



سیمان هگمتان



سیمان ارنام



سیمان کیلان



سیمان کیلان



سیمان گلستان



سیمان ارنام

## نیروگاه بازیافت اتلاف حرارت (Waste Heat Recovery Power Plant)

فاطمه ابوالقازی کارشناس ارشد شیمی تجزیه، تحقیق و توسعه شرکت سیمان نهاوند

آدرس ایمیل: rahilalibakhshi@yahoo.com

شماره تماس: ۰۹۱۸۸۵۲۵۰۶۲، (۱۰۸۸) ۰۸۱۳۳۶۵۳۲۲۵

### چکیده:

کاهش آلودگی های زیست محیطی، کاهش ذخایر فسیلی، صرفه جویی اقتصادی، ارتقای امنیت انرژی، تولید پراکنده و کاهش اتکا به شبکه های سراسری انتقال انرژی، اشتغال زایی و توسعه نواحی دور افتاده، حل معضل ضایعات شهری را می توان از جمله دلایل برای ضرورت استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر عنوان کرد.

Waste Heat to Power یا WHP به تمام تکنولوژی ها و فناوری های تولید برق از حرارت های اتلافی بدون استفاده از سوخت و بدون انتشار آلاینده اطلاق می گردد. نخستین صنایعی که در ابتدا از تکنولوژی نیروگاه های بازیافت تلفات حرارتی را جهت بهبود بهره وری و تولید برق پاک بهره گرفتند صنایع سیمان به دلیل تلفات بالا، پیوستگی منبع حرارتی و پتانسیل بالا بوده اند. مزایای سیستم های تولید برق از طریق بازیافت حرارت در فرایندهای صنعتی شامل: کاهش نیاز به افزایش ظرفیت برق شبکه، تولید در محل مصرف و کاهش تلفات شبکه انتقال و توزیع و آزاد سازی خطوط انتقال انرژی، صرفه جویی قابل توجه در مصرف سوخت، افزایش امنیت، پایداری و کیفیت تأمین انرژی و .... می باشد.

باقیمانده گرمای اتلافی آگروز پری هیتر را میتوان بازیابی کرده و در تولید برق برای جایگزینی بخشی از برق خریداری شده از شبکه در کارخانه به کار برد. تولید برق از طریق بازیافت تلفات حرارتی کارخانه سیمان از جذابیت لازم جهت سرمایه گذاری برخوردار بوده و با دوره بازگشت سرمایه حدود ۵ سال این امکان را برای سرمایه گذار به وجود می آورد تا از مزایای خرید برق پاک به صورت تضمینی و تا مدت بیست سال بهره مند گردد.



سیمان هگمتان



سیمان ابنام



سیمان کولان



سیمان کولان



سیمان کولان



سیمان کولان

## ۱- مقدمه:

## ۱-۱- ضرورت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

پرادخت یارانه و قیمت ارزان انرژی در کشور موجب مصرف سرسام آور انرژی و عدم تلاش برای بهینه سازی مصرف آن شده است. میزان مصرف گاز در ایران حدود سه برابر میانگین جهانی برآورد شده است و طبق پیش بینی‌های صورت گرفته تا سال ۱۴۰۰ میزان مصرف در داخل سر به سر با میزان تولید گاز خواهد شد. به عبارت دیگر، در صورت استمرار روند فعلی مصرف گاز، ذخایر گازی کشور در آینده نزدیک صرفاً در داخل کشور به مصرف خواهند رسید و ایران به عنوان بزرگترین دارنده ذخایر گازی جهان، به یک وارد کننده گاز تبدیل خواهد شد. به علاوه، با بررسی چشم انداز بیست سال آینده مشاهده می شود که بخش قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی کشور از طریق صادرات حامل های انرژی فسیلی تأمین می شود. لذا با توسعه کاربرد انرژی های تجدیدپذیر می توان ضمن تولید انرژی و کمک به حفظ تداوم صادرات حامل های انرژی موجبات حفظ و صیانت از منابع فسیلی برای نسل های آینده را نیز فراهم آورد.

