بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی مواد و متالورژی

شرکت صنایع ملی مس ایران
مرکز تحقیق و توسعه

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد و متالورژی
گرایش شناسایی و انتخاب مواد

شبیه سازی جریان گازهای خروجی از کوره فلش به بویلر بازیافت حرارت در کارخانه ذوب مس خاتون آباد

استاد راهنما :
دکتر محمدرضا ایزدپناه

استاد مشاور :
مهندس علیرضا عرب سلغار

مشاور صنعتی :
مهندس پیمان جمالی

مولف :
محمدرضا بهرامپور

تیر ماه ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی مواد و متالورژی
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : محمدرضا بهرامپور

استاد راهنما: دکتر محمدرضا ایزدپناه

استاد مشاور: مهندس علیرضا عرب سلغار

داور ۱: دکتر حمید دوست محمدی

داور۲: دکتر سعید جعفری

نماینده ی تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع: دکتر حجت الله رنجبر

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر حجت الله رنجبر

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

پدر بزرگوارم

و

مادر مهربانم

چکیده :

از بویلر بازیافت حرارت[1] می توان به عنوان مهمترین و اساسی ترین واحد بازیابی انرژی وغبارات خارج شده از کوره فلش[2] نام برد که هرگونه اختلال در عملکرد این واحد به منزله توقف تولید مس از کنسانتره های سولفیدی در این نوع کوره ها است. در انجام کارکرد مناسب بویلر بازیافت حرارت پارامترهای زیادی دخیل هستندکه از اینجمله می توان به طراحی و هندسه آن، ترکیب شیمیایی و دبی هوای سولفاتیزینگ و همچنین محل ورودی آن، نوع و ترکیب غبارات خارج شده از کوره فلش، تراوش هوا از هوپرهای واقع در پائین بویلر، محل، اندازه و تعداد صفحات خنک کننده گاز درون بویلر اشاره کرد. در این مطالعه جریان گاز درون بویلر کوره فلش کارخانه ذوب مس خاتون آباد از دیدگاه انتقال حرارت و سرعت شبیه سازی شد و تاثیر عوامل مختلف روی آن مورد بررسی قرار گرفت. جهت شبیه سازی فرایند، از یک هندسه سه بعدی استفاده گردید که توسط نرم افزار گمبیت تولید، و در نرم افزار فلوئنت مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از شبیه سازی علاوه بر مشخص کردن مناطق مرده بویلر نشان داد که اصلاح محل ورودی هوای سولفاتیزینگ به بهبود عملکرد بویلر کمک شایانی می کند. به علاوه مشخص شد که چطور رسوب تشکیل شده روی بدنه بویلر مانع انتقال حرارت و کاهش راندمان بویلر می شود.

کلمات کلیدی: بویلر بازیافت حرارت، کوره فلش، شبیه سازی، فلوئنت.

1 - Waste – heat boiler
2- Flash furnace

تشکر و قدردانی :

خداوند را شاکرم که مرا در مسیر علم و دانش قرار داد تا بتوانم این دستاورد علمی هرچند کوچک را به اتمام برسانم و من باب حدیث شریف من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق بر خود واجب می دانم از اساتید بزرگواری که با راهنمایی های خود روند رو به رشد این پایان نامه را به وجود آورند تشکر نمایم.

سپاسگزار استاد عزیزم جناب آقای دکتر محمد رضا ایزدپناه هستم که هرچند بعد فاصله ایشان را از من دور کرده بود اما اتمام این پایان نامه بدون زحمات، تجربیات و راهنمایی های این استاد گرانقدر امکان پذیر نبود.

تشکر می کنم از تمامی اساتید محترم بخش متالورژی دانشگاه شهید باهنر کرمان، که هرچه یاد گرفتم و خواهم گرفت مدیون ایشان هستم و افتخار می کنم که مدال شاگردی این عزیزان را به گردن دارم.

از دوست عزیزم جناب آقای مهندس علیرضا عرب سلغار که با تهیه مقالات، ارئه پیشنهادات ارزنده مشوق و راهنمای من بودند کمال تشکر را دارم.

از مسئولین محترم شرکت صنایع مس ملی ایران بخصوص جناب آقای مهندس معینی، مهندس ایلخانی و مهندس جمالی که امکانات را در حد توان برایم فراهم نموده اند به رسم ادب از تک تک این عزیزان قدردانی می نمایم.

