

پیام تولید برق

فصلنامه اختصاصی صنعت تولید برق

شماره ۲۷ و ۲۸

سال پانزدهم، بهار ۱۴۰۵

قیمت: ۲۰۰ هزار تومان



گذار به آینده‌ای پایدار
راهکارهای نوین برای توسعه صنعت برق

بهره‌وری انرژی، مزیت رقابتی
مدیریت مصرف و بهینه‌سازی در بخش‌های مختلف

فناوری و نوآوری
تحول دیجیتال در صنعت برق



اصناف پیشران تحول و توسعه
در صنعت تولید برق ایران



انجمن صنعتی
نیروگاه های ایران



شرکت تولید
نیروی برق دماوند

دومین همایش کاربران توربین های گازی و سیکل ترکیبی

با تمرکز بر واحدهای گازی و سیکل ترکیبی V94.2 (MGT70)

✓ با فناوری آنسالدو، زیمنس و مپنا

+ به همراه اولین نمایشگاه ایران روتک

مهر
۱۴۰۵

۱۹ مهر ماه ۱۴۰۵ - مرکز همایش های بین المللی انرژی

محورهای همایش

- نگهداشت بر پایه متدلوژی مدیریت دارایی های فیزیکی
- بهره برداری و عملکرد
- ارتقا ها و طرح های بهبود
- هوش مصنوعی و دیجیتال سازی
- قطعات یدکی، تأمین و مدیریت زنجیره تأمین
- اقتصاد برق
- سلامت، ایمنی و محیط زیست استانداردها و الزامات
- توسعه منابع انسانی

زمان

۷ و ۸ مهر ماه ۱۴۰۵

محل برگزاری

تهران - شهرک آزمایش - مرکز همایش های بین المللی ایران

آخرین مهلت ارسال مقالات

۳۱ تیر ماه ۱۴۰۵

زمان اعلام نتایج داوری مقالات

۳۱ مرداد ماه ۱۴۰۵

لینک ارسال مقالات conference.asnapower.ir



dpgm.ir
asnapower.ir

مجموعه برگزاری: شرکت مدیریت تولید برق دماوند ۰۲۱-۵۵۲۲۱۴۸۷

کیلومتر ۳۵ جاده تهران - گرمسار، نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند



فصلنامه اختصاصی صنعت تولید برق - شماره ۲۷ و ۲۸

صاحب امتیاز: انجمن صنفی نیروگاه‌های کشور (اصنا)

مدیرمسئول: حسین مهران اصفهانی

سردبیر: علی نبوی‌راد

دبیر تحریریه: حدیث حدادی

اعضای هیأت تحریریه: علی سنایی - سهیلا روزبان - میرمجید میر عظیمی - سروش چیت‌ساز - مهسا دهقان منشادی - آوین صفایی - نسرين اصل شهرپور - سعیده فارسی‌نژاد - محمدرضا حسنلو

ویراستار: حدیث حدادی

صفحه‌آرایی: آتلیه گرافیک گروه ونداد

چاپخانه: آبرنگ نوین

نشانی:

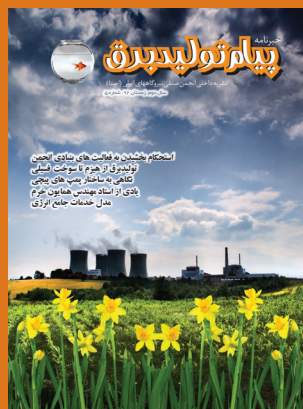
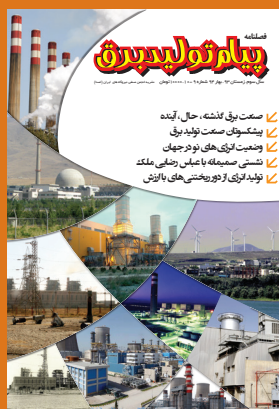
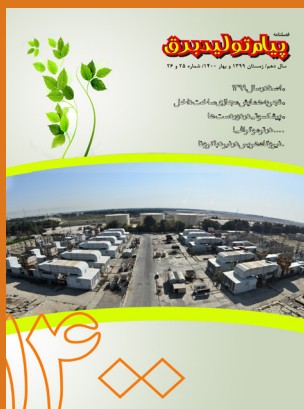
تهران، خیابان استاد مطهری، خیابان فجر (جم سابق)، پلاک ۱۸، طبقه سوم، واحد ۸

انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا)

تلفن: ۰۲۱۸۸۳۰۷۶۲

وبسایت: www.asnapower.ir

پست الکترونیکی: info@asnapower.ir



فهرست

۲	سر مقاله، همبستگی حرفه‌ای؛ پشتوانه صنعت برق در روزهای دشوار
۴	یادداشت سردبیر، چالش‌ها و همبستگی صنفی؛ ضرورتی برای آینده صنعت نیروگاهی
۸	اصنا؛ پیشران تحول و توسعه در صنعت تولید برق ایران
۱۲	تحلیل بازار، وقتی تعمیرات ارزان، گران تمام می‌شود!
۱۴	گفتگو، راهکارهای عبور نیروگاه‌ها از بحران
۱۸	پرونده ویژه، عبور نیروگاه ارومیه از چالش جنگ و تحریم با اتکا به توان فنی داخلی
۲۲	با پیشکسوتان، «مشایخی»، مرد ماندگار نیروگاه‌های ایران
۲۸	فناوری و نوآوری، نقش بر خط هوش مصنوعی در نیروگاه‌های حرارتی
۳۱	خبر نیروگاهی، تغییرات جلوتر از سال گذشته
۳۲	مقاله فنی، روش‌های افزایش توان توربین‌گاز در فصول گرم سال
۳۸	مقاله فنی، چگونه مدیریت دارایی فیزیکی به مسئله حیاتی نیروگاه‌ها تبدیل شد؟
۴۶	معرفی نیروگاه، داستان یک نیروگاه پیشرو در تپش انرژی در اصفهان
۵۰	مقاله انگلیسی



همبستگی حرفه‌ای؛ پشتوانه صنعت برق در روزهای دشوار



**مهندس علی نیکبخت؛
رئیس هیئت مدیره انجمن صنفی نیروگاه های ایران**

است که در روزهای بحرانی و اوج مصرف، نیروگاه‌ها هرگز تنها نیستند. در پس هر واحد تولیدی که با موفقیت پایداری خود را حفظ می‌کند، شبکه‌ای از همکاری‌های فنی، تبادل تجربیات و همراهی متخصصان نهفته است. گاه انتقال یک تجربه تعمیراتی از نقطه‌ای به نقطه دیگر کشور، کلید حل مسئله‌ای پیچیده می‌شود و از توقیفی پرهزینه جلوگیری می‌کند. این روحیه همکاری، سرمایه نمادین و ریشه‌داری است که طی دهه‌ها در میان جامعه حرفه‌ای این صنعت متبلور شده است.

در روزهای پیک مصرف، این همبستگی معنای ملموس‌تری می‌یابد. متخصصان این مرز و بوم به‌خوبی می‌دانند که پایداری شبکه، حاصل یک تلاش جمعی است. همفکری و یاری حرفه‌ای میان مجموعه‌های مختلف، نه یک انتخاب، بلکه بخشی از فرهنگ سازمانی این صنعت است که باید بیش از پیش تقویت شود.

در کنار حفظ آمادگی واحدها، مقوله «بهره‌وری» نیز اهمیتی مضاعف یافته است. بهبود عملکرد تجهیزات، کاهش تلفات، ارتقای روش‌های نگهداری و افزایش بازدهی، مستقیماً به بهینه‌سازی مصرف سوخت و صیانت از منابع ملی می‌انجامد. در شرایطی که تأمین سوخت با محدودیت‌هایی روبه‌روست، هر گام در جهت افزایش بهره‌وری، گامی استراتژیک در مسیر پایداری تولید خواهد بود.

تابستان برای صنعت برق ایران همواره فصلی حساس و سرنوشت‌ساز بوده است. با افزایش دمای هوا و اوج‌گیری مصرف، بار دیگر نگاه‌ها به نیروگاه‌ها و همت شبانه‌روزی متخصصانی دوخته می‌شود که در سکوت و دور از هیاهو، مسئولیت پایداری شبکه برق کشور را بر عهده دارند. روشنایی خانه‌ها و گردش چرخ بیمارستان‌ها، کارگاه‌ها و کارخانه‌های این سرزمین، بیش از هر چیز مدیون دانش و اراده خانواده بزرگ مهندسان، کارشناسان و تکنسین‌هایی است که در سنگر بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری مجاهدت می‌کنند.

اما امسال این مسئولیت در شرایطی به مراتب دشوارتر ایفا می‌شود. محدودیت منابع مالی، چالش‌های نقدینگی و دشواری تأمین قطعات، در کنار تبعات بازسازی و ناترازی‌های ناشی از شرایط منطقه‌ای که بخشی از ظرفیت تأمین گاز نیروگاه‌ها را با اختلال روبه‌رو ساخته، مدیریت تولید برق را پیچیده‌تر از گذشته کرده است. از سوی دیگر، کاهش یا اختلال در بخشی از توان تولیدی نیروگاه‌های خودتأمین صنایع بزرگ، بار مضاعفی را بر دوش شبکه سراسری قرار داده است؛ نیروگاه‌هایی که ناگزیرند با ضریب آمادگی بالاتر و در دوره‌های کاری فشرده‌تر، در مدار بمانند.

