۳-۲. شرایط طراحی گاز ورودی به واحد ۵۷

جدول ۳-۳. مشخصات کوره‌های کمکی واحد SRU ۶۶

جدول ۳-۴. مشخصات زباله سوز و دودکش ۶۸

جدول ۳-۵. مشخصات مخزن گوگرد ۶۹

جدول۴-۱. ترکیب درصد مولی خوراک ورودی به کروه -راکتور ۷۸

جدول ۴-۲. لیست ابزار دقیقی که موجب توقف واحد می‌گردند ۸۸

جدول۴-۳. لیست ابزار دقیقی که موجب خاموش شدن زباله سوز واحد می‌گردند ۸۸

جدول ۴-۴. لیست ابزار دقیقی که تحت تاثیر توقف واحد قرار می‌گردند ۸۹

جدول الف-۱. توصیف شدت خطرات لوزی آتش ۱۲۱

جدول الف-۲. توصیف درجه بندی مخاطرات (NAS) ۱۲۶

جدول الف-۳. توصیف درجه بندی مخاطرات (NAS) ۱۲۷
جدول الف-۴. توصیف درجه بندی مخاطرات (NAS) ۱۲۷
جدول الف-۵. حالت‌های ترمودینامیکی مواد ۱۲۸
جدول الف-۶. نام، شماره ثبت و فرمول دی اکسید گوگرد ۱۲۹
جدول الف-۷. کدهای NAS برای دی اکسید گوگرد ۱۳۵
جدول الف-۸. خواص فیزیکی و شیمیایی دی اکسید گوگرد ۱۳۶
جدول الف-۹. نام، شماره ثبت و فرمول سولفید هیدروژن ۱۳۶
جدول الف-۱۰. خواص فیزیکی و شیمیایی سولفید هیدروژن ۱۴۲
جدول الف-۱۱. نام، شماره ثبت و فرمول دی سولفید کربن ۱۴۲
جدول الف-۱۲. کدهای NAS برای دی سولفید کربن ۱۴۸
جدول الف-۱۳. خواص فیزیکی و شیمیایی دی سولفید کربن ۱۴۸
جدول الف-۱۴. نام، شماره ثبت و فرمول دی اتانول آمین ۱۴۹
جدول الف-۱۵. کدهای NAS برای دی اتانول آمین ۱۵۳
جدول الف-۱۶. خواص فیزیکی و شیمیایی دی اتانول آمین ۱۵۴
جدول الف-۱۷. نام، شماره ثبت و فرمول متان ۱۵۴
جدول الف-۱۸. کدهای NAS برای متان ۱۵۹
جدول الف-۱۹. خواص فیزیکی و شیمیایی متان ۱۶۰
جدول الف-۲۰. نام، شماره ثبت و فرمول منواکسید کربن ۱۶۰
جدول الف-۲۱. کدهای NAS برای منو اکسید کربن ۱۶۵
جدول الف-۲۲. خواص فیزیکی و شیمیایی منو اکسید کربن ۱۶۵
جدول ج-۱. لیست گره‌های به کار رفته در مطالعات HAZOP واحد بازیافت گوگرد ۱۷۷
جدول ج-۲. شماره و مکان نقشه‌های به‌کار رفته در مدارک HAZOP ۱۸۲
جدول ج-۳. لیست اعضای گروه به همراه تخصص هر کدام ۱۸۴
جدول ج-۴. افزایش فشار هوای خروجی در دمنده‌ها ۱۸۶
جدول ج-۵. کاهش فشار هوای خروجی در دمنده‌ها ۱۸۸

