

ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت

علی خواجه مبارکه^۱، علیرضا مولائی^۲

^۱ کارشناس ارشد مهندسی مکانیک؛ khajeh@mabnaco.net

^۲ کارشناس ارشد مهندسی برق، مشاوران بهسازی، نوسازی انرژی (مینا)؛ molaei@mabnaco.net

چکیده

امروزه توسعه، پیشرفت تکنولوژی، کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و همچنین سودمندی اقتصادی، باعث رویکرد گسترده مصرف‌کننده‌های عمده انرژی به استفاده از تکنولوژی‌های جدیدی چون سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت شده است. به دلیل راندمان بالای این سیستم‌ها، میزان مصرف سوخت و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت، گامی در جهت توسعه صنعت برق و بهره‌مندی از مزایای تولیدات پراکنده می‌باشند. در این مقاله ضمن طراحی و انتخاب سیستم مناسب برای یک ساختمان، میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ارزیابی فنی و اقتصادی بهره‌گیری از سیستم تولید همزمان برق و حرارت ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: سیستم تولید همزمان برق و حرارت

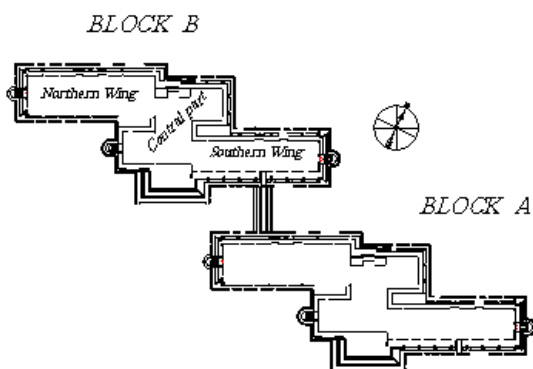
مقدمه

تولید همزمان برق و حرارت یا به اختصار تولید همزمان، عبارت از تولید همزمان و توأم ترمودینامیکی دو یا چند شکل انرژی از یک منبع ساده اولیه می‌باشد. استفاده هر چه بیشتر از گرمای آزاد شده در حین فرآیند سوخت، باعث افزایش بازده انرژی و کاهش مصرف سوخت و در نتیجه کاهش هزینه‌های مربوط به تأمین انرژی اولیه می‌گردد. از گرمای اتلافی بازیافت شده از این سیستم‌ها می‌توان برای مصارف گرمایشی و سرمایشی استفاده نمود. تولید همزمان برق و حرارت، می‌تواند علاوه بر افزایش بازده و کاهش مصرف سوخت، باعث کاهش انتشار گازهای آلاینده نیز گردد. در این سیستم، از انرژی گرمایی تولید شده در فرآیند تولید قدرت، به عنوان منبع انرژی استفاده می‌شود.

البته قابلیت اقتصادی اجرای سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت بستگی زیادی به میزان تقاضای حرارت، قیمت برق و گاز دارد؛ به همین دلیل در این مقاله هزینه اولیه نصب سیستم همزمان تولید برق و حرارت در یک ساختمان ارائه شده، هزینه صرفه‌جویی ناشی از کاهش مصرف سوخت در این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت زمان بازگشت سرمایه نصب سیستم همزمان تولید برق و حرارت محاسبه شده است.

مشخصات ساختمان

ساختمان مورد بررسی یک ساختمان مسکونی ۵ طبقه و با مساحت زیربنای $12,121 \text{ m}^2$ واقع در شهر اهواز می‌باشد. در شکل ۱ پلان طبقات ساختمان ارائه شده است.



شکل ۱: پلان ساختمان

سیستم تاسیسات معمولی

با توجه به نتایج حاصل از ممیزی انرژی در ساختمان مربوطه، مشخصات مربوط به تاسیسات این ساختمان در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات تاسیسات معمولی

مشخصات فنی	نوع	تعداد	تجهیز
نامی: $5 \text{ ton/hr steam prod.}$ واقعی: $2/9 \text{ ton/hr steam prod.}$	Fire Tube	۳	دیگ بخار
350 hp	گازی	۳	مشعل

سیستم تاسیسات نوین

نکته مهم در استفاده از سیستم‌های همزمان تولید برق و حرارت، بکارگیری آن در حداکثر ساعات ممکن می‌باشد. از آنجا که این سیستم توانایی تولید همزمان برق و حرارت را داراست می‌بایست براساس بار پایه الکتریکی و حرارتی سایز شود. در ساختمانها، عموماً سیستم همزمان تولید برق و حرارت براساس بار حرارتی که فاکتوری محدودکننده است سایز می‌شود. البته روش مقرون به صرفه، سایز کردن سیستم بمیزان اندکی بالاتر از بار حرارتی پایه، با قابلیت متعادل کردن یا کاهش حرارت می‌باشد.

طراحی سیستم همزمان تولید برق و حرارت در این ساختمان براساس تأمین کمتر از نیمی از مصرف برق پیک زمستانی (تأمین بار الکتریکی پایه) انجام شده است.

با نصب سیستم همزمان تولید برق و حرارت با توان الکتریکی 230 kW کیلووات و توان حرارتی 365 kW کیلووات ساخت شرکت Wolf آلمان، از

تحلیل اقتصادی اجرای سیستم تولید همزمان برق و حرارت

همزمان با تغییر قیمت سوخت، هزینه اجرای سیستم همزمان تولید برق و حرارت تغییرات عمده‌ای می‌کند و ممکن است سرمایه‌گذاری روی این سیستم قابل توجه باشد بنابراین لازم است که تحلیل‌های لازم جهت بازگشت سرمایه محاسبه گردد.

