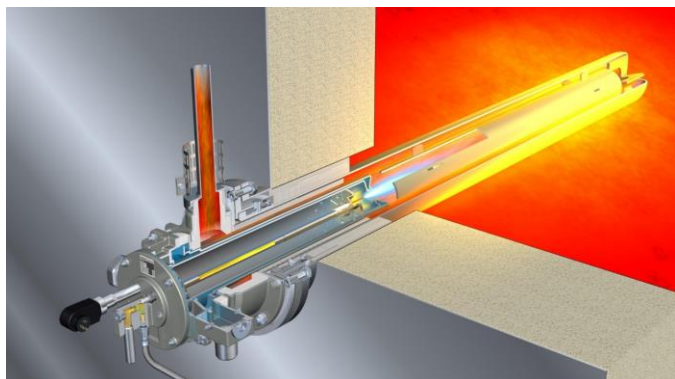


تکنولوژی مشعلهایی با راندمان بالا

مشخص نمودن پتانسیل های کاهش مصرف انرژی در مشعلهای گازسوز و بهره برداری از آنها

NOXMAT[®]
Combustion Technology



راندمان حرارتی کوره های عملیات حرارتی که از سوخت گاز بهره میبرند به میزان بسیار چشمگیری به کیفیت و طراحی مشعلهایی بازمیگردد که در آن کوره ها مورد استفاده قرار گرفته اند . اغلب اوقات بدلیل مغایرتهای زمان فعالیت و شرایط نامناسب احتمالی، مشعلها نمیتوانند توانمندیهای واقعی خود را ارائه دهند.

در ادامه و به کمک چندین مثال عملی نشان خواهیم داد که چگونه در یک سیستم مصارف غیر واقعی ایجاد شده، منجر خواهد گردید تا از عملکرد با راندمان بالای سیستم جلوگیری شود .

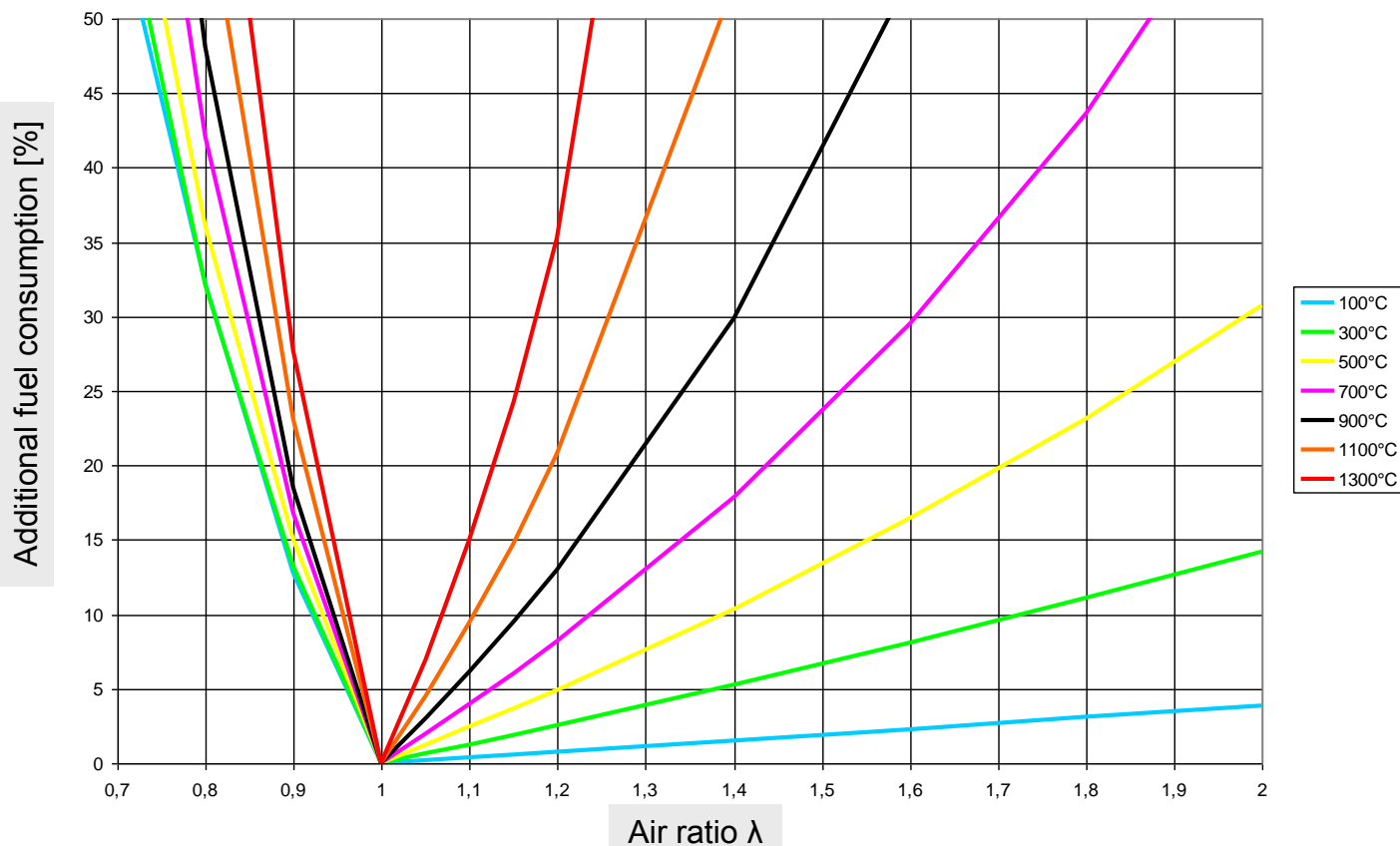
۱- تنظیمات مشعل :