از طریق توسعه انرژیهای تجدیدپذیر، می توان به طور قابل توجهی در سوخت مصرفی صرفه جویی کرد در سالهای اخیر سهم ایران در تولید گازهای گلخانه‌ای به دلیل رشد میزان مصرف انرژی به طور قابل توجهی افزایش یافته است به طوری که در سال ۲۰۱۵ ایران در زمره ۱۰ کشور اول جهان در تولید گازهای دی اکسید کربن بوده است. توافقنامه پاریس با هدف جلوگیری از افزایش کمتر از ۲ درجه سانتی گراد دمای کره زمین تا پایان قرن جاری به تصویب رسیده است بر این اساس ایران می‌بایست تا ۱۲٪ از گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش دهد این تعهد تا سال ۲۰۳۰ بصورت ۴٪ غیر مشروط و ۸٪ در صورت لغو کامل

تحریم‌ها می‌باشد. با توجه به آنکه در حدود یک سوم سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران مربوط به بخش نیروگاهی و تولید برق است، بکارگیری انرژیهای تجدیدپذیر که به دلیل عدم استفاده از سوخت، انتشار آلاینده‌ای در حین تولید برق ندارند، میتواند یکی از بهترین گزینه‌ها در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور باشد.

با توجه به این تعهد در صورت عدم وجود سیاست گذاری مشخص و مدون و برنامه ریزی عملی جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ایران با تهدید بزرگی نظیر تحریم بین المللی سایر کشورهای دنیا مواجه خواهد شد. لذا مدیریت انتشار گازهای



سیمان هگمتان

گلخانه ای به صورت یک چالش اساسی برای کشور و به تبع آن برای صنعت برق کشور به عنوان یکی از بزرگ ترین تولیدکنندگان گاز گلخانه ای در کشور مطرح می باشد.

با توجه به اینکه ایران در حال حاضر در یک دوره خشکسالی قرار گرفته است و همچنین نرخ رشد اقتصادی و جمعیت در ایران رو به افزایش است میزان مصرف آب برای مصارف صنعتی بیشتر خواهد شد. یکی از بزرگترین مصرف کنندگان آب در بخش صنعت، نیروگاههای برق هستند به طور مثال مطالعات نشان داده که نیروگاه شهید مفتاح همدان یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار خشکسالی در استان همدان است.

موسسه بین المللی انرژی قرن بیست و یکم، وضعیت امنیت انرژی ایران را در بین ۷۵ کشور پرمصرف انرژی مقایسه کرده است و ایران جزء گروه با بیشترین ریسک و کمترین امنیت قرار گرفته است.

## ۲- نیروگاههای بازیافت حرارت از فرآیندهای صنعتی

Waste Heat to Power یا WHP به تمام تکنولوژی ها و فناوری های تولید برق از حرارت های اتلافی بدون استفاده از سوخت و بدون انتشار آلاینده اطلاق می گردد. بعبارت دیگر بازیافت حرارت های اتلافی و بهره گیری از آنها جهت تولید برق و توان الکتریکی و تزریق برق به شبکه سراسری می باشد.

در حقیقت بازیافت حرارت برای تولید برق (WHP) یکی از راهکارهای اجرائی و زیرمجموعه مباحث

WASTE HEAT RECOVERY (WHR) می باشد.

نخستین صناعی که در ابتدا از تکنولوژی نیروگاه های بازیافت تلفات حرارتی را جهت بهبود بهره وری و تولید برق پاک بهره گرفتند صنایع سیمان به دلیل تلفات بالا، پیوستگی منبع حرارتی و پتانسیل بالا بوده اند. اولین بار در سال ۱۹۸۰ شرکت کاواساکی ژاپن در کارخانه سومیتومو اوزاکا نیروگاه تولید برق با استفاده از بازیافت حرارت اتلافی را با استفاده از سیکل رنکین بخار اجرا

نمود. تا سال ۲۰۰۰ بسیاری از کارخانه های سیمان در جنوب شرقی و شرق آسیا به خصوص کارخانه های سیمان چین، هندوستان و ژاپن اقدام به اجرای طرح مذکور در کارخانه های خود کردند.



سرایان اربلام





سیمان هگمتان



سیمان ابرام



سیمان کیلان



سیمان کیلان



سیمان کیلان



سیمان کیلان

در ادامه با توجه به راندمان پایین تولید برق با استفاده از سیکل رنکین بخار، در سال ۱۹۹۹ شرکت هیدل برگ اقدام به نصب سیستم تولید برق با استفاده از بازیافت حرارت اتلافی با استفاده از سیکل رنکین آلی در کارخانه لنگفورت نمود. در ادامه در سالهای ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ با توسعه صنعتی سیکلهای کالینا، شرکت اف ال اسمیت اقدام به نصب نیروگاههای تولید برق با استفاده از سیکل کالینا در دو کارخانه سیمان در کشورهای امارات متحده عربی و پاکستان نمود.

سیکل رنکین یک سیکل ترمودینامیکی است که گرما را به کار تبدیل می کند. سیال عامل این سیکل معمولاً آب می باشد. این سیکل حدود ۸۰٪ نیروی الکتریکی استفاده شده در سرتاسر جهان را تولید می کند. بطور کل سیستم بازیافت حرارت مورد نظر شامل مجموعه بویلر بازیافت حرارت، توربین بخار، ژنراتور، کندانسور و سیستم خنک کن، پمپ های تغذیه و سایر تجهیزات مربوطه می باشد که عموماً با کمک سیکل های زیر بدون هیچ گونه سوختی برای تولید برق استفاده می شوند.