در چنین برهه‌ای، ارزش «همبستگی حرفه‌ای» میان فعالان صنعت برق بیش از هر زمان دیگری آشکار می‌شود. تجربه سال‌های گذشته نشان داده



اصلاحی و هر ایده نو، گنجینه‌ای است که به غنای این گفتمان کمک می‌کند. نشریه «پیام تولید» نیز با همین رویکرد پای به عرصه گذارده است؛ فضایی برای انعکاس دیدگاه‌ها، طرح تجربیات و تقویت شبکه ارتباطی میان صنعت، دانشگاه و مدیران ارشد حوزه انرژی. این نشریه دعوتی است از همه اعضای این خانواده بزرگ؛ از مهندسان پیشکسوت و دانشگاهیان پژوهشگر تا جوانان خلاق و فعالان حوزه فناوری، تا با اشتراک‌گذاری دانش خود، به پویایی این شبکه حرفه‌ای یاری رسانند. حوزه‌هایی همچون مدیریت منابع انسانی، انتقال تجربه بین‌نسلی، توسعه فناوری‌های نوین نگهداری (CM)، ارتقای بهره‌وری و فرهنگ‌سازی در مصرف، همگی عرصه‌هایی هستند که شکوفایی آن‌ها در گرو همفکری جمعی است.

در فرهنگ ایرانی، روشن نگاه داشتن چراغ خانه، نشانه آبادانی، پایداری و امید است. امروز چراغ خانه‌ها و شهرهای این سرزمین به دست متخصصان شریف صنعت برق روشن مانده است. پاسداشت این روشنایی، فراتر از تجهیزات، نیازمند همبستگی، گفت‌وگوی سازنده و تعهد همه کسانی است که آینده این صنعت را با آینده ایران گره زده‌اند.

امید است با تکیه بر روحیه همدلی و تقویت همکاری‌های بین‌بخشی، از این روزهای دشوار با سربلندی عبور کرده و همچنان ضامن روشنایی و رونق این سرزمین باشیم.

با این حال، تلاش‌های فنی به‌تنهایی کافی نیست؛ مدیریت مصرف و ترویج فرهنگ صرفه‌جویی در جامعه، مکمل حیاتی اقدامات مهندسی است. درک درست افکار عمومی از ارزش انرژی و محدودیت منابع، فشار بر شبکه تولید را کاهش می‌دهد. در این مسیر، متخصصان صنعت برق و رسانه‌های تخصصی نقشی کلیدی در آگاهی‌بخشی و اصلاح الگوهای مصرف ایفا می‌کنند.

باید توجه داشت که صنعت برق تنها با ابزار فنی پیش نمی‌رود؛ این صنعت نیازمند «گفت‌وگوی حرفه‌ای» و «مشارکت فکری» است. انتظار بحق جامعه متخصصان این است که در تصمیم‌گیری‌های کلان و راهبردی، از دانش میدانی و تجربه فعالان این عرصه بهره گرفته شود. تصمیماتی که با تکیه بر خرد جمعی و مشارکت صاحبان تجربه اتخاذ شود، بی‌تردید دقیق‌تر و اثربخش‌تر خواهد بود. از این رو، انتظار می‌رود نهادهای تصمیم‌گیر در دولت و مجلس، راه گفت‌وگو و تعامل سازنده با بدنه کارشناسی را بیش از پیش بگشایند؛ چراکه عبور از چالش‌های پیش رو، نیازمند اندیشه‌های گشوده و بهره‌گیری از تجربه‌های زیسته است، نه تصمیم‌سازی در اتاق‌های بسته.

در این میان، «انجمن تعمیرات و نگهداری ایران» می‌کوشد نقش یک بستر ساز و گوش شنوا را ایفا کند؛ فضایی که در آن اعضای این جامعه حرفه‌ای بتوانند دغدغه‌ها و ایده‌های خود را با سیاست‌گذاران در میان بگذارند. این مسیر تنها با مشارکت فعال اعضا معنا می‌یابد. هر پیشنهاد

چالش‌ها و همبستگی صنفی؛ ضرورتی برای آینده صنعت نیروگاهی



مهندس علی نبوی‌راد؛
سردبیر مجله پیام تولید برق

تقویت انسجام درون صنفی نمایان می‌شود.

واقعیت آن است که نیروگاه‌ها، با وجود تفاوت در ساختار مالکیت، ظرفیت، فناوری یا موقعیت جغرافیایی، در بسیاری از مسائل، دغدغه‌ها و مطالبات، اشتراکات فراوانی دارند. چالش‌هایی که یک نیروگاه با آن مواجه است، اغلب برای نیروگاهی دیگر نیز قابل لمس است؛ تجربه‌ای که در یک مجموعه حاصل شده، می‌تواند راهگشای مجموعه‌ای دیگر باشد و راهکاری که در یک نیروگاه به نتیجه رسیده، می‌تواند الگویی برای دیگران باشد.

از همین منظر، گفت‌وگو میان نیروگاه‌ها، انتقال تجربه، اشتراک دانش و ایجاد وحدت رویه در مواجهه با مسائل مشترک، ضرورتی انکارناپذیر برای آینده این صنعت است.

در این میان، انجمن صنفی کارفرمایی شرکت‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور (اصنا)، به‌عنوان نماینده صنفی فعالان این حوزه، نقشی کلیدی و اثرگذار بر عهده دارد. این انجمن، در کنار سایر فعالیت‌های صنفی، حرفه‌ای و تخصصی خود، همواره کوشیده است بستری برای تعامل مؤثر میان نیروگاه‌ها، پیگیری مطالبات صنفی، تسهیل ارتباط با نهادهای تصمیم‌گیر و سیاست‌گذار، و تقویت هم‌افزایی میان اعضای این صنعت فراهم آورد.

پیگیری مسائل مشترک نیروگاه‌ها، طرح دغدغه‌های صنفی، ایجاد فضای گفت‌وگوی تخصصی، ارتباط با دستگاه‌های اجرایی و تصمیم‌گیر، حمایت از

با افتخار، شماره بیست‌ونهم نشریه تخصصی پیام تولید برق را پیش روی شما قرار می‌دهیم؛ نشریه‌ای که پس از وقفه‌ای، بار دیگر انتشار آن از سر گرفته شده است تا همچنان صدای تخصصی صنعت نیروگاهی کشور باشد.

پیام تولید برق پیش از این در شماره قبل منتشر شده و در سال‌های فعالیت خود کوشیده است روایتگر بخشی از تجربه‌ها، دغدغه‌ها، تحولات، دستاوردها و مسیر روبه‌رشد صنعت تولید برق کشور باشد. امروز، انتشار مجدد این نشریه در شماره بیست‌ونهم، صرفاً بازگشت یک رسانه تخصصی نیست، بلکه آغاز دوباره مسیری برای گفت‌وگو، هم‌افزایی، تبادل تجربه و تقویت ارتباط میان فعالان صنعت نیروگاهی ایران است.

صنعت نیروگاهی کشور در سال‌های اخیر با مجموعه‌ای از چالش‌های پیچیده، درهم‌تنیده و گاه کم‌سابقه روبه‌رو بوده است؛ از مسائل مربوط به تأمین سوخت، نوسازی و بازتوانی واحدها، افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، کمبود نقدینگی و فشارهای اقتصادی گرفته تا دغدغه تأمین پایدار برق، آمادگی برای عبور از پیک مصرف، حفظ راندمان عملیاتی و پاسخ‌گویی به نیاز روزافزون شبکه سراسری. هر یک از این موارد، به‌تنهایی موضوعی مهم و راهبردی است و در کنار یکدیگر، تصویری روشن از حساسیت و اهمیت جایگاه صنعت نیروگاهی کشور ترسیم می‌کنند.

در چنین شرایطی، بیش از هر زمان دیگری، اهمیت همبستگی صنفی و

باشد، بلکه می‌تواند بستری برای روایت تجربه‌های موفق نیروگاه‌ها و بیان دغدغه‌های صنفی نیز فراهم کند.

از سوی دیگر، این نشریه شرایطی را فراهم می‌کند تا مدیران، کارشناسان، مهندسان و تصمیم‌سازان صنعت برق، با زبانی مشترک با یکدیگر سخن بگویند و پلی ارتباطی میان تجربه امروز و آینده صنعت نیروگاهی کشور ایجاد شود.

در این شماره، آغاز دوباره این مسیر است؛ مسیری که امید می‌رود با همراهی و مشارکت خانواده بزرگ صنعت نیروگاهی کشور، پربارتر از گذشته ادامه یابد.

از همه مدیران عامل، متخصصان، کارشناسان، پژوهشگران، فعالان بخش خصوصی، پیشکسوتان و همراهان صنعت نیروگاهی دعوت می‌کنیم با ارسال دیدگاه‌ها، تجربه‌ها، یادداشت‌ها، مقالات تخصصی و پیشنهادها، در غنای این نشریه سهیم باشند.

امیدواریم پیام تولید برق در دوره جدید انتشار خود، بیش از گذشته، رسانه‌ای مؤثر، حرفه‌ای و ماندگار برای صنعت نیروگاهی ایران باشد؛ رسانه‌ای برای بیان چالش‌ها، تقویت همبستگی صنفی و ساختن آینده‌ای روشن‌تر برای صنعت تولید برق کشور.

