

تحليل پينچ تركيبى آب و انرژى

تأليف: دكتور آبتين عطايى

دكتور محمد حسن پنجه شامى

مهندس محمدرضا كريمى



انتشارات بهمن برنا

۱۳۹۶

سرشناسه	:	عطایی، ابّین، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	:	تحلیل پینچ ترکیبی آب و انرژی / تألیف ابّین عطایی، محمدحسن پنجه‌شاهی، محمدرضا کریمی
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت بهمن برنا، ۱۳۹۴.
مشخصات ناشری	:	۵۰۰ ص. - مسو. جدول، نمودار.
شابک	:	۲۵۰۰۰۰ ریل 978-964-8023-80-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
یادداشت	:	کتابنامه .
موضوع	:	مواد شیمیایی -- مصرف‌جویی در انرژی
موضوع	:	انرژی -- استفاده بهینه
موضوع	:	آب، منابع -- استفاده بهینه
موضوع	:	شیمی -- فرایندها
موضوع	:	شیمی -- فرایندها -- کنترل
شناسه افزوده	:	پنجه‌شاهی، محمدحسن، ۱۳۳۶ -
شناسه افزوده	:	کریمی، محمدرضا، ۱۳۴۰، فروردین -
رده بندی کنگره	:	J۱۶۴۲/۵ ۱۳۹۴ ع/م
رده بندی دیویی	:	۲۸۱/۶۶۰
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۷۰۱۱۳



تحلیل پینچ ترکیبی آب و انرژی

تألیف: دکتر ابّین عطایی، دکتر محمد حسن پنجه‌شاهی، مهندس محمد رضا کریمی

چاپ: اول: پاییز ۱۳۹۴

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۰۲۳-۸۰-۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

صفحه‌آرایی: انتشارات بهمن برنا

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: بهمن

تلفن انتشارات: ۸۸۰۰۸۹۲۶، ۸۸۰۰۸۹۴۱

www.bahmanborna.ir

bahmanborna@yahoo.com

قیمت: ۳۵۰۰۰ تومان

بنام خدا

مقدمه مؤلفان

آب و انرژی دو نعمت بزرگ الهی هستند که به صورت‌های مختلف در کره زمین وجود دارند. آب مایه و انرژی تداوم حیات است و همچنین این دو بعنوان دو نهاده کلیدی در تابع تولید فرآیندهای صنعتی به شمار می آیند. صرفه جویی در مصرف آب و انرژی در صنایع فرآیندی نه تنها موجب رفع و یا کاهش بسیاری از مشکلات زیست محیطی و مسائل مربوط به کمبود آب شیرین گردیده بلکه موجب کاهش قیمت تمام شده محصولات صنعتی و افزایش قدرت رقابت تولید کنندگان آن خواهد شد.

در میان روش های مختلف برای صرفه جویی آب و انرژی در صنعت، تکنولوژی پینچ به دلیل توانایی بسیار زیاد مورد اقبال بیشتری در بین محققان و صنعتگران به ویژه در دو دهه اخیر قرار گرفته است. اما مشکل اینجاست که تکنولوژی پینچ رایج در جوامع علمی و صنعتی، مصرف آب و انرژی را بطور مجزا مورد تحلیل قرار می دهد. بطوریکه برای کاهش مصرف این دو نهاده مهم تولید در صنایع فرآیندی به ترتیب دو آنالیز مستقل و متفاوت پینچ آب و پینچ انرژی را پیشنهاد می نماید. در حالیکه در صنایع فرآیندی، بهینه سازی مجزای آب و انرژی به دلیل وجود اثر مستقیم مصرف هر نهاده روی نهاده دیگر، به بهینگی کلی فرآیند منتج نخواهد شد. بنابراین لازم بود شیوه جدیدی در مدیریت همزمان مصرف آب و انرژی در صنایع فرآیندی به جامعه علمی و تحقیقاتی کشور معرفی شود.

آنچه پیشروست حاصل بیش یک دهه تلاش و تحقیق مؤلفان و دانشجویان ایشان در توسعه آنالیز جدید پینچ ترکیبی آب و انرژی برای مدیریت مصرف آب و انرژی در صنایع فرآیندی کشور است که تاکنون ضمن پیاده سازی آن در چندین واحد فرآیندی کشور، از نتایج آن دهها مقاله علمی و تحقیقاتی در معتبرترین مجلات و کنفرانس های داخلی و بین المللی به چاپ رسیده است.