بدون توجه به این مسئله که شما از چه نوع مشعلی استفاده میکنید (مشعلی مدرن با قابلیت بازیافت حرارت و یا مشعلی ساده) و بدون توجه به این مسئله که آیا شعله با مواد داخل کوره مستقیماً در تماس است یا نه ، نسبت هوا مهمترین پارامتری است که میتواند بر روی راندمان کاری مشعل شما در هر پروسه ای تاثیر قابل ملاحظه ای داشته باشد . تشخیص مقدار نسبت هوا نیز بر راحتی و از طریق آنالیز محصولات احتراق قابل حصول میباشد . لطفاً به این نکته توجه داشته باشید که آنالیز محصولات احتراق در شرایط واقعی خط تولید (دمای تولیدی و سایر شرایط تولیدی دیگر همچون شعله کوتاه و یا بلند) اندازه گیری شود .

تعیین نسبت هوا از طریق اندازه گیری مقدار اکسیژن موجود در محصولات احتراق خروجی از دودکش (K_{O2}) و به کمک فرمول ذیل قابل محاسبه خواهد بود :

$$\lambda = 0.21 / (0.21 - K_{O2})$$

در عملکرد استاندارد مشعلها، مقدار نسبت هوا بین ۱,۰۵ الی ۱,۲ (کمی بالاتر از نسبت استوکیومتریکی) متناسب با مقدار اکسیژن قرائت شده از دودکش (بین ۱,۰ الی ۳,۵ درصد) میباشد. در نسبتهای هوای بالاتر از ۱,۰ هوای اضافی وارد شده به محفظه احتراق میبایست گرم شده و بدون انجام فعالیت خاصی محفظه احتراق را ترک کند. همچنین این نکته را نیز به خاطر بیاورید که افزایش دما در محفظه احتراق، مقدار مصرف سوخت را به مقدار محسوسی افزایش خواهد داد.