در انتها بر خود لازم می دانم از جناب پروفسور Yong Xiang Yang از دانشگاه Delft هلند که بدون هیچگونه چشم داشتی به سوالات ارسال شده پاسخ می دادند سپاسگزاری نمایم.

محمدرضا بهرامپور

تیر ۱۳۹۰

فهرست مطالب:

موضوع **صفحه**

فصل اول) مقدمه

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- تعریف مسئله..... ۳

۱-۳- اهداف..... ۴

فصل دوم) مروری بر منابع

۲-۱- توصیف روشهای صنعتی ذوب مس ۶

۲-۲- تشریح فرایند تولید مات در کوره فلش..... ۷

۲-۲-۱- قسمت های مختلف کوره فلش..... ۹

۲-۳- بویلر بازیافت حرارت..... ۱۱

۲-۳-۱- ساختمان بویلر بازیافت حرارت..... ۱۱

۲-۳-۲- فرایندهای انجام گرفته درون بویلر..... ۱۳

۲-۳-۲-۱- سولفاته شدن ذرات..... ۱۳

۲-۳-۲-۲- نشت هوا از هوپر..... ۱۶

۲-۳-۲-۳-گاز سولفاتیزینگ..... ۱۷

۲-۴- شکل گیری گرد وغبارات..... ۱۷

۲-۵- مروری بر تحقیقات گذشته..... ۱۸
۲-۵-۱- تحقیقات انجام گرفته روی کوره فلش..... ۱۹
۲-۵-۲- تحقیقات انجام گرفته روی بویلر بازیافت حرارت..... ۱۹
۲-۵-۳- شبیه سازی های انجام گرفته روی بویلر بازیافت حرارت..... ۲۲
فصل سوم) مقدمات شبیه سازی
۳-۱- توصیف انتقال حرارت تابشی..... ۲۶
۳-۱-۱- تابش های الکترومغناطیسی..... ۲۶
۳-۱-۲- خواص تابشی سطوح..... ۲۸
۳-۱-۳- جسم سیاه ۲۹
۳-۱-۴- ضریب نشر..... ۲۹
۳-۱-۵- ضریب جذب..... ۳۱
۳-۱-۶- جسم خاکستری ۳۱
۳-۱-۷- مشخصه های سطوح واقعی..... ۳۲
۳-۱-۸- تابش گازها ۳۲
۳-۱-۹- اثر ذرات روی انتقال حرارت تشعشعی ۳۶
۳-۲- مروری بر مبانی مکانیک سیالات..... ۳۷
۳-۲-۱- سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی..... ۳۸
۳-۲-۲- جریان چسبنده و غیر چسبنده..... ۳۹