۱- سیکل SRC

۲- سیکل ORC

۳- سیکل کالینا

۱- سیکل SRC سیکل بخار سنتی: متداولترین روش برای تولید برق از حرارت اتلافی شامل استفاده از حرارت برای تولید بخار است تا این بخار در نهایت موجب حرکت یک توربین بخار شده و برق تولید میشود. در سیکل SRC به جهت آنکه از آب یا بخار آب به عنوان ناقل استفاده می شود محدودیتهای اجرائی برای نصب در دماهای پایین وجود دارد. لیکن نصب این سیستم برای دماهای بالاتر از ۲۶۰ درجه فارنهایت در جهان کاملاً اقتصادی و اجرائی بوده و ظرفیتهای بالایی در کشورهایی مانند چین، هند و آمریکا نصب گردیده است.

۲- گزینه مناسبتر برای تولید برق از دماهای پایین سیکل رنکین آلی (ORC) می باشد این سیکل بر مبنای اصول ترمودینامیکی سیکل بخار کلاسیک کار می کند و اجزای آن همانند سیکل های بخار می باشد با این تفاوت که در آن به جای آب یا بخار از سیالات آلی ایزونتروپیک همانند تلون، پنتان، سیلیکون اوپل و ... که نیاز به سوپر هیت شدن نداشته و قابلیت استفاده در دما و فشار پایین تر را دارا می باشند، استفاده می گردد. هزینه سرمایه گذاری اولیه این تکنولوژی در قیاس با سیکل سنتی کمی بالاتر می باشد، لیکن به جهت بازدهی بالاتر در مجموع اقتصادی بوده و امروزه به عنوان سیکلهای مدرن در این نوع از



سیمان هگمتان

نیروگاه ها در حال نصب و اجراء می‌باشد. نصب سیستم هایی که با سیکل رنگین آلی کار می کنند از دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت به بالا اقتصادی می‌باشد.

۲- اولین بار سیکل کالینا در سال ۱۹۴۸ میلادی مطرح گردید و در آن از یک مخلوط دوجزئی با دو نقطه جوش

متفاوت استفاده شد. در نتیجه این مخلوط به جای یک نقطه جوش واحد دارای یک محدوده جوش است بنابراین در حالتی که دما و انرژی منبع گرم متغیر باشد، سیکل میتواند خود را برای به دست آوردن بهتری راندمان تطبیق دهد. در این حالت پروفیل دمای سیال به پروفیل بار حرارتی منبع نزدیکتر میشود و در میعان نیز عیناً چنین انعطاف پذیری به وجود خواهد آمد. در حقیقت مخلوط دو گانه به ما اجازه را میدهد تا با دادن حرارت به صورت افزایشی، ازدیاد دما را داشته باشیم در حالیکه در سیال تک

جزئی این افزایش به صورت تغییر فاز (مثلاً از فاز مایع به فاز بخار) خودنمایی میکند محاسبات سیکل ترکیبی کالینا نشان می‌دهد که راندمان حرارتی به جای حدود ۴۰ درصد در سیکل های بخار متعارف به حدود ۵۳ درصد میرسد، ولی به دلیل اضافه شدن یک سری تجهیزات، هزینه این سیکل بیشتر از سیکلهای متعارف بخار خواهد بود.

## ۱-۲- مزایای سیستم های تولید برق از طریق بازیافت حرارت در فرایند های صنعت

- کاهش نیاز به افزایش ظرفیت برق شبکه
- تولید در محل مصرف و کاهش تلفات شبکه انتقال و توزیع و آزاد سازی خطوط انتقال انرژی
- صرفه جویی قابل توجه در مصرف سوخت
- افزایش امنیت، پایداری و کیفیت تأمین انرژی
- امکان استفاده از سوخت های متنوع و تجدیدپذیر و افزایش بازده
- تملک کمتر زمین برای توسعه شبکه و کاهش تبعات مالی، اجتماعی، زیست محیطی و آلودگی
- تولید برق اضطراری
- کاهش بار شبکه در ساعات اوج مصرف (پیک سائی)
- امکان بومی سازی فناوری این نیروگاه ها