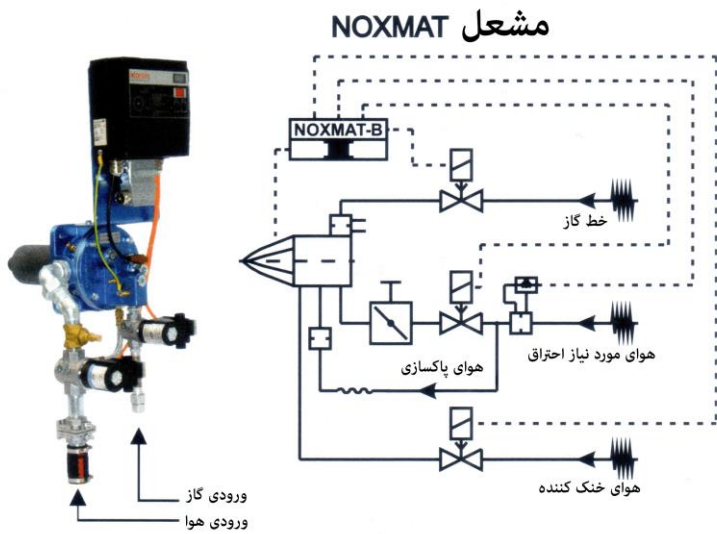


شکل ۱: تاثیر تغییرات نسبت هوا و تغییرات دمای کوره بر روی افزایش مصرف سوخت کاملاً قابل رویت و محاسبه میباشد. همچنین در صورتیکه مقدار نسبت هوا کمتر از مقدار نسبت هوای استوکیومتریکی (۱) باشد، علاوه بر افزایش خطر مسمومیت گاز منوکسید کربن، با توجه به شکل فوق مصرف انرژی به شکل ملموس تری افزایش خواهد یافت. در این شرایط نیز عطف به نمودارهای فوق، تاثیر تغییر نسبت هوا در افزایش مصرف سوخت واضح و مبرهن است.

۲- پیکربندی مشعل:

با توجه به شکل ذیل متوجه خواهیم شده که امکان اختلاط مناسب بین سوخت و هوا، حتی در صورتیکه هیچ ارتباطی بین خطوط گاز و هوا نیز وجود نداشته باشد، امکان پذیر است. مقادیر سوخت گاز و هوا براحتی و توسط اپراتور قابل تنظیم بوده و شیرهای برقی مشعل طی فرآیند استارت، به سرعت باز شده و مشعل با بیشترین ظرفیت حرارتی و بلندترین طول شعله خود روشن میشود. این مسئله حصول احتراق کامل را حتی در سیکلهای عملکردی کوتاه تضمین مینماید.

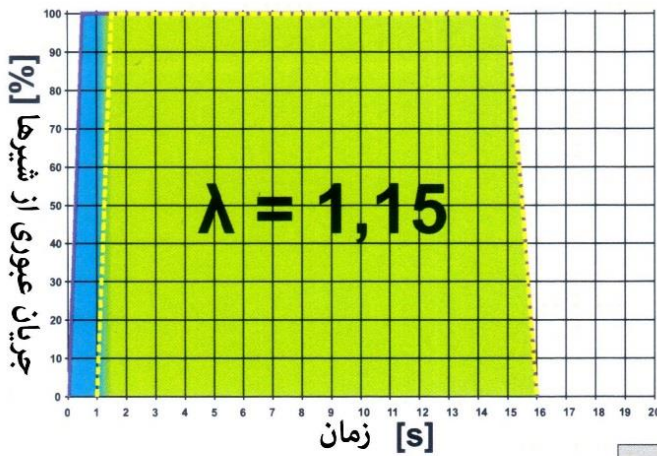
همچنین داشتن یک پروسه احتراق ایمن و استاندارد مستلزم بکارگیری تجهیزات استاندارد در این نوع مشعلها میباشد و به همین دلیل مشعلهای NOXMAT، مطابق با شرایط استاندارد تا ظرفیت های ذکر شده در کاتالوگ طراحی و تجهیز شده اند.



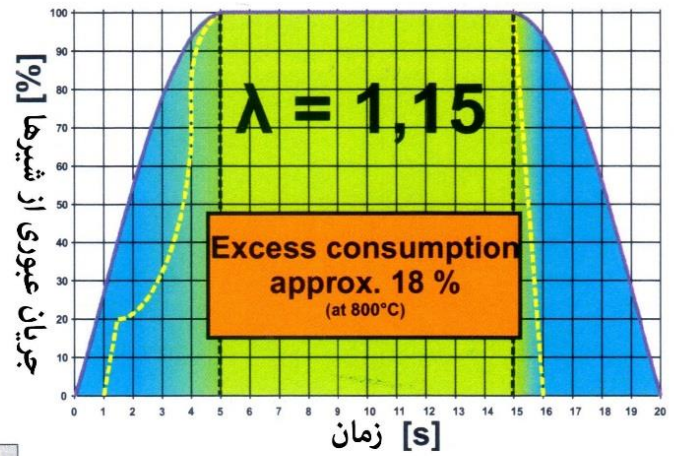
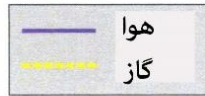
شکل ۲- در این شکل مشعل NOXMAT مدل HGBE با قابلیت استارت سرد قابل نشان داده شده، که در راستای استاندارد سازی به شیرهای سوخت و هوا و کنترلر مشعل مجهز شده اند. شکل واقعی مشعل در سمت چپ (بدون وجود هوای خنک کننده و گیج فشار) و شکل شماتیک آن در سمت راست قابل رویت میباشد.