بخش خصوصی فعال در صنعت برق، و همچنین تلاش برای نزدیک‌تر شدن دیدگاه‌ها و ایجاد وحدت رویه در حوزه‌های تخصصی و اجرایی، بخشی از مأموریتی است که انجمن در سال‌های فعالیت خود دنبال کرده است.

انتشار مجدد نشریه پیام تولید برق نیز در امتداد همین مأموریت تعریف می‌شود. این نشریه تلاش خواهد کرد، در کنار سایر فعالیت‌های انجمن، بستری رسانه‌ای و تخصصی برای طرح مسائل صنعت نیروگاهی، انعکاس دیدگاه‌ها، انتقال دانش، معرفی تجربه‌های موفق، بازتاب دغدغه‌ها و گفت‌وگوی حرفه‌ای میان فعالان این حوزه باشد. باور ما بر این است که صنعت نیروگاهی کشور، بیش از هر چیز، به ارتباط مؤثر میان بازیگران خود نیاز دارد؛ ارتباطی که بتواند فاصله میان تجربه‌ها را کمتر کند، دانش را به اشتراک بگذارد و مسیر حل مسائل مشترک را هموارتر سازد.

امروز، صنعت نیروگاهی ایران سرمایه‌ای ارزشمند از دانش، تجربه، نیروی انسانی متخصص و توان فنی در اختیار دارد. بخشی از این سرمایه در پروژه‌ها، تعمیرات اساسی، بهره‌برداری روزمره، مدیریت بحران‌ها، بومی‌سازی تجهیزات و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی شکل گرفته است؛ سرمایه‌ای که اگر مستندسازی نشود و در بدنه صنعت به اشتراک گذاشته نشود، به تدریج بخشی از آن از دست خواهد رفت.

پیام تولید برق نه تنها می‌تواند محلی برای ثبت و انتقال این سرمایه دانشی



اعضای هیأت مدیره انجمن اصنا

مهندس عباس کریمی
دبیر و عضو هیئت مدیره



مهندس علی نیکبخت
رئیس هیأت مدیره انجمن اصنا



دکتر اصغر حکیمی
عضو هیئت مدیره



مهندس منوچهر جباری
عضو هیئت مدیره



مهندس وحید یعقوبی
عضو هیئت مدیره



مهندس محمود رضا فارسی
عضو هیئت مدیره



مهندس آرش رحیمیان
خزانه دار و عضو هیئت مدیره





اصنا؛ پیشران تحول و توسعه در صنعت تولید برق ایران

انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا)، به عنوان بازوی توانمند بخش خصوصی در صنعت تولید برق کشور، در طول سال‌های فعالیت خود، نقشی کلیدی در هم‌افزایی، ارتقای دانش فنی و پیگیری مطالبات صنفی ایفا کرده است. این گزارش، مروری جامع بر اقدامات و دستاوردهای انجمن در بازه زمانی مرداد ماه ۱۴۰۱ تا پایان سال ۱۴۰۴ دارد و بر محورهای استراتژیک، فنی، آموزشی، رسانه‌ای و سیاست‌گذاری تمرکز می‌کند. هدف از این گزارش، تبیین جایگاه اصنا به عنوان موتور محرکه توسعه و تحول در این صنعت حیاتی و ارائه تصویری روشن از مسیر طی شده و چشم‌انداز پیش رو است.

۱. تحول در ساختار و زیرساخت‌های انجمن (فاز نوسازی و چابک‌سازی):

در راستای ارتقاء کارایی و پاسخگویی به نیازهای روزافزون اعضا، انجمن اصنا گام‌های بلندی در بازسازی و نوسازی زیرساخت‌های عملیاتی خود برداشت. این اقدامات شامل:

انتقال و تجهیز دفتر مرکزی:

- جابجایی به دفتر جدید و مدرن، فضایی مناسب برای برگزاری جلسات، تعاملات حرفه‌ای و تسهیل ارتباطات با اعضا و نهادهای حاکمیتی فراهم آورد. این تغییر، نمادی از بلوغ و رشد انجمن در دوران اخیر بوده است.

بازنگری ساختار سازمانی:

- با هدف افزایش چابکی و شفافیت، ساختار تشکیلاتی انجمن مورد بازبینی قرار گرفت. تدوین و به‌روزرسانی شرح وظایف واحدها، زمینه‌ساز اجرای دقیق‌تر برنامه‌ها و تخصصی‌تر شدن فعالیت‌ها شد.

نوسازی تجهیزات:

- تأمین و به‌روزرسانی تجهیزات اداری، مخابراتی

و فناوری اطلاعات در دبیرخانه، ضمن افزایش سرعت و کیفیت خدمات‌دهی به اعضا، بستر لازم برای اجرای پروژه‌های دیجیتال و ارتباطی انجمن را نیز فراهم کرده است.

۲. ارتقاء دانش و توانمندی‌های فنی و تخصصی:

یکی از ارکان اصلی فعالیت اصنا، تمرکز بر دانش‌بنیان کردن صنعت تولید برق و ارتقاء سطح تخصص اعضا است. در این دوره، اقدامات زیر صورت پذیرفت:

تفاهم‌نامه‌های همکاری علمی و نوآوری:

- انعقاد تفاهم‌نامه‌های استراتژیک با دانشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری و مراکز نوآوری، به منظور تسهیل انتقال دانش فنی، حمایت از پروژه‌های تحقیق و توسعه (R&D) و بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته.

مدیریت دانش و مستندسازی تجربیات:

- آغاز فرآیند نظام‌مند جمع‌آوری، دسته‌بندی و انتشار تجربیات عملیاتی، فنی و مدیریتی نیروگاه‌ها. این امر به ویژه در حوزه تعمیرات، نگهداری و بهینه‌سازی عملکرد،

ارزش فراوانی دارد.

- برگزاری رویدادهای تخصصی پیشرو:

نمایشگاه تخصصی «ایران روتک» (Iran Rotec):

- با تمرکز بر خودکفایی در تولید قطعات دوار و حساس توربین‌ها، فرصتی برای نمایش توانمندی‌های داخلی و شناسایی فرصت‌های همکاری فراهم شد.

نمایشگاه و همایش «ساخت داخل در

صنعت نیروگاهی»:

- تلاشی هدفمند برای تقویت زنجیره تأمین داخلی و کاهش وابستگی به واردات.

کارگاه‌های تخصصی توربین‌های کلاس F:

- بررسی آخرین دستاوردها، چالش‌ها و راهکارهای عملیاتی در خصوص این نسل از توربین‌های نیروگاهی، با حضور برجسته‌ترین متخصصان.

همایش حوادث نیروگاهی؛ تجربیات و

درس‌آموخته‌ها:

- این همایش فرصتی مغتنم برای گردهمایی متخصصان و مدیران نیروگاهی است تا با بررسی

عمیق حوادث رخ داده، درس‌آموخته‌های ارزشمند را استخراج و راهکارهای پیشگیرانه را برای افزایش ایمنی و پایداری عملیاتی تدوین کرده است.

نشست مدیران منابع انسانی صنایع

نیروگاهی:

- با تمرکز بر چالش‌ها و فرصت‌های مدیریت سرمایه‌های انسانی در صنعت پویای تولید برق، این نشست فضایی را برای تبادل دیدگاه‌ها و تدوین استراتژی‌های نوین در حوزه منابع انسانی فراهم آورد.

وبینار کاربردی آشنایی با روش‌های اجرایی و

منابع داده‌ای پیاده‌سازی RCA:

- در راستای ارتقای مهارت‌های فنی و عملیاتی، این وبینار به معرفی جامع روش‌های علت‌یابی ریشه‌ای (RCA) و منابع داده‌ای مورد نیاز برای پیاده‌سازی مؤثر آن پرداخته و به مدیران و کارشناسان فنی کمک می‌کند تا ریشه‌های مشکلات را شناسایی و برطرف سازند.

مسابقه عکاسی هفت‌سین نیروگاهی:

- با هدف پاسداشت سنت‌های ایرانی و ایجاد فضایی خلاقانه و فرهنگی، مسابقه عکاسی با تم «هفت‌سین نیروگاهی» برگزار شد که فرصتی برای نمایش زیبایی‌های بصری و ارتباط نمادین با صنعت برق است.
- این رویدادها نشان‌دهنده تعهد انجمن به توسعه مستمر دانش، اشتراک‌گذاری تجربیات و تقویت روحیه همکاری در میان اعضا و فعالان صنعت نیروگاهی کشور است.

۳. تحول در رسانه و اطلاع‌رسانی (فراتر از یک قرن):

ارتباط مؤثر و شفاف با اعضا، جامعه تخصصی و عموم مردم، از اولویت‌های انجمن بوده است. در این راستا:

بازطراحی وب‌سایت رسمی

asnapower.ir

- وب‌سایت انجمن به عنوان پنجره‌ای رو به

صنعت نیروگاهی، با رابط کاربری نوین، محتوای غنی و قابلیت‌های تعاملی، بازطراحی و راه‌اندازی شد تا به مرجع اصلی اخبار، اطلاعات و دسترسی به منابع تخصصی تبدیل گردد.