جدول ج-۶. افزایش دما در ورودی توربین‌ها ۱۸۹
جدول ج-۷. افزایش دما در یاتاقان‌های دمنده ۱۹۰
جدول ج-۸. کاهش دما در بخار ورودی به توربین‌ها ۱۹۱
جدول ج-۹. کاهش دما در دمنده‌ها ۱۹۲
جدول ج-۱۰. افزایش فشار در ورودی توربین‌ها ۱۹۲
جدول ج-۱۱. کاهش و یا قطع جریان هوای خروجی از دمنده‌ها ۱۹۳
جدول ج-۱۲. برگشت و یا انحراف جریان در دمنده‌ها ۱۹۴
جدول ج-۱۳. نقص در عملکرد شیرهای تراتل ۱۹۵
جدول ج-۱۴. کاهش، افزایش . یا عدم جریان در سیستم روغن‌کاری دمنده‌ها ۱۹۵
جدول ج-۱۵. افزایش دمای روغن روانکاری ۱۹۶
جدول ج-۱۶. کاهش دمای روغن روانکاری ۱۹۷
جدول ج-۱۷. افزایش فشار روغن در خروجی پمپ‌های سیستم روغنکاری ۱۹۷
جدول ج-۱۸. افزایش فشار روغن ۱۹۸
جدول ج-۱۹. کاهش فشار در سیستم روغنکاری ۱۹۹
جدول ج-۲۰. افزایش سطح روغن در مخزن ذخیره روغن روانکاری ۲۰۰
جدول ج-۲۱. کاهش سطح روغن در مخزن ذخیره روغن روانکار ۲۰۱
جدول ج-۲۲. نشتی در قسمت لوله‌های کولر روغن ۲۰۱
جدول ج-۲۳. افزایش فشار KOD گاز اسیدی ۲۰۲
جدول ج-۲۴. کاهش فشار KOD گاز اسیدی ۲۰۳
جدول ج-۲۵. افزایش سطح در KOD گاز اسیدی ۲۰۴
جدول ج-۲۶. کاهش سطح در KOD گاز اسیدی ۲۰۵
جدول ج-۲۷. افزایش جریان در KOD گاز اسیدی ۲۰۵
جدول ج-۲۸. کاهش جریان در KOD گاز اسیدی ۲۰۶
جدول ج-۲۹. افزایش دمای KOD گاز اسیدی ۲۰۶
جدول ج-۳۰. کاهش دمای KOD گاز اسیدی ۲۰۷

جدول ج-۳۱. مخاطرات Start-up/Shutdown در KOD گاز اسیدی..... ۲۰۷
جدول ج-۳۲. افزایش دما در گره کوره-راکتور واحد ۲۰۸
جدول ج-۳۳. کاهش دما در گره کوره-راکتور واحد ۲۱۰
جدول ج-۳۴. افزایش فشار در گره کوره-راکتور واحد ۲۱۲
جدول ج-۳۵. کاهش فشار در گره کوره-راکتور واحد..... ۲۱۳
جدول ج-۳۶. افزایش/کاهش جریان گاز اسیدی در خوراک ورودی به کوره-راکتور ۲۱۴
جدول ج-۳۷. ورود ذرات مایع به همراه گاز اسیدی در خوراک کوره-راکتور ۲۱۵
جدول ج-۳۸. عدم ایجاد جرقه در عملیات راه‌اندازی در کوره-راکتور واحد.....۲۱۶
جدول ج-۳۹. مخاطرات Start-up/Shutdown در گره کوره-راکتور ۲۱۷
جدول ج-۴۰. افزایش فشار در قسمت WHB واحد ۲۱۸
جدول ج-۴۱. کاهش فشار در قسمت WHB واحد..... ۲۱۹
جدول ج-۴۲. افزایش سطح در قسمت WHB واحد ۲۲۰
جدول ج-۴۳. کاهش سطح در قسمت WHB واحد..... ۲۲۱
جدول ج-۴۴. افزایش دما در قسمت WHB واحد..... ۲۲۲
جدول ج-۴۵. کاهش دما در گاز فرآیندی ورودی به WHB واحد ۲۲۳
جدول ج-۴۶. نشتی در قسمت لوله‌هایWHB واحد..... ۲۲۴
جدول ج-۴۷. افزایش جریان گاز اسیدی ورودی به WHB واحد..... ۲۲۵
جدول ج-۴۸. افزایش جریان BFW ورودی به WHB واحد..... ۲۲۵
جدول ج-۴۹. کاهش/قطع جریانBFW ورودی به WHB واحد ۲۲۶
جدول ج-۵۰. افزایش غلظت ترکیبات معدنی در قسمت ظرف بخار WHB واحد ۲۲۶
جدول ج-۵۱. افزایش فشار در قسمت کوالیسر گوگرد..... ۲۲۷
جدول ج-۵۲. کاهش فشار در قسمت کوالیسر گوگرد ۲۲۷
جدول ج-۵۳. نشت در قسمت کوالیسر گوگرد..... ۲۲۸
جدول ج-۵۴. افزایش دما در قسمت کوالیسر گوگرد ۲۲۸
جدول ج-۵۵. کاهش دما در قسمت کوالیسر گوگرد ۲۲۸