۳-۲-۳- سیال تراکم پذیر و تراکم ناپذیر..... ۳۹

۳-۲-۴- عدد رینولدز ۳۹

۳-۲-۵- جریان آرام و آشفته..... ۴۰

۳-۲-۶- انواع مدل اغتشاش..... ۴۳

۳-۲-۶-۱- مدل های دو معادله ای..... ۴۳

۳-۲-۶-۲- انواع مدل های K-ε ۴۴

۳-۲-۶-۲-۱- مدل K-ε استاندارد..... ۴۴

۳-۲-۶-۲-۲-مدل RNG K-ε ۴۵

۳-۲-۶-۲-۳-مدل Realizable K-ε ۴۵

۳-۳- معادلات حاکم برجریان سیال و انتقال حرارت..... ۴۶

۳-۳-۱- معادله بقای جرم..... ۴۷

۳-۳-۲- نرخ های تغییر مربوط به یک ذره سیال و یک المان سیال..... ۴۸

۳-۳-۳- معادله اندازه حرکت..... ۴۹

۳-۳-۴- معادله انرژی..... ۵۰

۳-۴- دینامیک سیالات محاسباتی..... ۵۱

۳-۴-۱- مقدمه..... ۵۱

۳-۴-۲- تکنیک دینامیک سیالات محاسباتی در حل معادلات حاکم..... ۵۳

۳-۵- روش حجم محدود..... ۵۶

۳ـ۵ـ۱- قانون بقاء انتگرالی..... ۵۷
۳ـ۵ـ۲- تعیین حجم کنترل..... ۵۸
۳ـ۵ـ۳-گسسته سازی..... ۵۹
۳ـ۵ـ۳ـ۱- قواعد تربیع نیوتن – کوتزبرای فواصل..... ۵۹
۳ـ۵ـ۴-تکنیک های درون یابی..... ۶۱
۳ـ۵ـ۴ـ۱-تخمین شار جابجایی..... ۶۲
۳ـ۶- معرفی نرم افزار فلوئنت و ویژگی های آن..... ۶۵
فصل چهارم) مواد و روش تحقیق
۴ـ۱- مشخصات بویلر بازیافت حرارت کارخانه ی ذوب مس خاتون آباد..... ۶۹
۴ـ۲- تولید شبکه در نرم افزار گمبیت..... ۷۰
۴ـ۳- مش بندی..... ۷۲
۴ـ۴- تعیین مرزهای مسئله در نرم افزار گمبیت..... ۷۳
۴ـ۵- روش حل در نرم افزار فلوئنت..... ۷۳
۴ـ۵ـ۱- مدل های فیزیکی مورد استفاده در شبیه سازی بویلر بازیافت حرارت..... ۷۳
۴ـ۵ـ۱ـ۱- تنظیم حل کننده ۷۳
۴ـ۵ـ۱ـ۲- انتخاب مدل مغشوش..... ۷۴
۴ـ۵ـ۱ـ۳- انتخاب مدل تشعشعی..... ۷۵
۴ـ۵ـ۱ـ۳ـ۱- مزایا و محدودیت های مدل p-۱ ..... ۷۶

۴ـ۵ـ۲- تنظیم خواص فیزیکی..... ۷۷
۴ـ۵ـ۲ـ۱- تنظیم خواص سیال..... ۷۷
۴ـ۵ـ۲ـ۲-تنظیم خواص بدنه ی بویلر..... ۷۸
۴ـ۵ـ۳- تنظیم شرایط مرزی..... ۷۸
۴ـ۵ـ۳ـ۱- شرایط مرزی ورودی..... ۷۹
۴ـ۵ـ۳ـ۲- شرایط مرزی دیوارها..... ۸۰
۴ـ۶- فرضیات..... ۸۶
فصل پنجم) نتایج و بحث
۵ـ۱- بررسی صحت مدل ۸۲
۵ـ۱ـ ۱- نتایج حاصل از بررسی صحت مدل..... ۸۳
۵ـ۲- بررسی نتایج شیوه حرکت سیال درون بویلر بازیافت حرارت..... ۸۶
۵ـ۳-بررسی نتایج توزیع دمایی در بویلر بازیافت حرارت..... ۹۰
۵ـ۳ـ۱- تصحیح ضریب نشر دیوارها و صفحات تابشی درون بویلر بازیافت حرارت..... ۹۰
۵ـ۳ـ۲- تراوش هوا و شرایط تشکیل سولفات ها و اسید سولفوریک..... ۹۳
۵ـ۳ـ۳- تاثیر تجمع رسوب بر توزیع دمایی در بویلر..... ۹۶
فصل ششم) نتیجه گیری..... ۱۰۰
فصل هفتم) پیشنهادات
پیشنهادات ۱۰۳
مراجع و ماخذ..... ۱۰۴

فهرست جدول ها:

موضوع **صفحه**

جدول ۴-۱: خواص گاز خروجی کوره فلش (گاز ورودی بویلر).....۷۷

جدول ۴-۲: خواص هوای سولفاتیزینگ.....۷۸

جدول ۴-۳ : خواص رسوب تشکیل شده روی بدنه بویلر.....۷۸

جدول ۴-۴ : مشخصات ورودی و شرایط مرزی برای گاز خروجی کوره فلش (گاز ورودی بویلر)....۷۹

جدول ۴-۵ : مشخصات ورودی و شرایط مرزی برای هوای سولفاتیزینگ.....۷۹

جدول ۵-۱: سهم هر یک از صفحات تابشی در انتقال حرارت به صورت تشعشع قبل از اصلاح.....۸۹

جدول ۵-۲: سهم هر یک از صفحات تابشی در انتقال حرارت به صورت تشعشع پس از اصلاح.....۸۹

فهرست شکل ها:

موضوع **صفحه**

شکل ۲-۱: فرایندها و عملیاتهای لازم برای تبدیل کنسانتره به مس کاتد.....۸

شکل ۲- ۲: کوره ذوب فلش به همراه بویلر بازیافت حرارت و فیلترهای الکترواستاتیکی.....۹