مدیریت هوشمند شبکه‌های اجتماعی:

- حضور فعال و هدفمند در بسترهای رسانه‌های اجتماعی، با هدف اطلاع‌رسانی به موقع، انعکاس دیدگاه‌ها و مطالبات اعضا، و ایجاد فضایی پویا برای گفت‌وگو تخصصی.

انتشارات تخصصی پیشگام:

نشریه «پیام تولید برق»:

- این نشریه با هدف ارائه تحلیل‌های عمیق، گزارش‌های فنی و پوشش اخبار مهم صنعت، به صورت منظم منتشر گردید و اولین شماره آن نیز در آستانه انتشار قرار دارد.
- تدوین کتاب «صنعت تولید برق؛ فراتر از یک قرن»: پروژه‌ای ارزشمند برای ثبت تاریخ شفاهی، دستاوردها و فراز و نشیب‌های صنعت تولید برق ایران، با نگاهی به آینده.

۴. نقش‌آفرینی در سیاست‌گذاری و تعاملات صنفی:

انجمن اصنا به عنوان نماینده فعالان این صنعت، در راستای دفاع از حقوق اعضا و تأثیرگذاری بر سیاست‌های کلان، اقدامات زیر را پیگیری کرده است:

تعامل با نهادهای حاکمیتی:

- برگزاری جلسات مستمر با مسئولان وزارت نیرو، سازمان ساترا، توانیر و سایر نهادهای مرتبط، به منظور طرح دغدغه‌ها، ارائه پیشنهادات کارشناسی و مشارکت در فرآیندهای تصمیم‌گیری مرتبط با صنعت برق.

تلاش برای ارتقاء استانداردهای فنی:

- مشارکت فعال در کمیته‌های تدوین و بازنگری استانداردها، با هدف انطباق با آخرین فناوری‌های روز دنیا و افزایش ضریب اطمینان و ایمنی در بهره‌برداری از نیروگاه‌ها.

برنامه‌ریزی عملیاتی و رفع موانع تولید:

- پیگیری مستمر مشکلات نیروگاه‌ها در زمینه‌هایی چون تأمین سوخت، نقدینگی، تعرفه‌گذاری و تعمیرات، و تدوین برنامه‌های عملیاتی مشترک برای رفع موانع تولید و افزایش بهره‌وری اقتصادی
- برنامه‌های آتی انجمن صنفی نیروگاه‌های کشور (اصنا)
- انجمن صنفی نیروگاه‌های کشور (لصنا) در تداوم رسالت خود برای ارتقای صنعت تولید برق کشور، حمایت از اعضا و گسترش فعالیت‌های دانش‌بنیان، مجموعه‌ای از برنامه‌های راهبردی را در دستور کار قرار داده است.

- از مهم‌ترین این برنامه‌ها می‌توان به صیانت از منافع حرفه‌ای و حقوقی اعضا از طریق حضور مؤثر در مراجع تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیر، از جمله دولت، مجلس شورای اسلامی، وزارت نیرو و سایر نهادهای تخصصی صنعت برق اشاره کرد. همچنین انجمن با هدف حفظ استانداردهای فنی و ارتقای کیفیت بهره‌برداری و نگهداری نیروگاه‌ها، تقویت جایگاه خود در فرآیند ارزیابی و صدور پروانه‌های O&M را دنبال می‌کند.

- در حوزه توانمندسازی نیروی انسانی و توسعه دانش تخصصی نیز، برگزاری همایش‌ها، سمینارها، کارگاه‌های عملی و وبینارهای آموزشی و نیز اعلام تقویم جامع آموزشی سال ۱۴۰۵ از جمله محورهای اصلی برنامه‌های پیش‌رو است. در همین راستا، انجمن بر تولید و انتشار محتوای تخصصی از طریق مجله پیام تولید برق، تولید محتوای دیجیتال و تدوین کتاب «صنعت تولید برق؛ فراتر از یک قرن» نیز تأکید دارد.

- از دیگر برنامه‌های مهم لصنا می‌توان به اجرای میزبانی انرژی در واحدهای عضو، ارائه راهکارهای فنی برای بهبود بهره‌وری و کاهش مصرف سوخت، و نیز تحلیل اقتصاد برق و ارائه پیشنهادات تخصصی برای تعیین نرخ واقعی تولید اشاره کرد. این اقدامات با هدف

ارتقای کارایی نیروگاه‌ها و رفع چالش‌های ساختاری و عملیاتی صنعت دنبال می‌شود. • انجمن همچنین با نهادینه‌سازی تعاملات بین‌بخشی با دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، تولیدکنندگان تجهیزات و مؤسسات دانش‌بنیان، زمینه توسعه فناوری‌های نو و تقویت زیست‌بوم نوآوری در صنعت برق را فراهم می‌سازد. در همین مسیر، تداوم امضای

تفاهم‌نامه‌های همکاری با نهادهای صنفی، دانشگاهی و صنعتی نیز در دستور کار قرار دارد. • از دیگر اولویت‌های انجمن می‌توان به تدوین دستورالعمل‌های فنی و تخصصی برای ارتقای راندمان و کاهش مصرف سوخت، شناسایی و تکریم پیشکسوتان صنعت تولید برق و مستندسازی تجربیات آنان، و همچنین تقویت ارتباطات راهبردی با کمیسیون انرژی مجلس،

وزارتخانه‌های نفت و نیرو، پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها اشاره کرد. • در نهایت، لصنا با گسترش همکاری با سندیکاها و انجمن‌های تخصصی صنعت برق و تشکیل کمیته‌های راهبری، علمی و اجرایی همایش‌های سالانه، در پی ارتقای انسجام، هم‌افزایی و اثربخشی بیشتر فعالیت‌های صنفی و تخصصی خود است.

نتیجه‌گیری:

عملکرد انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا) در بازه زمانی مورد بررسی، نشان‌دهنده پویایی، تعهد و رویکردی تحول‌گرایانه به سوی آینده‌ای روشن‌تر برای صنعت تولید برق کشور است. از نوسازی ساختاری گرفته تا ارتقاء دانش فنی، تحول در رسانه و نقش‌آفرینی فعال در سیاست‌گذاری، تمامی اقدامات در راستای تحقق اهداف عالیه انجمن و خدمت به توسعه پایدار انرژی در ایران بوده است. انجمن اصنا با تکیه بر تجربیات گذشته و با نگاهی به افق‌های پیش رو، همچنان به عنوان ستون فقرات بخش خصوصی در این صنعت، مسیر تعالی را طی خواهد کرد.



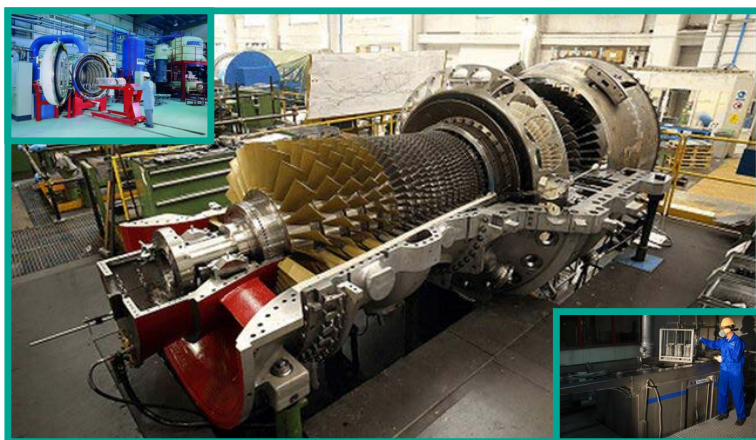
نقش راهبردی شرکت قطعات توربین شهریار در بایرداری تولید برق کشور

صرفه جویی ۸۰ میلیون دلاری

با بازسازی ۳۸ توربین نیروگاهی

شرکت قطعات توربین شهریار

Shahriar Turbine Components Co.



مدیرعامل شرکت قطعات توربین شهریار از اجرای پروژه «بازسازی ۳۸ توربین نیروگاهی» برای افزایش آمادگی تولید برق این واحدها در بیک مصرف تابستان سال آینده خبر داد. اصغر حکیمی در نشست خبری با اشاره به اینکه این مجموعه دانش بنیان به عنوان اولین و بزرگترین شرکت بازسازی کننده توربین های گازی در خاورمیانه مشغول فعالیت است، افزود: «این مجموعه از جمله شرکت های انگشت شمار جهانی در زمینه بازسازی قطعات داغ نیروگاه های گازی بوده که در این خصوص از تکنولوژی های روز دنیا بهره مند است.»

وی با اشاره به اینکه این شرکت با بازسازی و تکمیل عملیات ساخت قطعات توربین های گازی نقش مهمی در حفظ سطح تولید برق کشور بر عهده دارد، ادامه داد: «این مجموعه هر سال قادر به بازسازی ۵۰ توربین نیروگاهی است و خدمات ارائه شده این شرکت سالانه بالغ بر ۸۰ میلیون دلار صرفه جویی ارزی برای کشورمان به همراه دارد.»