جدول ج-۵۶. کاهش/قطع جریان گاز ورودی به کوالیسر گوگرد ۲۲۹
جدول ج-۵۷. افزایش سطح در قسمت کوالیسر گوگرد ۲۳۰
جدول ج-۵۸. افزایش دما در قسمت خروجی Mixer ۲۳۰
جدول ج-۵۹. کاهش دما در خروجی Mixer ۲۳۱
جدول ج-۶۰. افزایش فشار در خروجی Mixer ۲۳۲
جدول ج-۶۱. افزایش جریان گاز در خروجی Mixer ۲۳۳
جدول ج-۶۲. افزایش دما در تبدیل کننده اول واحد ۲۳۳
جدول ج-۶۳. کاهش دما در تبدیل کننده اول واحد ۲۳۴
جدول ج-۶۴. افزایش فشار در تبدیل کننده اول واحد ۲۳۴
جدول ج-۶۵. کاهش فشار در تبدیل کننده اول واحد ۲۳۵
جدول ج-۶۶. افزایش اختلاف فشار در تبدیل کننده اول واحد ۲۳۵
جدول ج-۶۷. عملکرد نادرست در تبدیل کننده اول واحد ۲۳۶
جدول ج-۶۸. مخاطرات Start-up/Shutdown تبدیل کننده اول ۲۳۶
جدول ج-۶۹. افزایش فشار در کندانسور اول واحد ۲۳۸
جدول ج-۷۰. کاهش فشار در کندانسور اول واحد ۲۳۹
جدول ج-۷۱. افزایش سطح در کندانسور اول واحد ۲۴۰
جدول ج-۷۲. کاهش سطح در کندانسور اول واحد ۲۴۱
جدول ج-۷۳. افزایش دما در کندانسور اول واحد ۲۴۲
جدول ج-۷۴. کاهش دما در خوراک ورودی کندانسور اول واحد ۲۴۲
جدول ج-۷۵. نشت در قسمت لوله‌های کندانسور اول واحد ۲۴۳
جدول ج-۷۶. کاهش جریان در کندانسور اول واحد ۲۴۴
جدول ج-۷۷. افزایش جریان BFW در ورودی کندانسور اول واحد ۲۴۴
جدول ج-۷۸. کاهش/قطع جریان BFW در کندانسور اول واحد ۲۴۴
جدول ج-۷۹. افزایش مقدار غلظت مواد معدنی در محفظه بخار کندانسور اول واحد ۲۴۵
جدول ج-۸۰. افزایش فشار در کوالیسر اول واحد ۲۴۵

جدول ج-۸۱. کاهش فشار در کوالیسر اول واحد ۲۴۶
جدول ج-۸۲. نشت در کوالیسر اول واحد ۲۴۶
جدول ج-۸۳. افزایش دما در کوالیسر اول واحد ۲۴۶
جدول ج-۸۴. کاهش دما در کوالیسر اول واحد ۲۴۷
جدول ج-۸۵. کاهش/قطع جریان خوراک ورودی به کوالیسر اول واحد ۲۴۷
جدول ج-۸۶. افزایش سطح در کوالیسر اول واحد ۲۴۸
جدول ج-۸۷. افزایش مقدار جریان هوای احتراق در کوره کمکی دوم واحد ۲۴۸
جدول ج-۸۸. کاهش/قطع مقدار جریان هوای احتراق در کوره کمکی دوم واحد ۲۴۹
جدول ج-۸۹. افزایش فشار جریان هوای احتراق در کوره کمکی دوم واحد ۲۴۹
جدول ج-۹۰. کاهش فشار جریان هوای احتراق در کوره کمکی دوم واحد ۲۵۰
جدول ج-۹۱. افزایش دما در خروجی کوره کمکی دوم واحد ۲۵۰
جدول ج-۹۲. کاهش دما در خروجی کوره کمکی دوم واحد ۲۵۱
جدول ج-۹۳. افزایش جریان سوخت ورودی به کوره کمکی دوم واحد ۲۵۱
جدول ج-۹۴. کاهش جریان سوخت ورودی به کوره کمکی دوم واحد ۲۵۲
جدول ج-۹۵. افزایش/کاهش فشار در خط سوخت ورودی به کوره کمکی دوم واحد ۲۵۳
جدول ج-۹۶. افزایش فشار هوای ابزار دقیق و خط سوخت شمعک کوره کمکی دوم واحد(در عملیات راه اندازی) ۲۵۳
جدول ج-۹۷. عدم ایجاد جرقه در عملیات راه اندازی کوره کمکی دوم واحد ۲۵۴
جدول ج-۹۸. مخاطرات Start-up/Shutdown کوره کمکی دوم واحد ۲۵۵
جدول ج-۹۹. افزایش دما در تبدیل کننده دوم واحد ۲۵۷
جدول ج-۱۰۰. کاهش دما در تبدیل کننده دوم واحد ۲۵۶
جدول ج-۱۰۱. افزایش فشار در تبدیل کننده دوم واحد ۲۵۷
جدول ج-۱۰۲. کاهش فشار در تبدیل کننده دوم واحد ۲۵۷
جدول ج-۱۰۳. افزایش اختلاف فشار در تبدیل کننده دوم واحد ۲۵۸
جدول ج-۱۰۴. عملکرد نادرست در تبدیل کننده دوم واحد ۲۵۸