تاکنون عداً متعددی کتاب در زمینه آنالیز پینچ در داخل و خارج از کشور به چاپ رسیده است. اما کتاب حاضر از حیث معرفی آنالیز ترکیبی پینچ آب و انرژی توسعه داده شده توسط مؤلفان، حتی مشابه خارجی نیز ندارد و برای اولین بار به چاپ رسیده است. این کتاب حتماً دارای نواقص و عیوب زیادی خواهد بود که امیدواریم با بهره گیری از نظرات سازنده و راهنمایی های ارزشمند جامعه علمی و صنعتی کشور بتوانیم آنها را در چاپ های بعدی بر طرف نماییم.

در پایان از تمام افراد و به ویژه دانشجویان محترمی که در طول این مدت با مشارکت فعال خود ما را در تکمیل آنالیز پینچ ترکیبی آب و انرژی، پیاده سازی آن در صنایع مختلف کشور، تهیه مقالات مربوطه و انتشار این کتاب یاری نمودند، تشکر و قدردانی می نماییم و از درگاه خدای متعال مؤلفان را توفیق روز افزون ایشان را مسئلت داریم.

مؤلفان

مهرماه ۱۳۹۴

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱	مقدمه
۴	۱-۱- مفاهیم اولیه پینچ
۴	۱-۱-۱- انرژی
۵	۱-۱-۱-۱- اساس بازیافت حرارت
۷	۱-۱-۱-۱- منحنی های مرکب و پینچ
۱۳	۱-۱-۲- سطح
۱۳	۱-۲-۱-۱- حداقل تعداد واحدهای مبادل حرارتی مورد نیاز شبکه
۱۹	۱-۲-۲-۱-۱- حداقل تعداد واحدهای مبادل حرارت در شبکه
۲۱	۱-۳-۱- اقتصاد
۲۲	۱-۳-۱-۱- تخمین هزینه مصرف انرژی
۲۲	۱-۳-۱-۲- تخمین هزینه ساخت و نصب مبدل حرارتی
۲۲	۱-۳-۱-۳- تخمین هزینه ساخت و نصب پمپ و کمپرسور
۲۳	۱-۳-۱-۴- روش سالانه کردن سرمایه گذاری
۲۴	۲- هدفگذاری
۲۴	۱-۲-۱- احداث شبکه های جدید
۲۴	۱-۲-۱-۱- الگوریتم کلی هدفگذاری (TAC)
۲۷	۲-۱-۲-۱- روش استفاده از ضرائب انتقال حرارت مفروض
۲۸	۲-۱-۲-۳- روش استفاده از افت فشار مجاز جریانها
۳۶	۲-۲-۱- اصلاح شبکه های موجود

- ۳۶ ۱-۲-۲-۱ کلیات
- ۴۴ ۱-۲-۲-۲-۱ روش استفاده از ضرایب انتقال حرارت موجود شبکه
- ۴۵ ۱-۲-۲-۳-۱ روش استفاده از افت فشارهای موجود شبکه
- ۴۹ ۱-۳-۱ آشنایی با فناوری پمپ آب
- ۶۴ ۱-۴-۱ فرضیه یا مسئله اساسی و ضرورت اجرای آن
- ۶۵ ۱-۵-۱ اهداف تعیین شده
- ۶۵ ۱-۵-۱-۱ هدف کلی
- ۶۶ ۱-۵-۲-۱ هدف جزئی
- ۶۶ ۱-۵-۳-۱ اهداف کاربردی
- ۶۶ ۱-۶-۱ بررسی سابقه و نتایج قابل پیش بینی
- ۶۷ ۱-۷-۱ پمپ آب و انرژی

فصل دوم: بررسی مطالعات پیشین در زمینه انرژی آنتگراسیون فرآیندها به روش ۷۳

آنالیز ترکیبی پمپ آب و انرژی

- ۷۳ مقدمه
- ۷۴ ۱-۲-۱ بررسی مطالعات پیشین در خصوص شبیه سازی عملکرد و طراحی برج های خنک کن تر
- ۷۴ ۱-۲-۱-۱ مطالعات شبیه سازی عملکرد انجام شده برای برج های خنک کن تر
- ۷۵ ۱-۲-۲-۱ مطالعات طراحی انجام شده برای برج های خنک کن تر
- ۷۵ ۱-۲-۳-۱ مشکلات مربوط به برجهای خنک کن تر
- ۷۵ ۱-۲-۳-۱-۱ بررسی هزینه های مازاد
- ۷۶ ۱-۲-۳-۲-۱ بررسی اتلاف آب و انرژی
- ۷۶ ۱-۲-۴-۱ ضرورت ارائه روشی نوین در بهینه سازی برجهای خنک کن