سیمان هگمتان



سیمان اربلام



سیمان گلستان



سیمان کیلان



سیمان گلستان



سیمان اربلام

- کوتاه بودن مدت ساخت نیروگاه و پایین بودن هزینه های تعمیر و نگهداری

- اشتغالزایی و توسعه محلی و منطقه ای

- کاهش سرمایه گذاری دولت جهت توسعه برق

## ۲-۲- WHR در کارخانجات سیمان

بیشینه کردن کارایی کلی فرایند پخت مهمترین هدف برای عملکرد بهینه کارخانه سیمان است و باقیمانده گرمای اتلافی اگزوز

پری هیتر و کولرهای کلینکر را میتوان بازیابی کرده و برای کاربریهای نیازمند به دمای پایین در کارخانه و یا تولید برق

برای جایگزینی بخشی از برق خریداری شده از شبکه و یا کاهش مصرف سوخت برای تولید برق در کارخانه به کار برد. بیشتر

پروژه های بازیابی انرژی گرمایی اتلافی در زمینه تولید برق می باشند. میزان گرمای اتلافی که برای بازیابی در دسترس است

به طراحی سیستم پخت و تولید، میزان رطوبت مواد خام و میزان گرمایی که برای خشک کردن سیستم مواد خام، سیستم

سوخت خشک و آسیاب سیمان مورد نیاز است وابسته است. در شکل زیر شماتیکی از نیروگاه بازیافت حرارت در صنعت سیمان

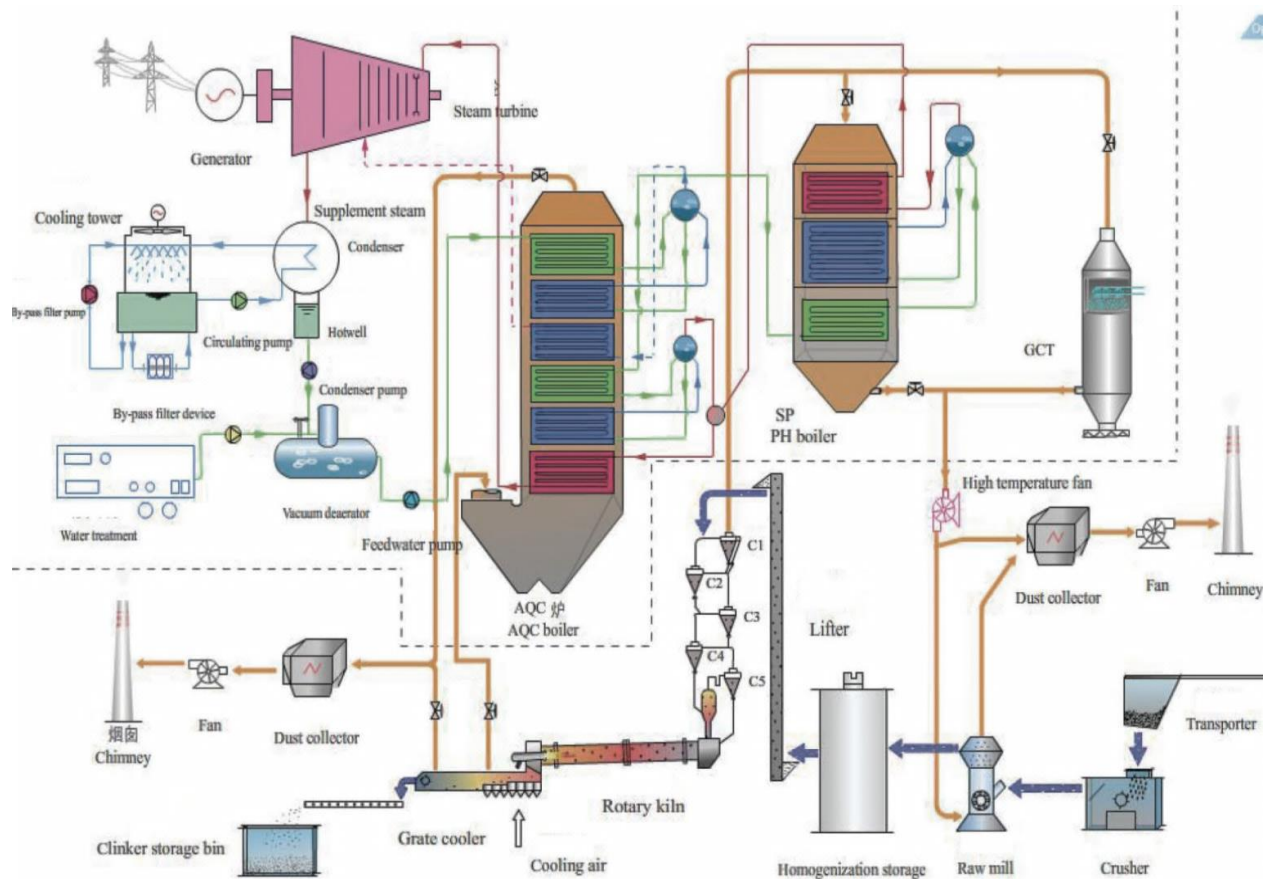
نشان داده شده است.



