

کاربرد UPS در جلوگیری از توقف بویلر و کمپرسورهای هوا در شرایط Voltage Flicker در صنعت تایرسازی

مهدی سیف^{۱*} و حامد ابراهیم نژاد بلوچی^۲

۱- مدیر مهندسی و تعمیرات، شرکت تولیدی ایران تایر

۲- سرپرست برق نیروگاه، شرکت تولیدی ایران تایر

m.seif@irantire.ir

چکیده: در صنعت لاستیک و تایرسازی، تجهیزات حساسی مانند بویلرها و کمپرسورهای هوا در حفظ تداوم فرایند تولید از اهمیت بالایی برخوردار هستند. تولید پایدار بخار و هوای فشرده همواره دو رکن اساسی در تولید تایر بوده و کاهش فشار در هر یک از این دو خسارات جبرانناپذیری به همراه خواهد داشت. بروز نوسانات برق در شبکه شهری (Voltage Flicker)، عملکرد این تجهیزات را با اختلال همراه می‌کند و منجر به خاموش شدن آن‌ها و در نتیجه عدم عملکرد صحیح مکانیسم‌ها، توقف فرایند تولید، افزایش میزان ضایعات، بروز آسیب برای تجهیزات و ایجاد شرایط ناایمن برای اپراتور می‌شود. این مقاله به بررسی استفاده از UPS به عنوان راه‌حلی کارآمد برای مقابله با این مشکلات در یکی از کارخانه‌های تایرسازی می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از UPS موجب افزایش پایداری، کاهش اثرات ناشی از نوسانات برق شهری و بهبود بهره‌وری در خط تولید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: UPS، بویلر، بخار، کمپرسور، هوای فشرده، پایداری تولید تایر

مقدمه

تجهیزات حرارتی در صنایع تایرسازی نقش اساسی در فرایند تولید دارند. فرایند پخت تایر معمولاً درصد زیادی از مصرف بخار کارخانه را به خود اختصاص می‌دهد. فشار، دما و زمان پارامترهای حیاتی در فرایند پخت تایر هستند. کیفیت تایر حتی با تغییرات کوچک دما ۲/۶ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع نیز مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تولید تایر در دمای پایین منجر به کاهش مقاومت سایشی می‌شود، در حالی که اگر دمای تولید بالا باشد عمر تایر کوتاه می‌شود [۱].

کمپرسور هوا یک دستگاه مکانیکی است که با کاهش حجم گاز، فشار آن را افزایش می‌دهد. این کار معمولاً از طریق تبدیل توان مکانیکی ارائه‌شده توسط یک موتور الکتریکی انجام می‌شود. این وسیله، هوای محیط را از طریق شیر ورودی مکش می‌کند، هوای محبوس شده در محفظه فشرده‌سازی را از طریق کمپرسور پیستونی، کمپرسور اسکرو دوار یا کمپرسور گریز از مرکز فشرده می‌کند، آن را در مخزن هوا ذخیره می‌کند و هوای پرفشار را برای ابزارهای پنوماتیک، ابزارهای برقی و کاربردهای صنعتی از جمله تایرسازی تأمین می‌کند. در واقع کمپرسورهای هوا با تکیه بر برق، هوای فشرده لازم برای ماشین آلات خط تولید را تأمین می‌کنند از این رو کوچک‌ترین مشکلات الکتریکی مانند نوسانات ولتاژ بهای سنگینی برای کارخانه‌ها به همراه دارد [۲ تا ۴]. UPS سیستمی است که برق قابل اعتماد و مداوم را برای تجهیزات صنعتی فراهم می‌کند. وظیفه اصلی آن تبدیل و تنظیم برق ورودی است تا اطمینان حاصل شود که نیازهای خاص ماشین آلات، صرف‌نظر از اندازه بزرگ یا کوچک، برآورده می‌شود. این سیستم به عنوان محافظ نیز عمل می‌کند و از تجهیزات گران‌قیمت در برابر نوسانات برق، نوسانات ناگهانی و سایر مشکلات الکتریکی که می‌توانند باعث توقف، آسیب یا خرابی شوند، محافظت می‌کنند [۵].