- ۷۶ ۱-۴-۱-۲- ملاحظات اقتصادی مربوطه
- ۷۷ ۱-۴-۲- بحران انرژی
- ۷۷ ۱-۴-۳- معضلات زیست محیطی
- ۷۸ ۱-۴-۴- بررسی عملکرد حرارتی برج در شرایط عملیاتی مختلف
- ۷۸ ۲-۲- بررسی مطالعات پیشین در خصوص طراحی و اصلاح سیستم های آب خنک کن بازگشتی
- ۸۰ ۱-۲-۲- بررسی روش کیم و اسمیت در خصوص طراحی سیستمهای آب خنک کن بازگشتی جدید
- ۸۳ ۱-۲-۲- هتنگذاری به منظور طراحی سیستم های آب خنک کن بازگشتی جدید
- ۸۵ ۱-۲-۲- سنت و طراحی شبکه مبدلهای حرارتی در سیستم های آب خنک کن بازگشتی جدید
- ۹۶ ۲-۲-۲- بررسی روش کیم و اسمیت در خصوص اصلاح سیستمهای آب خنک کن بازگشتی موجود ...
- ۹۸ ۱-۲-۲-۲- هدفگذاری برای رفع مشکل گلوگاهی ناشی از افزایش ظرفیت در سیستم های آب خنک بازگشتی
- ۱۰۰ ۲-۲-۲-۲- رفع مشکل گلوگاهی ناشی از افزایش ظرفیت در سیستم خنک کن آبی بازگشتی بدون ...
- ۱۰۰ ۳-۲-۲- اصلاح سیستمهای آب خنک کن بازگشتی برای کاهش مصرف آب و انرژی
- ۱۰۱ ۱-۳-۲-۲- راهکارهای ارائه شده برای کاهش مصرف آب جبرانی در سیستمهای آب خنک کن بازگشتی
- ۱۰۳ ۲-۳-۲-۲- بررسی تعامل بین فرآیندها و سیستم آب خنک کن بازگشتی
- ۱۰۶ ۳-۲- بررسی مطالعات پیشین در خصوص طراحی سیستم های خنک کن بهینه جریان های پساب
- ۱۰۶ ۱-۳-۲- بررسی روش طراحی KSSDM

- ۱۰۹ ۴-۲- بررسی کاهش همزمان آب و انرژی در فرایندها
- ۱۱۲ ۱-۴-۲- روش ساولسکو-اسمیت
- ۱۱۳ ۱-۴-۲-۱- مفروضات
- ۱۱۳ ۲-۴-۲-۱- هدفگذاری
- ۱۱۴ ۳-۴-۲-۱- طراحی شبکه
- ۱۱۷ ۴-۴-۲-۱- روال دو مرحله ای و ابزار جدید
- ۱۲۱ ۱-۴-۲-۵- سیستمهای مجزا
- ۱۲۴ ۲-۴-۲- روش بگاویچ و همکاران
- ۱۲۵ ۲-۴-۲-۱- هدفگذاری آب
- ۱۲۷ ۲-۴-۲-۲- هدفگذاری یوناسیتی
- ۱۳۱ ۳-۴-۲-۲- موارد خاص
- ۱۳۳ ۴-۴-۲-۲- طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی و روش بگاویچ
- ۱۳۶ ۵-۴-۲-۲- ادغام جریانها
- ۱۳۷ ۶-۴-۲-۲- بهینه سازی انرژی در شبکه های آب

فصل سوم: توسعه ابزاری نوین جهت شبیه سازی و طراحی بهینه برج های ۱۴۳ خنک کن تر

- ۱۴۳ مقدمه
- ۱۴۴ ۱-۳- کلیاتی در مورد برج های خنک کننده
- ۱۴۴ ۱-۱-۳- انواع برج های آب خنک کننده
- ۱۴۴ ۱-۱-۱-۳- برج های خنک کننده تر
- ۱۶۲ ۲-۱-۱-۳- برج های خنک کن خشک
- ۱۶۵ ۳-۱-۱-۳- برج های خنک کن تر خشک