ایرج استیفا، معاون بازسازی شرکت قطعات توربین شهریار نیز در این نشست خبری با تأکید بر اینکه هزینه بازسازی پره توربین بین ۱۵ تا ۲۰ درصد هزینه ساخت آن است، بیان کرد: «این مجموعه خدمات رسانی به نیروگاه ها را با تولید سالانه ۵۳ معادل ست قطعات نیروگاهی آغاز کرده و طی سال های اخیر تولید خود را به بیش از ۱۲ برابر رسانده؛ به نحوی که در سال گذشته این رقم به عدد ۷۳۷ معادل ست رسیده است.»

همچنین اویس ابوطالبی، معاون بازرگانی شرکت قطعات توربین شهریار با اشاره به افزایش ۱۰ درصدی خدمات ارائه شده این شرکت نسبت به سال گذشته، تأکید کرد: «در صورت نبود چنین شرکتی بایستی قطعات برای بازسازی به خارج از کشور ارسال یا قطعات نو از خارج کشور خریداری می شد که با توجه به شرایط تحریمی کشور، این مسئله هزینه های تولید برق را چندین برابر کرده و تعمیرات نیروگاهی را با وقفه و تأخیر مواجه می کرد.»

● ایران جزو ۵ کشور اول جهان در تولید توربین گازی است

مدیرعامل شرکت قطعات توربین شهریار گفت: «کشورهای صاحب تکنولوژی توربین های گازی در جهان انگشت شمارند و ایران یکی از این کشورهاست و با اقدامات صورت گرفته ۱۰۰ میلیون یورو صرفه جویی ارزی محقق شده است.»

اصغر حکیمی در نشست خبری، درباره توانایی ایران در ساخت و تعمیر توربین، اظهار کرد: «هفت سال است که با عراق و سوریه کار می کنیم و در این راستا چهار میلیون یورو ارزآوری برای کشور داشته ایم.» وی با بیان اینکه اکنون در حال مذاکره با روسیه برای صادرات خدمات فنی و مهندسی و تکنولوژی هستیم، گفت: «با ونزوئلا نیز برای ارائه خدمات، مذاکرات و بازدیدهایی انجام شده است.»

مدیرعامل شرکت قطعات توربین شهریار افزود: «سال گذشته بیش از ۱۶ هزار قطعه را بازسازی و تعمیر کردیم که این موضوع ۱۰۰ میلیون یورو صرفه جویی ارزی به دنبال داشته است.» حکیمی با اشاره به نقش تحریم ها در حوزه ساخت توربین گفت: «هرچند تحریم ها مشکلاتی را به وجود آوردند، اما این موضوع محرکی برای ساخت قطعات و خودکفایی در این حوزه بود.»

وی با تأکید بر اینکه با توجه به فعالیت توربین های گازی در دمای بالا، حتما باید بازسازی انجام شود و برای بیک امسال نیز تمام پروژه بازسازی به اتمام رسیده، اظهار کرد که ۶۰ درصد مواد اولیه وارد می شود حکیمی با بیان اینکه سال گذشته ۶۵۰ معادل ست قطعه نیروگاهی را برای ۳۰ نیروگاه کشور بازسازی کردیم، بیان کرد: «امسال بازسازی نیروگاه خلیج فارس در ۹۰ روز انجام شد که در نوع خود ثبت یک رکورد جدید بود.»

وی با اشاره به این نکته که ۶۰ درصد بازسازی تعمیرات توربین ها را این شرکت انجام می دهد، افزود: «حدود ۶ هزار قطعه در توربین های شرکت های نفت و گاز تعمیر شده است.»

مدیرعامل شرکت قطعات توربین شهریار با اشاره به چالش های موجود برای تأمین مواد اولیه گفت: «تمام سفارش های مربوط به سال ۱۴۰۴ با فعالیت سه شیفته کارکنان به اتمام رسیده تا واحدهای نیروگاهی قبل از پیک در مدار باشند.»

این مقام مسئول در پایان تأکید کرد: «به جهت کیفیت قطعات و تعمیرات آنها از شرکت های معتبر دنیا عقب نیستیم و کمبودی نداریم و با آنها رقابت هم می کنیم؛ حتی این پتانسیل وجود دارد که صادرات خدمات فنی مهندسی به اروپا نیز داشته باشیم.»



وقتی تعمیرات ارزان، گران تمام می شود!

بهای سنگین تعویق

باران ایمانی

مصطفی رجبی مشهدی؛
معاونت برق و انرژی وزارت نیرو

روزشمار برای ورود به پیک مصرف ۱۴۰۵ آغاز شده است. مسئولین از مدت ها قبل، گذر از تابستان امسال با کمترین خاموشی را منوط به مدیریت مصرف از سوی مردم می دانند و نگرانی ها نسبت به افزایش ناترازی، بیشتر از هر زمانی شده است. این نگرانی در شرایطی است که برنامه ریزی برای تامین برق امسال از مدت ها قبل آغاز شده و آن طور که مصطفی رجبی مشهدی، معاون وزیر نیرو در امور برق و انرژی می گوید، بیش از ۹۸ درصد تعمیرات نیروگاهی به پایان رسیده است.

وی با بیان اینکه سالانه بیش از ۱۲۰ هزار مگاوات تعمیرات نیروگاهی برای تولید حداکثری در تابستان باید انجام شود؛ از هزینه گزافی که عدم تعمیرات به موقع نیروگاه ها می تواند به نیروگاه داران تحمیل کند، می گوید: «با تعویق برنامه تعمیراتی، احتمال بروز حادثه و محدودیت تولید بیشتر شده و راندمان کاهش می یابد. ضمن اینکه با افزایش مدت زمان اجرای کار تعمیرات، مدت خروج نیروگاه از مدار افزایش یافته و به تبع آن، درآمد نیروگاه هم کاهش خواهد یافت.» متن کامل گفتگوی خبرنگار ما با مصطفی رجبی مشهدی، معاون وزیر نیرو در امور برق و انرژی را در ادامه می خوانید:

◀ تاخیر در تعمیرات اساسی نیروگاه های حرارتی چه تاثیری روی هزینه تولید برق می تواند داشته باشد؟

سالانه بیش از ۱۲۰ هزار مگاوات تعمیرات نیروگاهی برای تولید حداکثری در تابستان باید انجام شود. با توجه به ظرفیت تولید، می توان گفت که برخی واحدها حتی سالانه دو بار تعمیرات برنامه ریزی شده دارند که شامل بازدیدهای اتاق احتراق و مسیر داغ و تعمیرات نیمه اساسی و اساسی است. از این مقدار، حدود ۱۱۰ هزار مگاوات از تعمیرات مربوط به نیروگاه های حرارتی است که سهم بالایی از تولید برق روی دوش این نیروگاه ها است. اما در پاسخ

به سوال شما باید بگویم که تاخیر در تعمیرات نیروگاه های حرارتی از دو منظر منجر به افزایش بهای تمام شده تولید برق می شود؛ نخست اینکه با تعویق برنامه تعمیراتی، احتمال بروز حادثه و محدودیت تولید افزایش یافته و راندمان کاهش می یابد. واحد نیروگاهی در این شرایط، پایش و نگهداری سطح بالاتری را نیاز داشته و از طرف دیگر، حجم فعالیت های تعریف شده در تعمیرات بعدی به شدت بیشتر می شود. در نتیجه هرگونه تاخیر یا کوتاهی در انجام تعمیرات نیروگاهی، هزینه را بیشتر کرده و حتی در برخی موارد منجر به بروز حوادثی می شود. دلیل دوم مربوط به زمان خروج نیروگاه ها از

مدار است. بدیهی است که با افزایش مدت زمان اجرای کار تعمیرات، مدت خروج نیروگاه از مدار افزایش یافته و به تبع آن درآمد نیروگاه هم کاهش خواهد یافت. بنابراین تعویق برنامه های تعمیراتی، بی شک منجر به افزایش بهای تمام شده عملیاتی نیروگاه ها شده و به هیچ وجه مقرون به صرفه نیست.

◀ عمق داخلی سازی در تجهیزات برقی در کشور ما چقدر بوده و چه میزان از تجهیزات و قطعات مصرفی در این صنعت از محل واردات تامین می شود؟

در حال حاضر می توان ادعا کرد بیش از ۹۰ درصد تجهیزات مورد نیاز صنعت برق در داخل ساخته

می‌شود. البته میزان بومی‌سازی در صنعت برق کشور عزیزمان در بخش‌های مختلف صنعت متفاوت بوده است. اما باید تاکید کنم که در اغلب حوزه‌های کلیدی، داخلی‌سازی به سطح بسیار بالایی رسیده است. همچنین خوشبختانه در تجهیزات با فناوری‌های بالا نظیر توربین، ترانسفورماتور، کلیدها و تجهیزات اندازه‌گیری نیز به خودکفایی کامل نزدیک شده‌ایم. به عنوان مثال در برخی نیروگاه‌های قدیمی کشور، دیگر هیچ منبع جهانی جهت تامین قطعات وجود ندارد و با تلاش و تحقیق و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی، قطعات در داخل کشور خودمان ساخته شده و حتی با کیفیتی بالاتر از نمونه‌های اصلی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. در حوزه ساخت داخل صنعت نیروگاهی، دانش فنی مورد نیاز جهت ساخت اکثر قطعات وجود دارد؛ منتهی در برخی حوزه‌ها به دلیل ملاحظات صرفاً اقتصادی، همچنان قطعاتی به میزان محدود وارد می‌شود.