بخش تجربی

تحلیل مشکل

بویلرهای تولید بخار و کمپرسورهای هوای فشرده از جمله تجهیزات حیاتی در زنجیره تأمین انرژی محسوب می‌شوند. عملکرد این تجهیزات به شدت به پایداری برق ورودی، به ویژه در مدارهای فرمان و کنترل وابسته است. در طی ماه‌های

اخیر، بروز مکرر نوسانات ولتاژ (Voltage Flicker) یا اصطلاحاً «چشمک برق» در شبکه توزیع شهری، منجر به خاموشی‌های ناخواسته این تجهیزات شده است که پیامدهای فنی و اقتصادی زیادی به همراه دارد:

- کاهش فشار بخار و هوای فشرده: در فرایندهای تولیدی، قطع عملکرد بویلر و کمپرسور باعث افت فشار در خطوط بخار و هوای فشرده می‌شود که مستقیماً عملکرد خطوط تولید را مختل می‌کند.

- افزایش ضایعات در واحد پخت تایر: ناپایداری فشار، منجر به پخت ناقص یا غیراستاندارد تایر شده که باعث افزایش ضایعات می‌شود.

- آسیب‌های مکانیکی دستگاه‌ها.

- افزایش احتمال خطای انسانی: پس از هر بار قطع شدن عملکرد بویلر و کمپرسور، راه‌اندازی مجدد تجهیزات توسط اپراتورها منجر به افزایش احتمال خطا، تأخیر در عملیات، و اعمال فشار روانی بر نیروی انسانی می‌شود.

- افزایش احتمال بروز حادثه برای اپراتورها.

- افزایش هزینه‌های نگهداری: تکرار توقف‌های ناخواسته، باعث افزایش دفعات تعمیرات، تعویض قطعات و بالا رفتن هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری می‌شود.

نوسانات برق شهر یکی از عوامل اصلی بروز مشکلات فوق بوده که گرچه از نظر زمان بسیار کوتاه است، اما تأثیری زیادی بر عملکرد تجهیزات داشته است. این تحلیل منجر به طراحی یک راه‌کار با محوریت پشتیبانی لحظه‌ای از مدار فرمان تجهیزات شد.

نصب UPS برای بویلرها و کمپرسورها

سیستم UPS نصب‌شده از نوع برخط با ظرفیت مناسب برای بویلرها و کمپرسورهای هوا انتخاب شد.

UPS تنها تغذیه مدار فرمان تجهیزات را در زمان چشمک یا نوسان کوتاه‌مدت برق (کمتر از ۳ ثانیه) بر عهده دارد. این زمان کوتاه اما حیاتی، نقش مهمی در حفظ پایداری عملکرد تجهیزات ایفا می‌کند در بویلرها، با حفظ تغذیه مدار فرمان، اینرسی فن دمنده در مدت‌زمان کوتاه افت ولتاژ، قادر است هوای موردنیاز برای مشعل را تأمین کند. در نتیجه، پرشرسوئیچ‌ها یا پرشر ترنس‌میتورهای مرتبط فعال

نتیجه‌گیری

استفاده از سیستم UPS به‌عنوان راه‌کاری مؤثر و اقتصادی جهت مقابله با نوسانات برق در صنعت تایرسازی اثبات‌شده است. این راه‌کار ضمن تضمین پایداری فرایند، موجب کاهش هزینه‌های جانبی و افزایش طول عمر تجهیزات شده است. پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابه برای دیگر تجهیزات حساس نظیر PLC ها، درایوها و تابلوهای فرمان نیز انجام گیرد.

نتیجه‌های به‌دست آمده از پیاده‌سازی سیستم UPS در مدار فرمان بویلرها و کمپرسورهای هوای فشرده نشان می‌دهد که حتی نوسانات بسیار کوتاه برق (در حد چشمک‌های چندثانیه‌ای) می‌تواند به توقف کامل خط تولید منجر شده و به کیفیت محصول و ایمنی نیروی انسانی آسیب وارد کنند. نصب یک سیستم UPS از نوع برخط برای تغذیه پایدار مدار فرمان این تجهیزات، راه‌کاری ساده اما بسیار مؤثر برای حذف اثر نوسانات لحظه‌ای برق است. این راه‌کار با تکیه بر اینرسی طبیعی تجهیزات، عملکرد آن‌ها را در زمان‌های افت ولتاژ لحظه‌ای حفظ می‌کند، بدون آن که نیازی به اجرای فرایند راه‌اندازی مجدد یا مداخله انسانی باشد.

از مهم‌ترین دستاوردهای این راه‌کار می‌توان به (۱) جلوگیری از خاموشی‌های بویلرها و کمپرسورها در اثر نوسان برق، (۲) افزایش بازده عملیاتی بویلر و کمپرسور، (۳) کاهش ضایعات ناشی از افت بخار یا هوای فشرده در خط تولید و (۴) کاهش هزینه‌های نگهداری و توقف تولید بازگشت سرمایه در کوتاه‌مدت اشاره کرد.