۳- سیکل زمانی کارکرد یک مشعل :

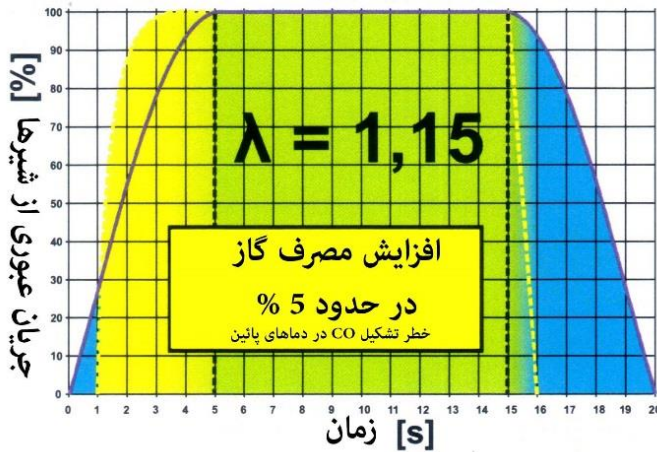
فوائد عملکرد مشعل فوق الذکر زمانی مشخص تر خواهد شد که مراحل کارکرد آن را از زمان باز شدن شیر هوا (آغاز احتراق)، طی فرآیند احتراق، خاموش شدن مشعل و آزاد سازی دوباره هوا جهت شروع احتراق بعدی، بخوبی بررسی کنیم. مراحل اشاره شده و تغییرات آن را در صنعت میتوانید در شکلهای 3a الی 3d ببینید.



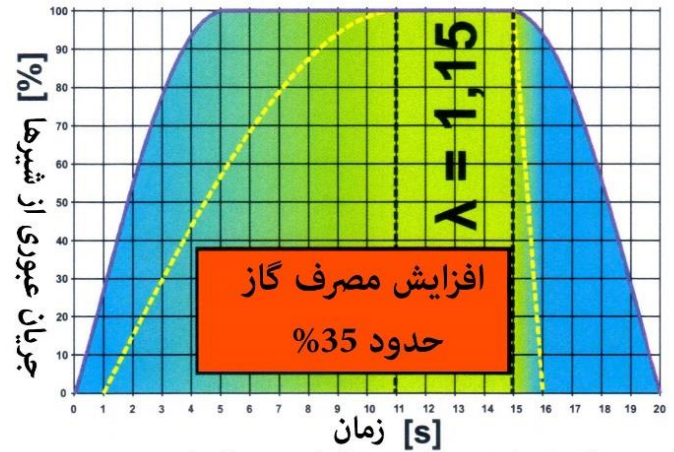
شکل 3a: مشعل NOXMAT با قابلیت باز شدن سریع شیرهای سوخت و هوا با ظرفیت کمتر از 120 کیلووات



شکل 3b: فشار گاز ورودی بیش از فشار تعیین شده و شیر هوای تاخیری (باز شدن ظرف 5 ثانیه)



شکل 3c: فشار گاز ورودی کمتر از فشار تعیین شده و شیر هوای تاخیری (باز شدن ظرف 5 ثانیه)