◀ داخلی‌سازی حدود ۹۰ درصدی تجهیزات صنعت برق تا چه اندازه ارزبری را در این صنعت کاهش داده و منجر به صرفه‌جویی ارزی شده است؟

به صورت تخمینی و کلی، هزینه تعمیر و نگهداری سالانه نیروگاهی در کشور به دلیل عمق بالای بومی‌سازی، کمتر از ۲۰ درصد جهانی (بدون لحاظ سوخت) است. البته این عدد تخمینی بوده و در

نیروگاه‌های مختلف با فناوری‌های مختلف، نوع سوخت و عمر نیروگاه متفاوت است.

◀ هم‌اکنون هزینه‌های تعمیرات در نیروگاه‌های مختلف (حرارتی، بادی، خورشیدی و برق‌آبی) چقدر است؟

هزینه تعمیرات در نیروگاه‌های مختلف حرارتی، متناسب با نوع فناوری آن، نوع و کیفیت سوخت مصرفی و روش بهره‌برداری (همچون سیکل ساده یا ترکیبی)، عمر نیروگاه و موارد دیگر متفاوت است. در بیان کلی، هزینه‌های تعمیرات نیروگاه‌های برق‌آبی، بادی و خورشیدی که سوخت مصرف نمی‌کنند، در برابر نیروگاه‌های حرارتی ناچیز است. در عرف جهانی، هزینه تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی به صورت متوسط سالانه حدود ۳ درصد هزینه احداث این نوع نیروگاه‌ها است. البته لازم به ذکر است که با توجه به ماهیت نیروگاه‌های حرارتی، در دسترس‌پذیری و کنترل‌پذیری بالای آن‌ها، نیروگاه‌های تجدیدپذیر همچون خورشیدی نمی‌توانند جایگزین نیروگاه‌های حرارتی بار پایه شبکه شوند و نیازمند ذخیره‌سازهای بزرگ هستند. سرجمع، هرکدام از فناوری‌های نیروگاهی بسته به پتانسیل‌های هر کشور مزیت خاص خود را دارند. مهم، تنوع سبد تامین انرژی برق کشور و کاهش وابستگی به یک نوع فناوری است که کشور ما با توسعه تجدیدپذیرها در این مسیر قرار دارد.

◀ اورهال و تعمیرات به موقع نیروگاه‌ها تا چه اندازه به ظرفیت تولید برق کشور اضافه می‌کند؟

تعمیرات اساسی یا همان اورهال و تعمیرات به موقع، منجر به افزایش آمادگی واحدها می‌شود و در برخی موارد، محدودیت‌های ناشی از نقص تجهیزات برطرف می‌شود. بنابراین با صرف انجام تعمیرات، توان اسمی واحد افزایش نمی‌یابد و تاثیری در افزایش ظرفیت تولید برق کشور ندارد؛ ولی عدم انجام اورهال و تعمیرات به موقع، منجر به افزایش خروج اضطراری و بدون برنامه و گاهی حوادث شدید شده و در میان مدت موجب کاهش ظرفیت تولید برق در کشور خواهد شد.

◀ نیروگاه‌های ما تا چه اندازه آمادگی ورود به پیک تابستان را دارند؟

در فصل تعمیرات جاری، نیروگاه‌های حرارتی بالغ بر ۱۰۲ هزار و ۵۴۵ مگاوات برنامه تعمیراتی در دستور کار قرار گرفته که با وجود وقوع «جنگ رمضان» و نگرانی‌های موجود مبنی بر تعویق فعالیت‌های پیش‌بینی‌شده، تاکنون بیش از ۹۸ درصد این فعالیت‌ها با جهاد شبانه‌روزی همکاران فداکار این صنعت به پایان رسیده است. بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده، طی چند روز آینده نیز تمامی فعالیت‌های باقی‌مانده به اتمام خواهد رسید و با تمام ظرفیت، آماده ورود به اوج بار تابستان هستیم.

هزینه تأمین قطعات ۱/۵ الی ۲/۵ برابر قیمت واقعی

راهکارهای عبور نیروگاه‌ها از بحران

سهیلا روزبان



هاشم اورعی؛

رئیس دانشکده برق دانشگاه صنعتی شریف

صنعت نیروگاهی که پیش از این نیز روزهای خوشی را سپری نمی‌کرد، با شروع جنگ تحمیلی علیه ایران، شرایط سخت‌تری را تجربه می‌کند. با وجود اینکه در آستانه شروع پیک مصرف قرار داریم، فعالان این صنعت می‌گویند هنوز بسیاری از نیروگاه‌ها تعمیرات اساسی خود را انجام نداده‌اند. در این میان، هاشم اورعی، رئیس دانشکده برق دانشگاه صنعتی شریف مدعی است که تحریم‌ها باعث شده فعالان صنعت نیروگاهی، قطعات و تجهیزات مورد نیازشان را ۱.۵ الی ۲.۵ برابر قیمت واقعی تأمین کنند.

حمایت‌های درستی انجام می‌داد و سهم دولت در صنعت برق تا این اندازه پررنگ نبود، امروز می‌توانستیم ۹۰ درصد تجهیزات و قطعات مصرفی در نیروگاه‌ها و دیگر بخش‌های صنعت برق را خودمان تولید کنیم.

همان‌طور که اشاره کردم، ایران از وضعیت خوبی در تولید تجهیزات و قطعات مصرفی صنعت برق برخوردار است، اما این به معنی بی‌نیازی مطلق نیست. به هر حال ما برای یک‌سوم تجهیزات مصرفی خود به واردات نیاز داریم؛ این در حالی است که این روزها تأمین‌کنندگان قطعه با چالش‌های جدی مواجه هستند. البته این مشکلات تنها

صنعت برق عمق بالایی از داخلی‌سازی را دارد؛ به‌طوری‌که می‌توان ادعا کرد دوسوم تجهیزات مصرفی در این صنعت در داخل تولید شده و یک‌سوم آن وارداتی است. در آن بخش وارداتی هم نه اینکه تخصص لازم وجود نداشته باشد، بلکه در برخی قطعات، تولید داخلی توجیه اقتصادی ندارد. این تجهیزات توسط تنها چند شرکت محدود در دنیا ساخته شده و حتی کشورهای پیشرفته‌تر و صنعتی‌تر از ایران هم آن‌ها را وارد می‌کنند.

بخش دیگری از نیاز ما به واردات، حاصل نبود حمایت‌های لازم از فعالان این صنعت بوده است. من با اطمینان می‌گویم اگر دولت

وی بر این باور است که بخش زیادی از مشکلات امروز صنعت برق، حاصل سیاست‌گذاری‌های اشتباه در دولت‌های گذشته بوده و دولت باید دست از ملاحظه‌کاری‌های سیاسی برداشته، واقعیت‌های اقتصادی این صنعت را با مردم بازگو کرده و به دنبال واگذاری واقعی نیروگاه‌ها به بخش خصوصی باشد. متن کامل گفتگو با هاشم اورعی، رئیس دانشکده برق دانشگاه صنعتی شریف و کارشناس انرژی در ادامه می‌آید:

◀ **به دنبال شرایط جنگی، برخی صنایع در تأمین قطعات و مواد اولیه مورد نیاز خود دچار مشکل شده‌اند. صنعت نیروگاهی این روزها چه وضعیتی را تجربه می‌کند؟**

محدود به صنعت برق نبوده و حتی کالاهای اساسی و دارویی هم با آن دست و پنجه نرم می کنند.

◀ بیشتر در مورد این چالش ها توضیح دهید؟

بخش زیادی از مشکلات امروز ما حاصل تحریم ها است که سال ها است تأمین کنندگان با آن روبه رو هستند؛ البته باید توجه داشته باشیم که شرایط جنگی، وضعیت را بدتر و سخت تر کرده است. در گذشته، تأمین کنندگان قطعات نیروگاهی از صرافی ها در دبی و شرکت های اماراتی برای دور زدن تحریم ها استفاده می کردند، اما حالا در عمل چنین امکانی را ندارند.

بسیار دردناک است که بگویم بسیاری از شرکت های معتبر و صاحب نام در دنیا حتی جواب ایمیل های ما را نمی دهند؛ به همین دلیل بسیاری از شرکت های تعمیرات نیروگاهی ناچارند برای تأمین قطعه به سراغ واسطه ها در مالزی، سنگاپور، هنگ کنگ و تایوان بروند و در عمل هزینه بیشتری بپردازند.

در این میان، بروز محدودیت در تخصیص ارز به شرکت های تعمیرات نیروگاهی، فرآیند واردات را کند کرده است. درست است که کشور ما این روزها شرایط جنگی را تجربه می کند و دولت با محدودیت شدید ارزی مواجه است، اما باید توجه داشت که بروز هرگونه مشکل در این صنعت زیرساختی می تواند سایر بخش های اقتصاد را نیز با چالش جدی مواجه کند و باید نگاه ویژه ای به آن داشت.

مشکل دیگر، رسوب تجهیزات و کالاهای عمان و بندر جبل علی است. البته شرکت های حمل و نقل ایرانی به دنبال راه های جایگزین برای ورود این تجهیزات هستند، اما به هر حال فرآیند ورود کالا به دلیل این ۳ چالش اصلی، طولانی و پرهزینه شده است. من فکر می کنم

به دلیل تحریم ها و مشکلات ناشی از آن، فعالان صنعت نیروگاهی، قطعات و تجهیزات مورد نیازشان را ۱.۵ الی ۲.۵ برابر قیمت واقعی وارد می کنند.