سیمان هگمتان



دریغیان ابرام



از بین سه روش موجود برای تولید برق از حرارت اتلافی روش سیکل رانکین آلی (ORC) در صنعت سیمان مناسبتر می‌باشد. با توجه به اینکه سیکل کالینا از ترکیب آب- آمونیاک استفاده می‌شود و بعلاوه احتمال بروز مشکلات زیست محیطی سازمان محیط زیست مجوز استفاده از این روش را صادر نمی‌کند و همچنین این روش بصورت محدودتری بکاررفته است و هنوز موفقیت این روش خیلی مشخص نیست. اما از بین دو روش سیکل رانکین بخار (SRC) و سیکل رانکین آلی (ORC) در

صنعت سیمان ORC پیشنهاد می‌شود که در زیر به مزیت‌های روش اشاره می‌شود:

- طراحی فشرده، عدم نیاز به فضای بزرگ





سیمان هگمتان



دریغمان آبرلام



Vali and Perspolis



سیمان کیلان



BAFAND GOLESTAN CEMENT CO



مرفاب

- عدم نیاز به تعمیر و نگهداری زیاد

- عملکرد در دمای پایین (۴۵۰-۱۲۰ درجه سانتی گراد)، پیچیدگی کمتر، خرابی کمتر

- امکان خوردگی پره های توربین و سیستم های انتقال حرارت وجود ندارد

لازم به ذکر است که این روش سرمایه گذاری اولیه بالاتری نیاز دارد اما بازدهی بیشتر می باشد.

### ۲-۳- توجیه فنی اقتصادی طرح

هزینه سرمایه گذاری:

هزینه سرمایه گذاری نیروگاه های بازیافت با توجه به ظرفیت و نوع سیکل مورد استفاده در تاسیسات تولید برق متفاوت می باشد

لذا هزینه سرمایه گذاری مطابق داده های جهانی به شرح جدول ذیل می باشد

منبع : <http://www.osti.gov/contact.html> - March 2015- ICF international





سیمان هگمتان



سیمان ارقام



سیمان کerman



سیمان گیلان



سیمان گلستان



سیمان اردبیل

تکنولوژی	نوع هزینه	ظرفیت نیروگاه				
		0-500 KW	500-1000 KW	1-5 MW	5-20 MW	بزرگتر از 20 MW
سیکل SRC	هزینه سرمایه گذاری اولیه (دلار به ازای هر کیلووات)	۳۰۰۰	۲۵۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰
	هزینه تعمیر و نگهداری (دلار به ازای هر کیلووات ساعت)	۰,۰۱۳	۰,۰۰۹	۰,۰۰۸	۰,۰۰۶	۰,۰۰۵
	دوره بازگشت سرمایه (سال)	۴	۴	۳	۳	۲
سیکل ORC	هزینه سرمایه گذاری اولیه (دلار به ازای هر کیلووات)	۴۵۰۰	۴۰۰۰	۳۰۰۰	۲۵۰۰	۲۱۰۰
	هزینه تعمیر و نگهداری (دلار به ازای هر کیلووات ساعت)	۰,۰۲	۰,۰۱۵	۰,۰۱۳	۰,۰۱۲	۰,۰۱۰
	دوره بازگشت سرمایه (سال)	۵	۴	۴	۳	۳

در مباحث اقتصادی پروژه آنچه ظرفیت نهایی نیروگاه و درآمدزایی را تضمین می کند وجود دمای مناسب و پیوسته (در طول شبانه روز و کل سال) می باشد. همانطور که در جدول فوق نیز ملاحظه می گردد هزینه سرمایه گذاری اولیه تولید برق با استفاده از سیکل ORC در قیاس با سیکل سنتی کمی بالاتر می باشد لیکن به جهت بازدهی و بهره وری بالاتر سیکل های رانکین، ضریب ظرفیت نیروگاه افزایش می یابد و این امر موجب افزایش سطح درآمد نیروگاه می گردد که محدوده نرخ بازگشت سرمایه و طول مدت بازگشت سرمایه در این نیروگاه را در محدوده نیروگاههایی که از سیکل بخار سنتی استفاده می کنند، قرار می دهد.