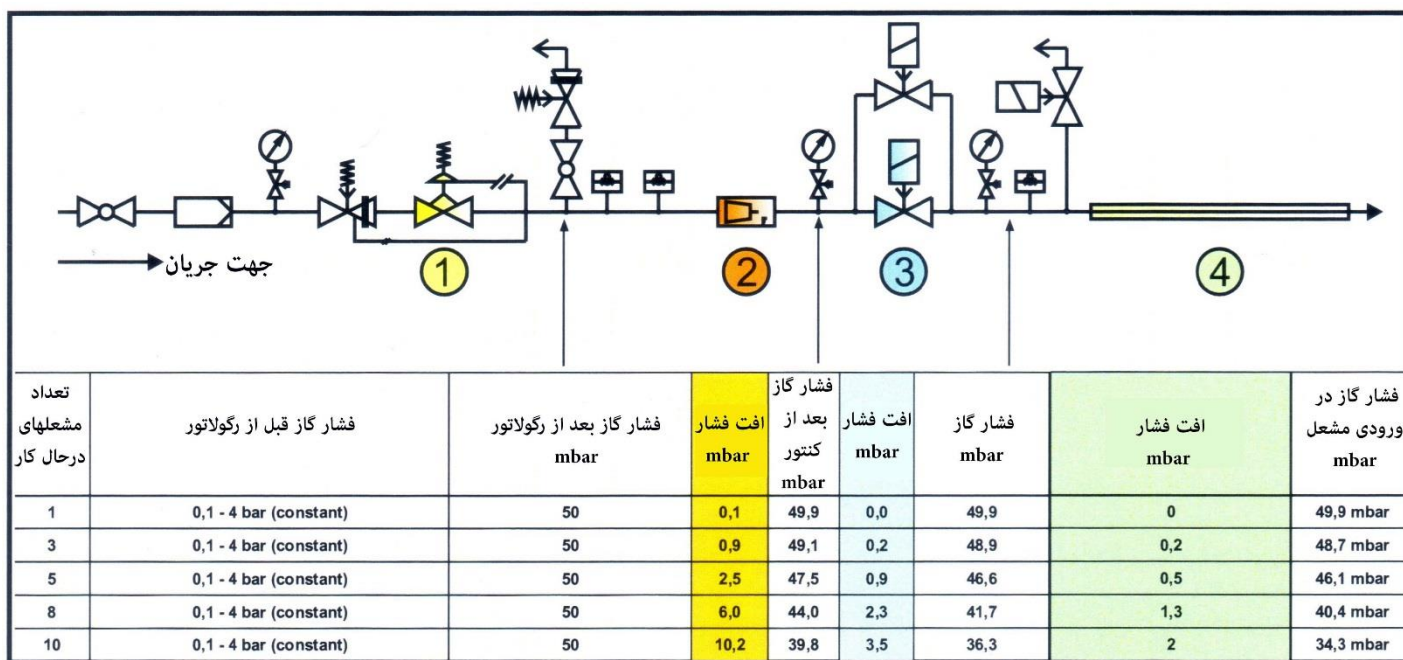
شکل 3d: باز شدن با تاخیر شیر گاز (حدود 15 ثانیه) و باز شدن شیر هوا با تاخیر (حدود 5 ثانیه)

مقدار هوای اضافی (که منجر به افزایش مصرف سوخت میشود) را زمانیکه مشعل در وضعیت شعله کامل خود قرار دارد و سایر مشعلهای مجاور طی مدت زمان طولانی و بدون وقفه در وضعیت روشن قرار دارند، نمیتوان تعیین کرد.

۴- فشار خطوط حامل انرژی :