- ۱۶۶ ۳-۱-۴- برج های خنک کن نوین
- ۱۶۶ ۳-۱-۲- اهمیت برجهای خنک کن در صنایع
- ۱۶۷ ۳-۱-۳- نگرشی بر تکامل و گسترش برجهای خنک کن
- ۱۶۸ ۳-۲- توسعه مدل شبیه ساز برج های خنک کن تر
- ۱۶۸ ۳-۲-۱- استخراج معادلات حاکم بر برج خنک کن تر
- ۱۷۴ ۳-۲-۲- توسعه الگوریتم مدل شبیه ساز
- ۱۷۵ ۳-۲-۳- بهبود عملکرد حرارتی برج های خنک کن تر با استفاده از مدل ارائه شده
- ۱۷۷ ۳-۲-۴- یک نمونه مطالعاتی در خصوص شبیه سازی عملکرد برج های خنک کن تر
- ۱۸۷ ۳-۳- توسعه مدل طراحی بهینه برج های خنک کن تر
- ۱۸۸ ۳-۳-۱- استخراج تابع هدف در معادلات قیود
- ۱۹۵ ۳-۳-۲- توسعه الگوریتم مدل طراحی بهینه
- ۱۹۵ ۳-۳-۳- یک نمونه مطالعاتی در خصوص طراحی بهینه برج خنک کننده تر

فصل چهارم: توسعه روشی نوین بر مبنای آیز پینچ، برای طراحی بهینه و اصلاح سیستم های آب خنک کن بازگشتی جهت کاهش همزمان مصرف آب و انرژی

- ۲۰۳ مقدمه
- ۲۰۴ ۴-۱- کلیاتی در مورد سیستم های آب خنک کن بازگشتی
- ۲۰۷ ۴-۲- ابداع روشی نوین برای طراحی سیستم های آب خنک کن بازگشتی جدید
- ۲۰۸ ۴-۲-۱- بهبود روش طراحی کیم-اسمیت با در نظر گرفتن جوانب اقتصادی
- ۲۲۰ ۴-۲-۱-۱- مثال نمونه
- ۲۲۴ ۴-۲-۱-۲- مقایسه نتایج
- ۲۲۵ ۴-۲-۲- بهبود روش کیم-اسمیت در طراحی سیستم های آب خنک کن بازگشتی

با بهینه سازی افت فشار

- ۲۲۶ ۱-۲-۲-۴ ارائه روشی مناسب جهت محاسبه تأثیرات دمایی خواص فیزیکی
جریانهای سیستمهای ...
- ۲۲۸ ۱-۱-۲-۲-۴ برآورد ضریب تصحیح
- ۲۳۸ ۲-۲-۲-۴ مثال نمونه
- ۲۴۲ ۳-۲-۲-۴ مقایسه نتایج
- ۲۴۴ ۳-۲-۴ بود روش طراحی کیم-اسمیت با در نظر گرفتن احیا و مصرف مجدد
آب خنک کن سیکل ...
- ۲۴۸ ۱-۳-۲-۴ مثال نمونه
- ۲۵۰ ۲-۳-۲-۴ مقایسه نتایج
- ۲۵۳ ۴-۲-۴ بهبود روش طراحی کیم-اسمیت با افزایش ضریب غلظت آب سیکل با
هدف کاهش مصرف ...
- ۲۵۴ ۱-۴-۲-۴ نقش کیفیت آب بر عملکرد سیستم
- ۲۵۵ ۲-۴-۲-۴ واحد تصفیه آب با استفاده از اورون (اوزوناسیون)
- ۲۶۰ ۳-۴-۲-۴ مثال نمونه
- ۲۶۴ ۳-۴ ابداع روشی نوین برای اصلاح سیستم های آب خنک کن موجود با هدف
کاهش مصرف انرژی ...
- ۲۶۵ ۱-۳-۴ ابداع روشی نوین برای اصلاح سیستم های آب خنک کن موجود با هدف
کاهش مصرف انرژی
- ۲۶۸ ۱-۱-۳-۴ مثال نمونه
- ۲۷۳ ۲-۳-۴ ابداع روشی نوین برای اصلاح سیستم های آب خنک کن موجود برای
رفع مشکلات گلوگاهی
- ۲۷۹ ۱-۲-۳-۴ مثال نمونه

فصل پنجم: ابداع روشی نوین بر مبنای آنالیز پینچ برای هدفگذاری و ۲۸۳ طراحی سیستم های خنک کن پساب بهینه