#### ۲-۴- تحلیل اقتصادی نیروگاه های تولید برق با استفاده از بازیافت حرارت از فرایند های صنعتی در

کارخانه سیمان

با توجه به نوع تکنولوژی بکاررفته که سیکل ORC انتخاب خواهد شد و ظرفیت ۵/۵ مگاوات برای کارخانه سیمان معمولاً در نظر گرفته می‌شود هزینه سرمایه‌گذاری اولیه ۲۵۰۰ دلار به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد هزینه سرمایه‌گذاری اولیه جهت احداث نیروگاه بازیافت حرارت به ظرفیت ۵/۵ مگاوات حدود ۵۰ میلیارد تومان برآورد می‌گردد که با توجه به نرخ خرید برق وزارت نیرو از این نیروگاه ها ( ۲۹۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت) می‌توان دوره بازگشت حدود ۵ ساله را برای این نیروگاه ها متصور شد. با توجه به این نکته که قرارداد خرید برق از منابع تجدیدپذیر ۲۰ سال می‌باشد سرمایه‌گذار می‌تواند پس از طی یک دوره ۵ ساله از منفعت این نیروگاه تا ۲۰ سال بهره‌مند گردد. در این نوع نیروگاهها نیز در صورتی که از تجهیزات ساخت داخل در احداث نیروگاه استفاده شود تا ۳۰ درصد به رقم تعرفه فوق افزوده می‌شود. (میزان ساعت کارکرد ۷۵۰۰ ساعت در سال فرض شده است)

با توجه به مفروضات فوق ملاحظه می‌گردد که تولید برق از طریق بازیافت تلفات حرارتی کارخانه سیمان از جذابیت لازم جهت سرمایه‌گذاری برخوردار بوده و با دوره بازگشت سرمایه حدود ۵ سال این امکان را برای سرمایه‌گذار به وجود می‌آورد تا از مزایای خرید برق پاک به صورت تضمینی و تا مدت بیست سال بهره‌مند گردد. با توجه به رشد مصرف سالانه برق در کشور و نیاز به تامین آن، بازیافت حرارت اتلافی صنایع (WHR)، به منظور تولید برق از اهمیتی مضاعف برخوردار است؛ چرا که ضمن پوشش بخشی از نیاز برق کشور با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، صرفه‌جویی در سوخت با ارزش بدلیل عدم نیاز به احداث نیروگاه حرارتی با ظرفیت مشابه) و به دنبال آن کاهش آلاینده‌های زیست محیطی را نیز به دنبال دارد.

## ۲-۵- محاسبه بهای یک کیلوواتساعت برق تجدیدپذیر

$$A = (A + B) \times C \times D \times E \times F$$

بهای یک کیلووات ساعت برق تجدیدپذیر

A: نرخ تعرفه





سیمان هگمتان



سیمان ابرام



سیمان گلستان



سیمان کیلان



سیمان گلستان



سیمان ابرام

B: نرخ خدمات انتقال

C: نرخ تعدیل

D: ضریب آمادگی ساعتی

E: ضریب پله (برای ۱۰ سال دوم قرارداد)

F: ضریب بومی سازی

به منظور تشویق توسعه دانش فنی بومی و حمایت از ساخت داخل، نرخ پایه می تواند برای نیروگاه‌های غیردولتی برخوردار از دانش فنی، طراحی و ساخت داخل حداکثر تا ۳۰ درصد متناسباً افزایش یابد.

نرخ قرارداد برای کلیه نیروگاه ها، از ابتدای ده ساله دوم تا پایان دوره قرارداد بعد از تعدیل در عدد ۰/۷ ضرب می شود. (قرارداد بیست ساله می باشد)

نرخ پایه قرارداد خرید برق از نیروگاه غیردولتی در زمان پرداخت بر اساس ضریب زیر تعدیل و در پرداخت صورت حساب های ماهانه مورد عمل قرار می گیرد.

در ضریب یادشده، ( $\alpha$ ) عددی بین پانزده صدم و سه دهم به انتخاب سرمایه گذار خواهد بود.

$$\text{ضریب تعدیل} = \left[ \frac{\text{شاخص قیمت خرده فروشی در ابتدای سال پرداخت}}{\text{شاخص قیمت خرده فروشی در ابتدای سال بهره برداری}} \right]^{\alpha} \times \left[ \frac{\text{متوسط نرخ رسمی تسعیر ارز (یورو) در دوره یکساله قبل از زمان پرداخت}}{\text{متوسط نرخ رسمی تسعیر ارز (یورو) در دوره یکساله قبل از شروع بهره برداری}} \right]^{1-\alpha}$$

چنانچه نیروگاه های غیر دولتی برق تولیدی خود را در سطح شبکه توزیع عرضه نماید، نرخ خدمات انتقال به نرخ خرید تضمینی برق آن نیروگاه اضافه خواهد شد.