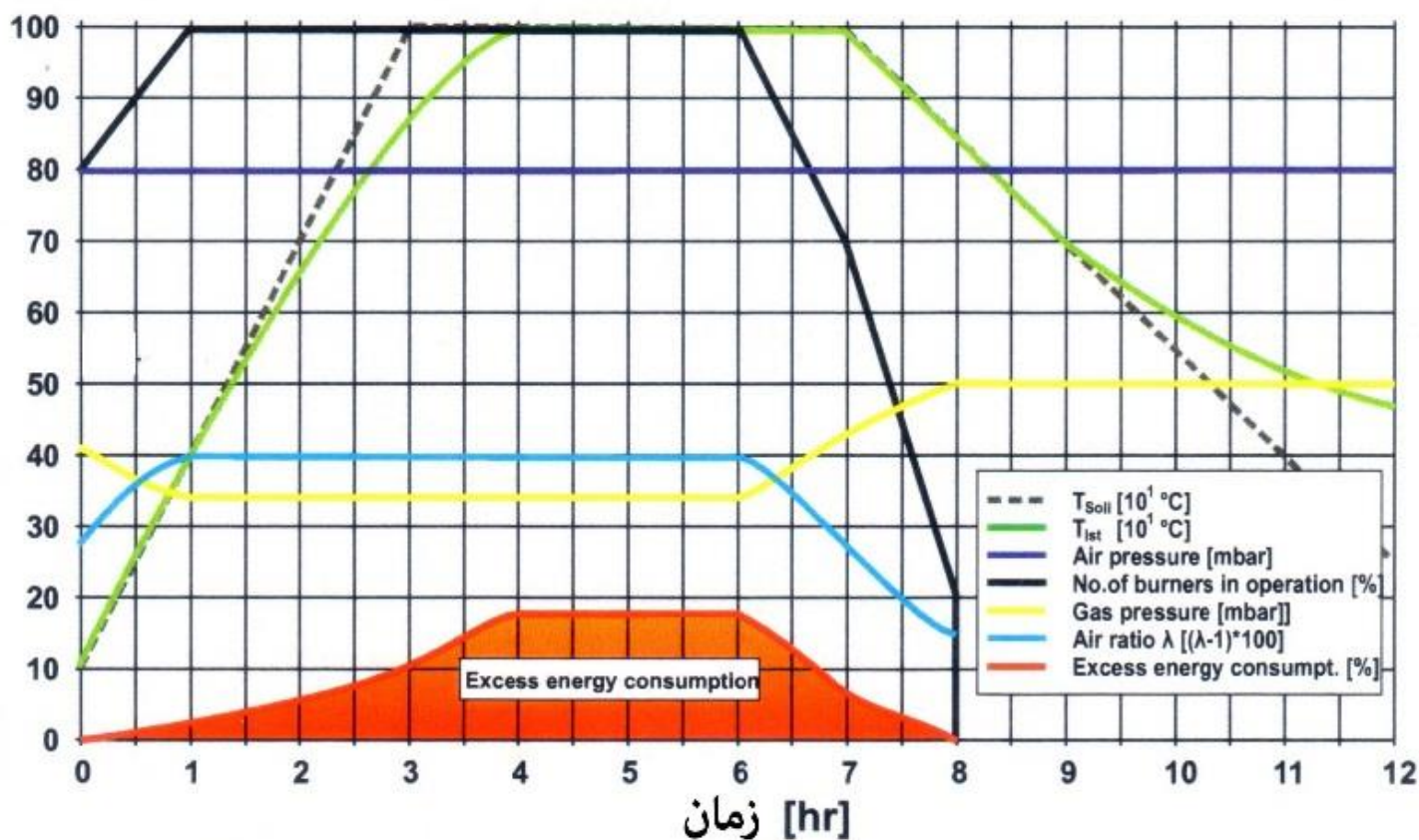
برای اینکه شاهد کارکرد مشعل با راندمان بالا باشیم، ضروری و حیاتی است که فشار خطوط سوخت و هوا در مجاری ورودی به مشعل ثابت بوده و نهایتاً حدود ۵٪ نسبت به مقادیر تعیین شده توسط تولید کننده مشعل نوسان داشته باشد. در واقعیت و در کوره هایی که همزمان از مشعلهای متعددی بهره میبرند، نوسانات فشار در خطوط اشاره شده خیلی غیر معمول بنظر نمیرسد. برای رفع این نقیصه نیز براحتمی میتوان از تکنولوژی های جدید همچون تغییر سرعت فن جهت تثبیت فشار استفاده نمود و علاوه بر حل مشکل مذکور از امکان ذخیره سازی انرژی در زمانهایی که مشعلها در وضعیت شعله کوتاه نیز قرار دارند، بهره مند شد. همچنین جهت تثبیت فشار سوخت در مجاری ورودی به هر مشعل، در کوره های عملیات حرارتی که دارای مشعلهای متعدد هستند سعی میگردد تا با استقرار خط مرکزی تزریق سوخت شامل تثبیت کننده فشار - شیر قطع ایمن و سیستم اندازه گیری کننده مصرف سوخت، بر مشکل نوسانات احتمالی فشار سوخت نیز غالب شویم.