- ۲۸۳ مقدمه
- ۲۸۳ ۱-۵- کلیاتی در خصوص خنک کردن جریان های پساب در فرآیندها
- ۲۸۵ ۲-۵- توسعه روش نوین طراحی
- ۲۸۶ ۱-۲-۵- ابعاد روش طراحی جدید (ODEC)
- ۲۹۰ ۲-۲-۵- معادلات حاکم بر سیستم خنک کن توزیع یافته
- ۲۹۵ ۳-۲-۵- مدل طراحی برج خنک کن
- ۲۹۷ ۳-۵- مثال نمونه

فصل ششم: ابداع روشی نوین برای طراحی بهینه فرآیندهای مصرف ۳۰۵ کننده آب و انرژی

- ۳۰۵ مقدمه
- ۳۰۶ ۱-۶- جمع بندی مشکلات و نقصان های روش های طراحی پیشین
- ۳۱۰ ۲-۶- ارائه روش های طراحی نوین جهت رفع مشکلات روش های قبلی
- ۳۱۲ ۱-۲-۶- مرحله اول: تعیین نقاط بهینه اختلاط غیر همدمای جریانهای آبی
- ۳۱۴ ۱-۱-۲-۶- تعیین نقاط بهینه اختلاط غیر همدمای جریانهای آبی با هدف بیشینه سازی استفاده مجدد ...
- ۳۱۶ ۲-۱-۲-۶- تعیین نقاط بهینه اختلاط غیر همدمای جریانهای آبی با هدف بهینه سازی میزان احیای پساب و ...
- ۳۱۹ ۳-۱-۲-۶- تعیین نقاط بهینه اختلاط غیر همدمای جریانهای آبی با بیشینه سازی استفاده مجدد از آب و..
- ۳۲۵ ۲-۲-۶- مرحله دوم: توسعه بهینه سیستم های مجزا
- ۳۲۶ ۱-۲-۲-۶- مرحله اول: ترسیم نمودار ترکیبی (منحنی مرکب)

۳۲۶ ۲-۲-۲-۲-مرحله دوم: کمینه کردن تعداد سیستم های مجزا

۳۲۶ ۲-۲-۳-مرحله سوم: حداکثر کردن نیرو محرکه دمایی در هر سیستم مجزا

۳۲۷ ۲-۲-۴-مرحله چهارم: مشخص کردن نحوه توزیع آب بین سیستمهای مجزا و واحدهای عملیاتی

۳۲۷ ۲-۲-۵-مرحله پنجم: بهینه سازی سطح انتقال حرارت در هر سیستم مجزا

۳۳۱ ۲-۲-۶-مرحله ششم: طراحی تفصیلی مبدل‌های حرارتی مرتبط با هر سیستم مجزا

۳۳۲ ۳-۶-چهار نمونه مطالعاتی

۳۳۳ ۱-۳-۶-مثال اول- بیشینه سازی استفاده مجدد از آب و کمینه سازی مصرف انرژی در یک فرآیند...

۳۳۹ ۲-۳-۶-مثال دوم- بهینه سازی جریان احیای پساب و کمینه سازی مصرف انرژی

۳۴۵ ۳-۳-۶-مثال سوم- بیشینه سازی استفاده مجدد از آب و کمینه سازی مصرف انرژی در سیستمهای ...

۳۵۱ ۴-۳-۶-مثال چهارم- بیشینه سازی استفاده مجدد از آب و کمینه سازی مصرف انرژی در سیستمهای ...

۳۵۹ فصل هفتم: جمع بندی و نتیجه گیری از بخش اول کتاب

۳۵۹ مقدمه

۳۶۲ ۱-۷-جمع بندی نتایج بدست آمده در خصوص توسعه ابزاری نوین جهت شبیه سازی و طراحی بهینه...

۳۶۴ ۲-۷-جمع بندی نتایج بدست آمده در خصوص ابداع روشی نوین بر مبنای آنالیز پینچ برای هدفگذاری...

۳۶۸ ۳-۷-جمع بندی نتایج بدست آمده در خصوص توسعه روشی نوین بر مبنای آنالیز پینچ، برای طراحی ...

۳۷۰ ۴-۷-جمع بندی نتایج بدست آمده در خصوص ابداع روش های نوینی برای طراحی بهینه فرآیندهای ...