کل ارزش معاملاتی بابت انتقال به شرکت های برق منطقه ای  
 کل انرژی تحویل شده به شبکه توزیع در طول سال قبل شمسی  
 = نرخ خدمات انتقال



سیمان هگمتان



سیمان اربلام



سیمان کیلان



سیمان کیلان



بوندگولستان



بوندگولستان

## ۲-۶- مزایای نصب نیروگاه بازیافت حرارت در صنعت سیمان

- کاهش مصرف آب با کاهش آب مصرفی برج خنک در فرایند

- جلوگیری از تولید گازهای گلخانه‌ای در تولید انرژی الکتریکی (به طور متوسط ۲۳۶۰۰ تن در سال به ازای یک

نیروگاه ۵ مگاواتی)

- کمک به اقتصاد کارخانه بدلیل وجود طرح های خرید تضمینی

- کمک به تولید کنندگان داخلی بدلیل اختصاص پاداش های داخلی سازی در مبحث خرید تضمینی و تقویت سیستم پدافند

غیر عامل

## ۲-۷- موانع اجرای طرح

- با توجه به اینکه طرح WHR تا بحال در کارخانجات سیمان ایران اجرایی نشده است داشتن دانش فنی جهت تعمیر و

نگهداری نیروگاه مربوطه از جمله ملاحظات است که باید مورد توجه قرار گیرد

- با توجه به اینکه نیروگاه مذکور به شبکه سراسری برق متصل خواهد شد و خرید تضمینی وزارت نیرو از طریق شبکه خواهد

بود با توجه به شرایط رکود حاکم بر صنعت سیمان و با توقف کوره، تولید برق نیز متوقف خواهد شد.

- بر اساس بند ۵ مصوبه شماره ۹۵/۱۴۲۷۳/۳۰/۱۰۰ مورخ ۱۳۹۵/۰۲/۱۹ وزیر نیرو نرخ خرید برق

از نیروگاه های بازیافت تلفات حرارتی برابر ۲۹۰۰ ریال به ازای تولید هر کیلو وات ساعت می باشد اما این قیمت پایه خرید

تضمینی سالیانه کاهش می یابد.

۳- مدارک مربوط به مجوز احداث نیروگاه

- تکمیل تعهد نامه احداث نیروگاه

- تکمیل کاربرگ الف و ب

- اساسنامه (با قید احداث نیروگاه) (مختص متقاضیان حقوقی)

- آگهی آخرین تغییرات شرکت (مختص متقاضیان حقوقی)



سیمان هگمتان



سیمان ابرام



سیمان کرمان



سیمان کرمان



بافاند گولستان سیمان



سیمان کرمان

- کروکی محل احداث نیروگاه

- کارت ملی (مختص متقاضیان حقیقی)

- نامه درخواست رسمی جهت صدور مجوز احداث نیروگاه (معرفی طرح از نظر ظرفیت، محل و مطالعه پیش

امکانسنجی، موافقتنامه سرمایه گذار و بنگاه صنعتی)

مدارک مورد نیاز برای مبادله قرارداد:

- آگهی آخرین تغییرات شرکت (مختص متقاضیان حقوقی)

- گواهی ثبت نام مالیاتی و ارزش افزوده

- مجوز اتصال به شبکه (به همراه مطالعات اتصال به شبکه)

- مجوز محیط زیست

- مدارک مربوط به اجاره یا مالکیت زمین یا ساختگاه

- برنامه زمانبندی احداث نیروگاه

- جدول فروش برق (برآورد سالیانه انرژی الکتریکی خالص نیروگاه)

- مشخصات فنی نیروگاه

- نامه ضریب آلفا

- درخواست کتبی برای مبادله قرارداد

لازم به ذکر است شرکت‌های سیمانی که تاکنون اقدام به کسب پروانه احداث نیروگاه بازیافت حرارت نموده‌اند شامل: سیمان

کردستان، سپاهان و هرمزگان می‌باشند و سیمان فارس نو در مرحله قرارداد خرید تضمینی قرار دارد ولی هنوز به مرحله نصب و

راه‌اندازی نرسیده‌اند.

در هلدینگ انرژی شستا سیمان فارس نو بعنوان اولین کارخانه پایلوت در ایران با ظرفیت نصب شده ۶/۸ مگاوات انتخاب نموده

که تاکنون فعالیت‌های ذیل را در این زمینه انجام داده است:

- امضاء تفاهم نامه با شرکت سیمان فارس نو

- برگزاری مناقصه بین‌المللی به همراه پکیج تامین مالی با فاینانس ۸۵٪

- دریافت پروانه احداث نیروگاه از سازمان انرژی‌های نو

- امضاء قرارداد‌های مرتبط با دریافت مجوز‌های مربوطه به قرارداد خرید تضمینی

- اخذ مجوز طرح اتصال



سیمان هگمتان



دربیمان ارنام



Simean Kilyan



Simean Kilyan



Bafand Golestan Cement Co.