شکل ۲-۳: قسمت های مختلف یک بویلر بازیافت حرارت.....۱۲

شکل ۲-۴: سطوح تعادل و غالب در فشار SO_2 ثابت به صورت تابعی از دما.....۱۴

شکل ۲-۵: سطوح تعادل و غالب در دمای ثابت برای سیستم Me-S-O ۱۵

شکل ۲-۶: توزیع عناصر مختلف بین گاز ، سرباره و مات ۷۵ درصد مس ۱۸

شکل ۲-۷: مقادیر سولفات مس تشکیل شده بر حسب زمان ماندگاری ذرات و مقدار اکسیژن ۲۰

شکل ۲-۸: تاثیر مقدار گوگرد دی اکسید و اکسیژن بر دمای بهینه تشکیل سولفات مس.....۲۱

شکل ۲-۹: مقادیر سولفات مس تشکیل شده بر حسب اندازه ذرات اکسید مس ۲۲

شکل ۲-۱۰: طراحی بویلر بازیافت حرارت با استفاده از یک دیوار مانع درقسمت تشعشعی.....۲۳

شکل ۳-۱: طیف تشعشع الکترومغناطیسی.....۲۷

شکل ۳-۲: مقایسه گسیل تشعشع از جسم سیاه و سطح حقیقی از دیدگاه توزیع جهتی.....۳۰

شکل ۳-۳: توزیع های جهتی انتخابی برای گسیلمندی جهتی کلی.....۳۰

شکل ۳-۴: مقایسه گسیل تشعشع از جسم سیاه و سطح حقیقی از دیدگاه توزیع طیفی.....۳۲

شکل ۳-۵: جذب در یک لایه گاز.....۳۳

شکل ۳-۶: گسیلمندی بخار آب در مخلوطی از گازهای تشعشع ناکننده با فشار کلی ۱ اتمسفر ۳۵

شکل ۳-۷: ضریب تصحیح برای تعیین گسیلمندی بخار آب در فشارهای غیر از ۱ اتمسفر.....۳۵