۳۷۵

مقدمه

۳۷۵

۸-۱- معرفی نمونه مطالعاتی

۳۷۶

۸-۲- نوع داده های مورد نیاز طرح

۳۷۹

۸-۳- تعیین داده ها و اطلاعات مربوط به نمونه مطالعاتی

۸-۳-۱- جمع آوری اطلاعات مربوط به آب خام برداشتی از چاه و توزیع و مصرف آن

۳۸۱

۸-۳-۲- مصرف مربوط به برج خنک کننده

۳۸۵

۸-۳-۳- مصرف مربوط به واحدهای تولید آب DM و بویلرها

۳۸۷

۸-۳-۴- سایر مصرف آب در پالایشگاه

۳۸۸

۸-۴- نمودار ساده شده مصرف آب در پالایشگاه

۸-۵- جمع آوری اطلاعات مربوط به سیستم ها، تجهیزات و واحدهای مصرف کننده آب

۳۹۱

۸-۵-۱- دبی ها و عوامل حدی در سیستم مصرف کننده آب خنک کننده

۳۹۳

۸-۵-۲- دبی ها و عوامل حدی در تجهیزات مصرف کننده آب

۳۹۶

۸-۶- سیستم های احیا و تصفیه پالایشگاه

۳۹۷

۸-۷- جریان های پساب عمده در پالایشگاه اراک

۴۰۰

۸-۸- بررسی سایر عوامل حدی در نقشه ساده شده مصارف آب در پالایشگاه

۴۰۳

فصل نهم: هدف گذاری

۴۰۳

مقدمه

۴۰۴

۹-۱- نحوه کار

۴۰۵

۹-۲- تکمیل داده های مورد نیاز جهت انجام هدف گذاری

- ۴۰۵ ۹-۲-۱- برآورد اطلاعات اقتصادی طرح
- ۴۰۵ ۹-۲-۱-۱- تعیین هزینه های مربوط به سیستم های تصفیه و احیای پساب
موجود در شبکه
- ۴۰۹ ۹-۲-۱-۲- تعیین سایر داده های مربوط به هزینه های طرح
- ۴۱۰ ۹-۲-۱-۱- تعریف صرفه جویی (Saving) و سرمایه گذاری (Investment) و نرخ
- ۴۱۲ ۹-۲-۱-۲- مبنای محاسبه سرمایه در پروژه های آنالیز پینچ ترکیبی آب و انرژی
- ۴۱۶ ۹-۲-۱-۳- بهای انرژی مصرفی در سرویسهای جانبی
- ۴۲۲ ۹-۲-۱-۴- محاسبه نرخ بازگشت سرمایه
- ۴۲۲ ۹-۲-۲- استخراج داده های مربوط به عوامل محدود کننده مصرف مجدد آب
- ۴۲۷ ۹-۳- مدل سازی برج های خنک کننده
- ۴۳۰ ۹-۴- جمع بندی پارامترهای اصلی شبکه در وضعیت موجود
- ۴۳۲ ۹-۵- انجام هدفگذاری روی شبکه آب و پساب پالایشگاه اراک
- ۴۳۴ ۹-۵-۱- هدفگذاری روی سیستم آب خنک کنند
- ۴۳۵ ۹-۵-۱-۱- افزایش فاکتور غلظت در سیکل آب خنک کنند
- ۴۳۶ ۹-۵-۱-۲- کاهش بار سرمایش برج های خنک کن تر
- ۴۳۹ ۹-۵-۲- نتایج هدف گذاری

۴۴۳

فصل دهم: اصلاح شبکه

۴۴۳

مقدمه

۴۴۴

۱۰-۱-۱- اصلاح سیستم آب خنک کن بازگشتی

۴۴۴

۱۰-۱-۱- طراحی واحد تصفیه اوزونی جهت افزایش فاکتور غلظت سیکل

۴۵۰

۱۰-۱-۲- طراحی کولر هوایی جهت کاهش بار سرمایش برج ها

۴۵۴

۱۰-۲- اصلاح شبکه آب و پساب منتخب

۴۶۱

فصل یازدهم: نتیجه گیری از بخش دوم

۴۶۱

مقدمه

۴۶۱

۱۱-۱- نتایج بدست آمده در فصل هشتم

۴۶۳

۱۱-۲- نتایج بدست آمده در فصل نهم

۴۶۷

۱۱-۳- نتایج بدست آمده در فصل دهم

۴۷۵

منابع و مأخذ

۴۷۵

مراجع

۴۸۵

پیوست

۴۸۵

جدول ۴-۲۸- علائم اصطلاحات به کار رفته در فصل چهارم