Simean Kilyan

- نهایی سازی تکنولوژی ORC به عنوان تکنولوژی برتر

- ارسال طرح پیشنهادی فنی و مدل مالی مربوط به آن

- عقد قرارداد EPCF با تامین کننده

- عقد قرارداد PPA با سازمان انرژی های نو

#### ۴- نتیجه گیری و پیشنهاد

از جمله دلایل ضرورت استفاده از انرژی های تجدیدپذیر می توان به کاهش آلودگی های زیست محیطی، کاهش ذخایر فسیلی،

صرفه جویی اقتصادی، ارتقای امنیت انرژی و ... اشاره کرد و با توجه به اینکه صنعت سیمان جزء صنایع پرمصرف انرژی

می باشد و همچنین با توجه به سیاست های جدید دولت در رابطه با مصرف انرژی در کشور بکارگیری منابع تجدیدپذیر انرژی در

کارخانجات سیمان ضروری است.

طبق مصوبه هیات وزیران به تاریخ ۹۵/۶/۲۸ به پیشنهاد شماره ۹۴/۱۳۶۰۶/۳۰/۱۰۰ وزارت نیرو به استناد اصل یکصد و

سی و هشتم قانون اساسی وزارتخانه ها، موسسات و شرکتهای دولتی و نهادهای عمومی غیردولتی موظفند طی دو سال حداقل

بسیست درصد برق مصرفی خود را از انرژیهای تجدیدپذیر تامین نمایند. همچنین بر اساس بند ۵ مصوبه شماره

نیروگاه های بازیافت تلفات حرارتی برابر ۲۹۰۰ ریال به ۹۵/۱۴۲۷۳/۳۰/۱۰۰ مورخ ۱۳۹۵/۰۲/۱۹ وزیر نیرو نرخ خرید برق از

ازای تولید هر کیلو وات ساعت می باشد. نرخ تعرفه خرید برق از منابع تجدیدپذیر و پاک بر اساس مصوبات سالانه وزیر محترم

نیرو و بر مبنای آئین نامه اجرایی ماده ۶۱ قانون اصلاح الگوی مصرف ارائه می گردد و مبالغ نهایی صورت حساب با تاثیر

برخی ضرایب مانند ضریب بومی سازی (ساخت داخل)، ضریب تعدیل، ضریب ساعتی و ضریب پله محاسبه می شود. تعرفه

کنونی انرژی های تجدیدپذیر و پاک در ایران در مقایسه با کشورهای همسایه و بسیاری از کشورهای دیگر برای سرمایه گذاران

بسیار جذاب است.

از جمله مزایایی که نصب نیروگاه بازیافت حرارت در کارخانه سیمان دارد می توان به کاهش مصرف آب در برج

خنک کن، کاهش تولید گازهای گلخانه ای، کمک به اقتصاد کارخانه با خرید تضمینی برق اشاره نمود و ملاحظاتی که باید

در نظر گرفت اینکه تجربه عملیاتی در کشور وجود ندارد و دانش فنی لازم جهت تعمیر و نگهداری سیستم‌های موجود کسب شود و اینکه با توجه به توقفات مربوط به رکود صنعت و توقف کوره برق تحویلی به شبکه سراسری نیز قطع خواهد شد.

با توجه به مطالب فوق به هر حالت کارخانجات سیمان در آینده نزدیک مجبور به استفاده از انرژیهای نو هستند بطوریکه

شرکتهای سیمان کردستان، سپاهان، هرمزگان و فارس نو اقداماتی در این زمینه انجام داده‌اند. بنابراین بکارگیری طرح WHR

نیاز به تحقیق و بررسی بیشتر دارد و همچنین پیشنهاد می‌شود در رابطه با منابع دیگر انرژی تجدیدپذیر از جمله نیروگاههای خورشیدی تحقیق و بررسی بعمل آید. مزیت استفاده از نیروگاه خورشیدی این است که دخالتی در فرآیند تولید ندارد و در حال حاضر سیمان خاش و شهرکرد اقداماتی در ایجاد این نیروگاه انجام داده‌اند.

در نهایت با بررسی‌های بیشتر طراحی که از نظر اقتصادی و فنی توجیه‌پذیرتر باشد انتخاب و بعنوان منبع انرژی تجدیدپذیر بکار گرفته شود.



سیمان هگمتان



سیمان ابرلام





سیمان هگمتان



سیمان ابرلام



سیمان گلستان



سیمان کیلان



سیمان گلستان



سیمان ارفاب