شکل ۳-۸: حرکت لایه ای سیال واقعی در امتداد مرز صلب.....۳۷

شکل ۳-۹: رشد لایه مرزی بر روی یک صفحه تخت.....۴۱

شکل ۳-۱۰: المان سیال مربوط به قوانین بقاء.....۴۷

شکل ۳-۱۱: جریان های جرمی ورودی و خروجی المان سیال.....۴۸

شکل ۳-۱۲: روند تحلیل و شبیه سازی سیال.....۵۴

شکل ۳-۱۳: حجم کنترل محدود همرا با نمایش بردار عمود و شار عبور از سطح.....۵۷

شکل ۳-۱۴: تفاوت در تعاریف حجم کنترل ۵۹

شکل ۳-۱۵: انواع سلول های قابل استفاده در نرم افزار فلوئنت.....۶۶

شکل ۴-۱: تولید هندسه مورد نظر در نرم افزار گمبیت.....۷۱

شکل ۴-۲: هندسه مش بندی شده با استفاده از سلول تتراهدرال.....۷۲

شکل ۵-۱: بویلر بازیافت حرارت شرکت اتوکمپو فنلاند.....۸۲

شکل ۵-۲: کانتور توزیع دمایی سیال درون بویلر کارخانه شرکت اتوکمپو فنلاند ۸۳

شکل ۵-۳: کانتور بزرگی سرعت سیال درون بویلر کارخانه شرکت اتوکمپو فنلاند ۸۴

شکل ۵-۴: کانتور توزیع تشعشع سیال درون بویلرکارخانه شرکت اتوکمپو فنلاند ۸۵

شکل ۵-۵: سرعت سیال درون بویلر بازیافت حرارت ذوب مس خاتون آباد.....۸۶

شکل ۵-۶: بردار سرعت سیال درون بویلر بازیافت حرارت ذوب مس خاتون آباد.....۸۷

شکل ۵-۷: کانتورسرعت سیال درون بویلر مس خاتون آباد پس از اصلاح ۸۷
شکل ۵-۸: بردار سرعت سیال درون بویلر مس خاتون آباد پس از اصلاح..... ۸۸
شکل ۵-۹: بزرگی سرعت سیال درون بویلر مس خاتون آباد قبل و پس از اصلاح..... ۸۹
شکل ۵-۱۰: کانتور توزیع دمایی سیال درون بویلر با ضریب نشر ۰/۷..... ۹۰
شکل ۵-۱۱: کانتور توزیع دمایی سیال درون بویلر با ضریب نشر ۰/۴۵ ..... ۹۱
شکل ۵-۱۲: توزیع دمایی درون بویلر با ضریب نشر ۰/۷ و ۰/۴۵..... ۹۲
شکل ۵-۱۳: توزیع دمایی درون بویلر ضریب نشر ۰/۷ و ۰/۴۵..... ۹۲
شکل ۵-۱۴: توزیع دمایی در بویلر با در نظر گرفتن ضریب نشر ۰/۴۵ برای دیوار ها..... ۹۳
شکل۵-۱۵: نمای عرضی از توزیع دمایی در بویلر در صفحه ورود گاز سولفاتیزینگ..... ۹۵
شکل ۵-۱۶: توزیع دمایی در بویلر با در نظر گرفتن مقدار رسوب تجمع یافته..... ۹۶
شکل ۵-۱۷: توزیع دمایی در مسیر۱ درون بویلر با وجود رسوب و عدم وجود رسوب ۹۷
شکل ۵-۱۸: توزیع دمایی در مسیر۲ درون بویلر با وجود رسوب و عدم وجود رسوب ۹۷

فصل اول

مقدمه

۱ – ۱ – مقدمه

طی گذشت یک قرن، فرایندهای پیرو متالورژی و بخصوص استخراج مس و نیکل از سنگ های سولفیدی، دستخوش تغییرات زیادی شده است و کوره های مختلفی همانند ریورب یا الکتریکی، گدازش و یا تهیه مات[1] آنها را تجربه کرده اند. با پیشرفت تکنولوژی صنایع، زمینه ی لازم برای تهیه مات از نظر نوع ترکیب و همچنین صرفه جویی در انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست فراهم شد. با روی کار آمدن کوره های فلش بستری مناسب برای صرفه جویی انرژی وبه دنبال آن کاهش هزینه ها در پروسه های استخراج مس و نیکل ایجاد گردید و این کوره ها به تدریج جایگزین کوره های قدیمی تر و پر هزینه تر شدند.

در فرایند تولید این دو فلز اگر از کوره هایی مانند کوره های الکتریکی استفاده شود به دلیل اینکه حجم گازهای تولید شده پائین است گرمای کمتری به هدر می رود که احتیاج به جبران گرمای از دست رفته نیست. اما در کوره های فلش گازهای خروجی از کوره به حجم نسبتا زیاد و با دمای بالا کوره را ترک می کنند که بازیابی گرمای این گازها کاری ضروری است. علاوه بر آن، مقدار قابل توجهی از شارژ اولیه در کوره فرصت ذوب پیدا نکرده و به همراه گاز از دودکش کوره خارج می شوند، که این خود عامل دیگرست که نصب واحد بازیابی را توجیه می کند.

در این پروسه و در خط بازیابی دو واحد مهم به چشم می آید بویلر بازیافت حرارت و فیلتر های الکترواستاتیک[2]. بویلر بازیافت حرارت که موضوع مطالعه این پایان نامه است شامل دو بخش تابشی[3] و جابجایی[4] است و با توجه به اینکه تبادل انرژی تشعشعی در بخش تابشی اهمیت پیدا می کند، بیشتر مطالعه روی این قسمت متمرکز شده است. به علت اینکه این واحد بازیافت مستقیما به دودکش کوره متصل است، در نتیجه هرگونه مشکل در عملکرد بویلر تاثیر مستقیم در فرایند خود کوره می گذارد تا جایی که گاهی اوقات منجر به توقف تولید و تهیه مات می شود. مواردی که در این زمینه می تواند باعث بروز مشکلات شوند شامل بندهای ذیل میگردد[۱،۲،۳]:

- افزایش یا کاهش موضعی دما در قسمت هایی از بویلر
- انجام واکنش های نا خواسته، همانند تولید و میعان اسید سولفوریک
- تجمع ذرات روی بدنه بویلر و ممانعت از انتقال حرارت مفید
- انباشته شدن ذرات[5] در نقاط موضعی و مسدود کردن حرکت جریان گاز درون بویلر

1- Matt
2- Electrostatic precipitator
3- Radition section
4- Convetion section
5- Accretion

معمولا به دو طریق می شود از فعل و انفعالات درون بویلر اطلاع پیدا کرد :

۱- استفاده از مدل های فیزیکی

۲- بهره بردن از شبیه سازی عددی.