در مثالی بسیار کاربردی و جالب در شکل ۴ مشعلی را میتوانیم ببینید که میتواند با فشاری بین 47.5 mbar الی 52.5 mbar فعالیت کند. در صورت انتخاب یک رگولاتور صحیح و مناسب (۱) میتوانیم مقدار فشار مناسب 50 mbar را در ورودی مشعل تضمین نماییم. با انتخاب سائز مناسب شیر برقی ها (۳) و کلکتور پس از آن (۴) نیز میتوانیم امیدوار باشیم که شاهد افت فشار زیاد گاز پس از عبور از آنها نباشیم. در قسمت دیگر شاهد یک کنتور توربینی هستیم که در صورت انتخاب صحیح آن و در زمانهای اوج مصرف میتواند منجر به ایجاد افت فشاری بین 10 mbar الی 15 mbar گردد. در این صورت و با توجه به جدول نشان داده شده در شکل ذیل متوجه خواهیم شده که فشار گاز در ورودی مشعل بین 49.9 mbar الی 34.3 mbar تغییر خواهد کرد. در نهایت مقدار نسبت هوا (افزایش مصرف سوخت) با افزایش تعداد مشعلهای در حال کار افزایش خواهد یافت .



شکل ۴ : جدول تغییرات فشار

مزیت استفاده از تثبیت کننده فشار - تجهیزات ایمنی و کنترل که در شکل ۴ به آن اشاره کردیم با بررسی شکل شماره ۵ بسیار واضح تر خواهد شد. حال به شکل ۵ مراجعه فرمائید. منحنی نقطه چین، نشان دهنده دمای setpoint میباشد و منحنی سبز رنگ نیز نشان دهنده دمای واقعی یک کوره عملیات حرارتی است. فشار هوای احتراق نیز به رنگ آبی تیره نشان داده شده و روی عدد 80 mbar تثبیت شده است. وضعیت خاموش یا روشن بودن مشعلها نیز بر اساس نمودار سیاه رنگ قابل بررسی است. فشار گاز ورودی به مشعلها (منحنی زرد رنگ) میبایست روی عدد 50 mbar تثبیت گردد ولی با توجه به تعداد مشعلهای روشن و تغییر وضعیت آنها، نوسان مینماید. وضعیت مقدار نسبت هوا $\lambda = 1.15$ نیز با رنگ آبی قابل ردیابی است. با بررسی منحنی مذکور (محدوده قرمز رنگ مربوط به افزایش مصرف سوخت) به راحتی میتوان پی برد که میزان افزایش مصرف چقدر تغییر پیدا خواهد کرد.



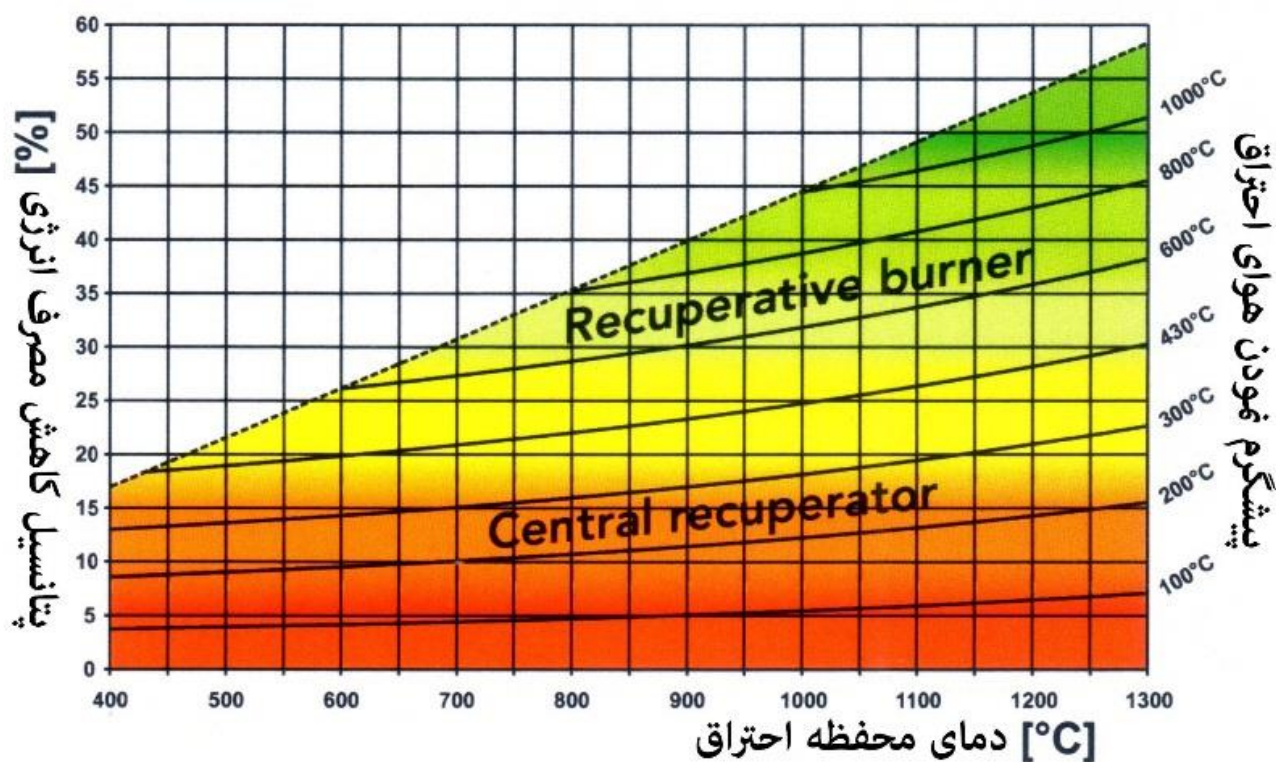
شکل ۵: بررسی تغییرات پارامترهای مشعل در طول زمان