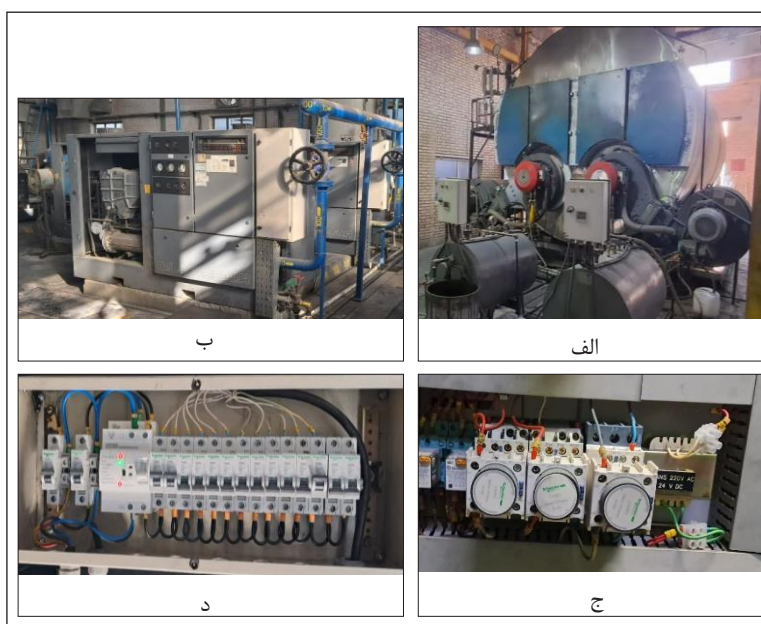
جدول ۲- مقایسه عملکرد پیش و پس از نصب UPS

شاخص عملکرد	قبل از نصب UPS	بعد از نصب UPS
متوسط تعداد خاموشی ماهانه	۸	۰
زمان متوسط توقف خط تولید در هر خاموشی	۲۰ دقیقه	۰
زمان کل توقف ماهانه	۱۶۰ دقیقه	۰
متوسط ضایعات ماهانه خط تولید	۱۰ تن	۰

نشده و فرایند بویلر مختل نمی‌شود. پس از بازگشت برق، باتوجه به عدم توقف فن و حفظ پیوستگی مدار فرمان، بویلر بدون نیاز به روشن‌سازی مجدد به عملکرد عادی ادامه می‌دهد. در کمپرسورها، ترکیب اینرسی الکتروموتور و فشار هوای باقی‌مانده در مخزن سپراتور باعث می‌شود فشار موردنیاز برای تأمین سیستم روغن‌کاری داخلی حفظ شود. در این حالت نیز، با حفظ تغذیه مدار فرمان توسط UPS، کمپرسور دچار توقف یا خطای کنترلی نمی‌شود و بلافاصله پس از بازگشت برق شبکه، ادامه عملکرد عادی خود را بدون نیاز به ریست یا مداخله اپراتور از سر می‌گیرد. این راه‌کار ساده اما مؤثر، مانع از توقف‌های ناخواسته تجهیزات در برابر نوسانات لحظه‌ای برق می‌شود و ضمن افزایش قابلیت اطمینان سیستم، موجب کاهش هزینه‌های نگهداری، ضایعات و توقفات تولید خواهد شد.

جدول ۱- مشخصات فنی UPS به‌کاررفته

Power	Input Voltage	Frequency	Output Voltage	Power Factor	DC Voltage
10KVA	208-240V	50HZ	208-240V	1	192 V



شکل ۱- (الف) بویلر، (ب) کمپرسور، (ج) مدار تایمر نگهدارنده فاز و (د) مدار فرمان

مراجع

- [1] Sumathy, B., Abinash, D., Aravindan, D., Prasaanth, K., & Muralidharan, D. T. (2019). Automation of Tire Curing Machine Using IOT. Indian Journal of Science and Technology, 12, 29.
- [2] Bassey, J. B., & Okposin, W. A. (2024). Design and Development of a Dual Powered Air Compressor for Tyre Inflation. International Journal of Recent Research in Civil and Mechanical Engineering (IJRRCE), 11(1), 19-29.

[۳] دفترچه راهنما کمپرسور Atlas Copco

[۴] دفترچه راهنما بویلر ماشین‌سازی اراک

[۵] دفترچه راهنما UPS هژیر صنعت