به علت هزینه های بالای استفاده از مدل های فیزیکی و همچنین زمان طولانی انجام این آزمایشات، محققین و پژوهشگران به شبیه سازی عددی روی آورده اند.

در این پژوهش حرکت جریان گاز درون بویلر شبیه سازی شده است تا توزیع دما، نحوه حرکت گاز و تاثیر پارامترهای مختلف بر عملکرد بویلر مورد بررسی قرار گیرد. نرم افزار فلوئنت که یکی از قدرتمندترین نرم افزار دینامیک سیالات محاسباتی است و بر پایه روش حجم محدود برنامه ریزی شده است در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است.

۱ – ۲ – تعریف مسئله

تعریف و مشخص کردن حرکت گاز درون بویلر بسیار پیچیده و بغرنج است زیرا هم شبیه سازی انتقال حرات تابشی که نوع انتقال حرارت غالب در قسمت تشعشعی بویلر است مشکل است و هم نوع حرکت گاز، که حرکتی متلاطم و غیر آرام دارد. پارامترهای متفاوتی بر فرایند بویلرتاثیر گذار است که اهم آنها شامل موارد زیر می شود [۱،۲،۳] :

- دمای گاز خروجی کوره فلش
- ترکیب گاز خروجی کوره فلش
- دمای هوای سولفاتیزینگ
- ترکیب هوای سولفاتیزینگ
- حجم و دبی هوای سولفاتیزینگ
- محل ورودی هوای سولفاتیزینگ
- هندسه و شکل بویلر بازیافت حرارت
- تراوش هوا از هوپرهای[1] زیر بویلر
- تعداد و محل صفحات تابشی درون بویلر
- مقدار و بزرگی ذرات کنسانتره خارج شده از کوره

پیدا کردن حالت و شرایط مناسب در درون بویلر با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای تاثیر گذار در فعل و انفعالات بویلر امکان پذیر می باشد. برای مشخص شدن عملکرد واقعی این واحد، باید

1 - Hopper

تمامی موارد مهم همچون تجمع ذرات روی بدنه بویلر که می تواند به نوعی موجب مشکلاتی از قبیل، کاهش انتقال حرارت درون آن می شود را در مسئله وارد کرد و راههایی برای جلوگیری از به وجود آمدن این مشکلات را ارائه نمود.

۱-۳- اهداف

کارخانه ذوب مس خاتون آباد شهرستان شهربابک استان کرمان تنها کارخانه ای است که مجهز به کوره فلش می باشد و از آنجایی که این کارخانه یکی از قطب های اصلی تولید مس در کشور است، پیدا کردن شرایط بهینه برای تولید مس و بالا بردن راندمان کار، ضروری به نظر می رسد و این امکان پذیر نیست جزء با در نظر گرفتن تمامی واحد هایی که با این کوره در ارتباط است. بنابراین درست عمل کردن واحد بازیافت، که ارتباط تنگاتنگ با کوره دارد، علاوه بر بالا بردن میزان تولید، کاهش هزینه ها و صرفه جویی در انرژی باعث کاهش آلودگی محیط زیست نیز می شود. در این مطالعه اهداف زیر مدنظر است:

- پیدا کردن فضاهای مرده و رفع آنها و استفاده از حداکثر فضای موجود در بویلر
- اصلاح ورودی هوای سولفاتیزینگ
- مشخص کردن تاثیر تجمع ذرات بر روی بدنه بویلر در کاهش انتقال حرارت
- اصلاح ضریب نشر صفحات تابشی بر انتقال حرارت تشعشعی در کارهای شبیه سازی

جهت سرعت بخشیدن به تحقیقات و بررسی تمامی این اهداف و همچنین جهت کاهش هزینه ها، از شبیه سازی کامپیوتری استفاده شده است که جایگزین مناسب بجای استفاده از مدل های فیزیکی است[۴]. در تمامی کارهای شبیه سازی گذشته تقریبا ضریب نشر صفحات تابشی به علت نادیده گرفتن محل و موقعیت آنها به صورت نامناسب در نظر گرفته می شد، اما در این پژوهش برای اولین بار ضریب مناسب نشر در مورد بویلر ها و در یک کار دینامیک سیالات محاسباتی مورد استفاده قرار گرفت.

فصل دوم

مروری بر منابع