در مثال فوق الذکر در صورتیکه قیمت گاز را 0.04 Euro/KWh در نظر بگیریم، بدلیل عدم تثبیت فشارها، میبایست سالانه حدود 20/000 Euro هزینه بابت افزایش مصرف سوخت اتلاف انرژی پرداخت نماییم. (در صورت احتساب قیمت گاز در ایران معادل ۱۳۰ ریال برای هر کیلووات ساعت انرژی در نظر بگیریم، بدلیل عدم تثبیت فشارها، میبایست سالانه حدود ۶۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال هزینه بابت افزایش مصرف سوخت اتلاف انرژی پرداخت نماییم) لذا با مدیریت صحیح حاملهای انرژی و تثبیت فشارها میتوان از بروز اتلاف هزینه هایی اینچنینی جلوگیری نمود.

۵- مشعلهای بازیافت کننده حرارت

علاوه بر راه حل‌های مختلفی که برای کاهش مصرف انرژی وجود دارند، یکی از راهکارها بازیافت حرارت از محصولات داغ احتراق خروجی از دودکش کوره و پیشگرم نمودن هوای مورد نیاز احتراق توسط آن می‌باشد. جهت اجرایی نمودن این راهکار دو روش وجود دارد :

- بکارگیری سیستم و مکانیزم بازیافت کننده حرارت مرکزی (Central Recuperator)
- استفاده از مشعلهای بازیافت کننده حرارت (Recuperative Burner)



شکل ۶: نمودار بررسی تاثیر پیشگرم نمودن هوای احتراق به روشهای مختلف بر روی کاهش مصرف انرژی

لطفاً به شکل شماره ۶ دقت فرمائید. در این شکل مقدار انرژی قابل ذخیره سازی در صورت پیش گرم کردن هوای احتراق براساس دماهای مختلف کوره های متنوع (Furnace chamber temperature) و میزان گرم شدن هوای مورد نیاز احتراق (Air Pre Heating) بیان شده است. به یاد داشته باشیم که کاهش تولید گاز CO₂ منوط به کاهش مصرف سوخت نیز می‌باشد. توجه به این نکته بسیار ضروری است که در صورت پیش گرم نمودن هوای مورد نیاز احتراق بصورت غیر متمرکز و استفاده از مشعلهای دارای قابلیت بازیافت حرارت منجر خواهد گردید تا هوای بیشتر و با کیفیت بهتری پیش گرم شده و شاهد کاهش مصرف سوخت بیشتری باشیم. توجه داشته باشید که هزینه تعویض مشعلها نه تنها از محل کاهش مصرف سوخت، بلکه از طریق کاهش هزینه های تعمیراتی و افزایش مدت زمان کاربری کوره ها و مشعلها براحتی قابل تامین خواهد بود. به همین دلیل امروز شاهد اقبال عمومی جهت جایگزینی مشعلهای قدیمی و نوسازی کوره ها می‌باشیم. در صورت استفاده از مشعلهای بازیافت کننده حرارت در مثال اشاره شده در شکل ۵ شما می‌توانید هر سال حدود 25000 Euro کاهش هزینه ایجاد نمائید.