در جدول ۵ هزینه برق تولید شده توسط سیستم تولید همزمان برق و حرارت، هزینه گاز صرفه‌جویی شده به دلیل استفاده از سیستم تولید همزمان برق و حرارت در پیش گرم کردن آب تغذیه بویلرها و همچنین هزینه گاز مصرفی توسط سیستم همزمان تولید برق و حرارت ارائه شده و بدین ترتیب صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از کاهش مصرف انرژی محاسبه شده است.

ذکر این نکته لازم است که در محاسبات اقتصادی، بهای گاز طبیعی ۶۹۰ ریال و بهای برق ۷۷۰ ریال براساس نرخهای دولتی مندرج در قبض با اجرای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها در نظر گرفته شده است.

جدول ۵: صرفه‌جویی سالیانه ناشی از کاهش مصرف انرژی به دلیل نصب سیستم

نوین

هزینه مصرف سالیانه (ریال)	
۱,۵۵۱,۳۹۶,۰۰۰	برق تولیدی مصرف شده
۴۱,۹۶۳,۰۰۰	هزینه گاز صرفه‌جویی شده بویلرها
۴۱۴,۰۰۰,۰۰۰	مصرف گاز CHP
۱,۱۷۹,۳۵۹,۰۰۰	صرفه‌جویی خالص سالیانه

در جدول ۶ با توجه به هزینه اولیه نصب سیستم همزمان تولید برق و حرارت و همچنین صرفه‌جویی خالص سالیانه ناشی از نصب سیستم تولید همزمان برق و حرارت، دوره بازگشت سرمایه نصب سیستم نوین محاسبه شده است.

جدول ۶: دوره بازگشت سرمایه اجرای سیستم نوین

۰۰۰,۱,۱۷۹,۳۵۹	صرفه‌جویی خالص سالیانه (ریال)
۳,۴۵۰,۰۰۰,۰۰۰	هزینه اولیه تهیه سیستم همزمان تولید برق و حرارت (ریال)
۳ سال	دوره بازگشت سرمایه

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که از نتایج مشخص می‌گردد، با اجرای سیستم تولید همزمان برق و حرارت بخشی از انرژی الکتریکی ساختمان تامین می‌گردد که هزینه قابل توجهی از ساختمان را پوشش می‌دهد. از طرفی با توجه به کوتاه بودن زمان بازگشت سرمایه، برای سالیان متمادی نیز می‌توان از مزایای صرفه‌جویی انرژی آن بهره‌مند شد.

علاوه بر مقرر به صرفه بودن اجرای سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت، می‌بایست مواردی چون کاهش آلودگی حاصل از این طرح را نیز مدنظر قرار داد که بیانگر مطلوب بودن اجرای آن از ابعاد مختلف می‌باشد.

بنابراین باتوجه به نتایج حاصل از محاسبات اقتصادی، مزایای فنی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت و همچنین مطرح شدن طرح هدفمند کردن یارانه‌ها در کشور، اجرای طرح‌هایی چون طرح ارائه شده در این مقاله پیشنهاد می‌گردد.

توان حرارتی آن به منظور پیش گرمایش آب تغذیه بویلرها و از توان الکتریکی آن به منظور تامین نیاز ساختمان استفاده خواهد شد. در جدول ۲ مشخصات مربوط به این سیستم ارائه شده است.

جدول ۲: مشخصات دستگاه همزمان تولید برق و حرارت شرکت Wolf آلمان

مدل	توان الکتریکی	توان حرارتی
GTK 230	230 KW	365 KW

توان الکتریکی محصولات این شرکت از ۵۰ kW تا ۳۶۰ kW متغیر می‌باشد که قابلیت اتصال مدولار برای تولید ظرفیتهای بالاتر را دارند و همچنین تمامی دستگاهها می‌توانند در بار جزئی ۵۰٪ ظرفیت نیز تولید برق و حرارت نمایند.

در شکل ۲ شماتیک سیستم تولید همزمان برق و حرارت، ساخت شرکت Wolf آلمان ارائه شده است.



شکل ۲: شماتیک سیستم تولید همزمان برق و حرارت ساخت شرکت Wolf آلمان

محاسبه مصرف انرژی

با توجه به نتایج حاصل از ممیزی انرژی در ساختمان مذکور، میزان مصارف سالیانه گاز و برق ساختمان در جداول ۳ و ۴ آورده شده است.

جدول ۳: مصرف گاز در ساختمان

مصرف سالیانه گاز (m ³)	گرمایش	سرمایش	کل
۷۰,۷۷۱	۱,۱۲۱,۶۹۳	۱,۱۹۲,۴۶۳	

جدول ۴: مصرف برق در ساختمان

توان مصرف (KW)	برق مصرفی سالیانه
۲,۲۸۱,۹۴۳	
۶۰۰	پیک برق مصرفی در زمستان

در سیستم نوین، با انتخاب و بکارگیری سیستم تولید همزمان برق و حرارت با مشخصات ارائه شده، سالیانه ۲۰۱۴۸۰۰ KWh برق تولید می‌شود که صرف تامین نیاز الکتریکی ساختمان می‌گردد.

با استفاده از سیستم تولید همزمان برق و حرارت به منظور پیش گرم کردن آب تغذیه بویلرها از ۶۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد، میزان گاز صرفه‌جویی شده برابر ۵.۱٪ کل گاز مصرفی محاسبه می‌گردد که معادل ۳ m³ ۶۰۸۱۵.۶۱ می‌باشد.

از طرفی میزان گاز مصرفی سالیانه سیستم تولید همزمان برق و حرارت از طرفی ۶۰۰۰۰۰ m³ خواهد بود.