◀ راهکار پیشنهادی شما برای حل این مشکلات یا به حداقل رساندن عوارض ناشی از آن چیست؟

خوشبختانه امسال بخت با ما یار بوده و گرمای هوا دیر آغاز شده است؛ اما بالاخره دیر یا زود به روزهای اوج مصرف خواهیم رسید. ضمن اینکه امسال به دلیل از دست دادن حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب از ظرفیت تولید گاز، نیروگاه های ما وضعیت سخت تری خواهند داشت.

برای حل این مشکلات دو راه بیشتر نداریم. راه نخست، لغو تحریم ها است که از حیطة و اختیار ما خارج است. اما راه دوم به اصلاح سیاست گذاری ها و خروج دولت از تصدی گری در صنعت برق مربوط می شود. دولت باید دست از ملاحظه کاری های سیاسی بردارد، شجاعت به خرج دهد و واقعیت های صنعت برق را به مردم بگوید. مردم باید بدانند قیمت گذاری دستوری چه خسارتی به فعالان این صنعت وارد کرده و چه آینده تیره و تاری را پیش روی نیروگاه های کشور قرار داده است. هم اکنون بسیاری از نیروگاه ها از پس هزینه های تعمیرات بر نمی آیند و ناچار، اورهال اساسی نیروگاه ها هر سال به تعویق می افتد.

از طرفی برای حل چالش ها باید به دنبال برنامه ریزی های بلندمدت ۵ الی ۱۰ ساله باشیم. در میان مدت نیز باید به دنبال خصوصی سازی واقعی نیروگاه ها و واگذاری نیروگاه های دولتی به بخش خصوصی واقعی (نه دولتی ها یا خصوصی ها) برویم. مادامی که دولت ها عهده دار کار باشند، هزینه ها چند برابر شده، فرآیند انجام امور طولانی و سخت تر و فساد در

آن ها بیشتر خواهد شد.

◀ با این اوصاف، برخی نیروگاه ها بدون اینکه تعمیرات اساسی خود را انجام داده باشند، قرار است در پیک امسال وارد مدار شوند؟!

بله، دقیقاً همین طور است. نه تنها برخی نیروگاه ها بدون انجام تعمیرات اساسی زیر بار می روند، بلکه ناچارند با راندمان پایین هم در مدار قرار بگیرند. جالب است بدانید یکی از نیروگاه های اصلی اطراف تهران راندمان ۱۸ درصدی دارد، حال آنکه تکنولوژی امروز به ما اجازه می دهد راندمان نیروگاه های حرارتی خود را تا ۶۰ درصد افزایش دهیم. در چنین نیروگاه هایی هزینه تعمیرات چند برابر است؛ چراکه تجهیزات مورد نیاز آن ها در عمل در بسیاری از کشورها تولید نمی شود و اگر هم بشود، هزینه های آن بسیار بالاست.

آمارهای اعلامی وزارت نیرو نشان می دهد که کشور با حجم بالایی از ناترازی مواجه است و پیش بینی می شود در ایده آل ترین حالت، در تابستان امسال با کسری حدود ۲۰ هزار مگاواتی مواجه باشیم.

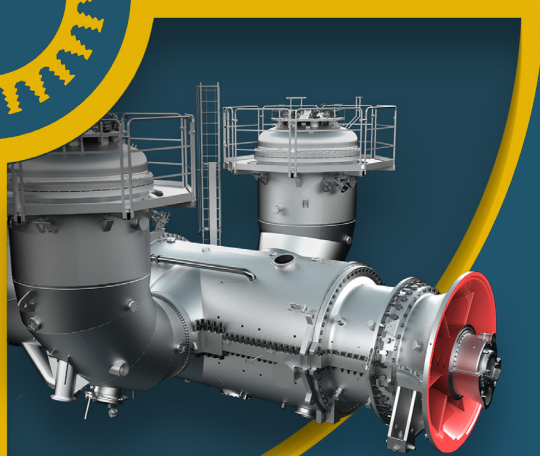
◀ در حال حاضر بسیاری از صنایع تخصصی و «های تک» نسبت به نبود نیروی متخصص گله مند هستند. این مسئله در صنعت برق چقدر جدی است؟

با وجود اینکه وزارت نیرو و شرکت های زیرمجموعه آن در جذب نیروی متخصص داخلی عملکرد خوبی نداشته اند، اما همچنان سطح تخصص در این صنعت بالاست. صنعت برق در ایران یک صنعت قدیمی است و حتی می توان آن را از صنایع پیشرفته دانست که البته طی سال های گذشته به واسطه اقتصاد دستوری و در رأس آن اقتصاد دولتی، دچار چالش هایی شده است.



Rotec

نمایشگاه توربین، کمپرسور، ژنراتور، ماشین‌های دوار و صنایع وابسته همزمان با دومین همایش تخصصی توربین‌های گازی
Exhibition of turbines, compressors, generators, rotating machines and related industries



زمان برگزاری

۷ و ۸ مهر ماه ۱۴۰۵ - ساعت ۹ الی ۱۶

مکان برگزاری

تهران، خیابان مرزداران، مرکز همایش‌ها و نمایشگاه‌های ایران



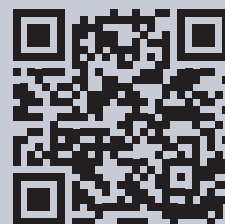
محورهای همایش

۱. چالش های تولید و تامین برق پایدار
۲. تازه های فنی در حوزه تولید و تعمیرات توربین گاز
۳. بررسی و تحلیل مشکلات بهره برداری، تعمیر و نگهداری واحدهای ۹۴'۲.۷
۴. ساخت داخل و بازسازی قطعات واحد های سیکل ترکیبی، بخاری و گازی
۵. بهینه سازی، ارتقا و افزایش توان و راندمان
۶. پایش ناوگان و افزایش عمر واحدهای نیروگاهی (LTE)
۷. بررسی حوادث نیروگاهی و بهبود روش های بهره برداری و تعمیرات
۸. راهبری اقتصادی نیروگاه های ۹۴'۲.۷
۹. بهره وری، مدیریت انرژی، محیط زیست و فرصت های بازافت انرژی
۱۰. روش های بهبود شاخص های HSE در بهره برداری و تعمیرات
۱۱. روش های افزایش قابلیت اطمینان نیروگاه ها
۱۲. کاربرد هوش مصنوعی و تازه های قابل ارائه مدیریت دارایی های فیزیکی در نیروگاه

محصولات و خدمات نمایشگاه ایران روتک

۱. توربین ها: گازی، بخار، بادی، آبی
۲. ژنراتورها: سنکرون، آسنکرون، دیزلی، بادی، آبی
۳. ماشین های دوار: کمپرسورها، پمپ ها، فن ها، دمنده ها
۴. قطعات و سیستم های پشتیبان
۵. اجزای اصلی: پره ها، روتور، استاتور، یاتاقان ها
۶. سیستم های حفاظتی و کنترلی: خنک کننده ها، عایق بندی، روانکاری، مانیتورینگ
۷. ابزارهای جانبی: سیستم های تراز و بالانس، تابلوهای توزیع برق
۸. خدمات فنی و نوآوری ها
۹. نصب، راه اندازی و نگهداری
۱۰. اتوماسیون و سیستم های کنترل دیجیتال
۱۱. مشاوره، آموزش و تحقیق و توسعه

ابتدا به وبسایت نمایشگاه به نشانی www.iranrotec.com مراجعه نموده، سپس وارد صفحه مشارکت کنندگان شوید و فرم مربوطه را تکمیل فرمایید. پس از تکمیل پیش ثبت نام، کمیته برگزاری اطلاعات و پیشینه شرکت را بررسی و نسبت به صدور تاییدیه و پیش فاکتور اقدام می نماید. پس از پرداخت وجه، ثبت نام شما نهایی شده و در تاریخ اعلامی جانمایی صورت می گیرد. (لازم به ذکر است که اولویت جانمایی با شرکت های حامی می باشد)



صفحه پیش ثبت نام

www.iranrotec.com

عبور نیروگاه ارومیه از چالش جنگ و تحریم با اتکا به توان فنی داخلی

تعمیرات اساسی نیروگاه‌ها

میرمجید میرعظیمی



وحید یعقوبی؛

مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی

در شرایطی که صنعت برق کشور برای عبور مطمئن از اوج مصرف تابستان با چالش ناترازی تولید و مصرف مواجه است، حفظ آمادگی عملیاتی نیروگاه‌ها به یکی از اولویت‌های راهبردی صنعت انرژی تبدیل شده است. در چنین فضایی، پایان موفقیت‌آمیز عملیات تعمیرات اساسی واحد شماره یک گازی نیروگاه سیکل ترکیبی ارومیه را می‌توان نمونه‌ای مهم از مدیریت فنی، برنامه‌ریزی صنعتی و اتکای عملیاتی به توان داخلی دانست؛ پروژه‌ای پیچیده که در گیرودار محدودیت‌های ناشی از شرایط جنگی، مشکلات لجستیکی، دشواری تأمین قطعات تخصصی و فشارهای مالی اجرا شد و در نهایت با موفقیت به سرانجام رسید. این واحد نیروگاهی از نوع ۷۹۴'۲ ارتقا یافته به نسخه T۹۰ است که پس از بروز برخی نواقص فنی و هم‌زمان با نزدیک شدن به فصل اوج مصرف برق، برای انجام تعمیرات ۴۱ هزار ساعت از مدار خارج شد. هدف اصلی از اجرای این پروژه، تنها رفع ایرادات فنی نبود، بلکه افزایش قابلیت اطمینان، کاهش احتمال خروج اضطراری و ارتقای پایداری عملکرد واحد در دوره‌های حساس مصرف نیز در دستور کار قرار داشت.

مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی با تشریح جزئیات این پروژه به خبرنگار «ماهنامه پیام تولید برق» گفت: «عملیات تعمیرات اساسی این واحد در اواخر سال گذشته و پیش از آغاز شرایط بحرانی ناشی از جنگ رمضان آغاز شد. به گفته وی، بخش عمده مراحل اجرایی پروژه در ماه‌های اسفند و فروردین و هم‌زمان با شرایط خاص جنگی انجام گرفت؛ موضوعی که پیچیدگی‌های اجرایی پروژه را دوچندان کرد.»

تعمیرات اساسی نیروگاه با وجود چالش‌های جنگی

مهندس «وحید یعقوبی» با اشاره به ابعاد

فنی تعمیرات اساسی نیروگاه‌ها توضیح داد: «در چنین پروژه‌هایی تمامی تجهیزات اصلی و جانبی واحد تحت بازدید، بازرسی، تست و تعمیر قرار می‌گیرند. تجهیزات اصلی شامل توربین، کمپرسور و ژنراتور هستند و در بخش تجهیزات جانبی نیز سامانه‌هایی نظیر سیستم روغن‌کاری، هیدرولیک، خنک‌کاری، تجهیزات برقی، ابزار دقیق و سیستم کنترل مورد ارزیابی و بازرسی قرار می‌گیرند. هدف از این فرایند، بازگرداندن واحد به شرایط پایدار بهره‌برداری، افزایش عمر قطعات حساس به‌ویژه قطعات داغ و کاهش احتمال بروز خرابی‌های ناگهانی

در زمان تولید برق است.» وی با بیان اینکه زمان استاندارد اجرای تعمیرات اساسی نیروگاه‌ها حدود ۴۵ روز برآورد می‌شود، افزود: «بسته به شرایط فنی واحد و حجم عملیات، این مدت ممکن است تا دو ماه نیز ادامه داشته باشد. در این بازه زمانی، واحد موردنظر به طور کامل از مدار تولید خارج می‌شود تا امکان انجام تعمیرات عمیق و دقیق فراهم شود. البته در نیروگاه سیکل ترکیبی ارومیه به دلیل وجود شش واحد گازی و سه واحد بخار، خروج یک واحد صرفاً بخشی از ظرفیت تولید نیروگاه را تحت تأثیر قرار

می‌دهد و سایر واحدها همچنان در مدار باقی می‌مانند.»

مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی تأکید کرد: «تعمیرات اساسی واحدهای نیروگاهی از جمله پیچیده‌ترین پروژه‌های صنعتی کشور محسوب می‌شود، زیرا پروژه شامل تنوعی از فعالیت‌های بازدید و تعمیر تجهیزات و سیستم‌های مختلف در محدودیت زمانی می‌باشد، چرا که هر ساعت توقف تولید برق، هزینه‌ها و عدم النفع سنگینی برای شبکه و مالک نیروگاه ایجاد می‌کند. به همین دلیل، اجرای این پروژه‌ها نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، هماهنگی میان بخش‌های مختلف و تأمین کامل و به موقع تجهیزات و منابع مورد نیاز است.» وی گفت: «برنامه‌ریزی برای اجرای این تعمیرات از حدود ده ماه قبل آغاز شده بود و هدف اصلی، رفع کامل دیفکت‌های فنی واحد و اجرای تعمیرات ۴۱ هزار ساعت کارکرد معادل مطابق دستورالعمل سازنده بود. با این حال، روند اجرای پروژه با چالش‌هایی فراتر از پیش‌بینی‌های اولیه مواجه شد.»

یعقوبی توضیح داد: «پس از باز شدن تجهیزات اصلی واحد، آسیب‌هایی در شفت و روتور توربین مشاهده شد که نیازمند تعمیر تخصصی در کارخانه سازنده بود. به همین دلیل، تجهیزات باید به کارخانه توگا منتقل می‌شد؛ موضوعی که در شرایط جنگی و محدودیت‌های حمل‌ونقل، فرایندی بسیار دشوار و زمان‌بر به شمار می‌رفت.»

وی افزود: «در آن مقطع حتی جابه‌جایی تجهیزات سنگین از ارومیه به تهران نیز با مشکلات جدی روبه‌رو بود. محدودیت‌های لجستیکی، دشواری تأمین ناوگان حمل‌ونقل و شرایط خاص کشور باعث شد عملیات انتقال تجهیزات با حساسیت و پیچیدگی بالایی انجام شود. با این حال، با همکاری کارفرما، شرکت مپنا و مجموعه‌های فنی دخیل در پروژه، این مرحله نیز با موفقیت پشت سر گذاشته شد و عملیات تعمیر مطابق برنامه ادامه یافت.»

تأمین نقدینگی، رکن موفقیت پروژه‌های نیروگاهی است

به گفته مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی، بخشی از قطعات و تجهیزات تخصصی مورد نیاز نیز در جریان اجرای پروژه با کمبود مواجه شد. این مسئله به‌ویژه در حوزه قطعات حساس کنترلی و ابزار دقیق نمود بیشتری داشت. با این حال، از طریق هماهنگی با تأمین‌کنندگان، استفاده از ظرفیت سازندگان داخلی و پیگیری مستمر تیم اجرایی، نیازهای پروژه تأمین شد و مانعی برای تکمیل عملیات ایجاد نکرد.

چالش‌ها شدت بیشتری پیدا می‌کند.» مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی همچنین بر اهمیت تأمین نقدینگی در پروژه‌های تعمیراتی تأکید کرد و گفت: «اجرای تعمیرات اساسی مستلزم حضور هم‌زمان پیمانکاران متعدد، تأمین به موقع قطعات، ابزار و تجهیزات تخصصی و همچنین پرداخت هزینه‌های اجرایی در زمان مناسب است. در شرایط تورمی، هرگونه تأخیر در تأمین منابع مالی می‌تواند روند اجرای پروژه را مختل کند و حتی زمان‌بندی بازگشت واحد به مدار را تحت تأثیر قرار دهد.»



مهندس یعقوبی تصریح کرد: «در پروژه‌های نیروگاهی، زمان اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد، زیرا هر روز تأخیر در بازگشت واحد به شبکه می‌تواند بخشی از ظرفیت تولید برق کشور را در دوره‌های حساس از دسترس خارج کند. به همین دلیل، مدیریت نقدینگی و تأمین به موقع منابع مالی یکی از ارکان اصلی موفقیت پروژه‌های تعمیراتی محسوب می‌شود.»

وی درباره نتایج این عملیات گسترده نیز اظهار کرد: «مهم‌ترین دستاورد تعمیرات اساسی،

مهندس یعقوبی در ادامه با اشاره به اثر تحریم‌ها بر صنعت نیروگاهی کشور گفت: «اگرچه امروز بخش عمده تجهیزات و قطعات مورد استفاده در نیروگاه‌های حرارتی در داخل کشور تولید می‌شود، اما همچنان برخی اقلام تخصصی به‌ویژه در حوزه سیستم‌های کنترل، ابزار دقیق و تجهیزات الکترونیکی از خارج کشور تأمین می‌شوند. تحریم‌ها باعث افزایش هزینه خرید، طولانی شدن زمان تأمین و افزایش ریسک‌های حمل‌ونقل می‌شود و در شرایط بحرانی، این

افزایش قابلیت اطمینان واحد است؛ به این معنا که احتمال بروز خرابی ناگهانی و خروج اضطراری در زمان بهره‌برداری به حداقل می‌رسد. این موضوع در شرایط اوج مصرف برق اهمیت دوچندانی دارد، زیرا هرگونه خروج ناگهانی واحدهای نیروگاهی می‌تواند پایداری شبکه را تحت تأثیر قرار دهد.

طبق گفته این مقام مسئول، این واحد به همراه بخش بخار مرتبط خود حدود ۲۳۰ مگاوات ظرفیت تولید برق دارد و نقش مهمی در تأمین برق پایدار منطقه ایفا می‌کند. مهندس یعقوبی، ابراز امیدواری کرد که این واحد در تابستان پیش‌رو با آمادگی کامل در مدار باقی بماند و بتواند سهم مؤثری در تأمین برق مورد نیاز شبکه ایفا کند.

آینده نیروگاه‌ها در گرو تعمیرات هوشمند و پیش‌بینانه است

مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی هشدار داد: «اگر این تعمیرات به موقع انجام نمی‌شد، احتمال خروج ناگهانی واحد و از دست رفتن بخش قابل توجهی از

ظرفیت تولید برق نیروگاه وجود داشت. در شرایط فعلی شبکه برق، حتی حفظ چند مگاوات ظرفیت تولید نیز اهمیت بالایی دارد، چه برسد به واحدی با ظرفیت حدود ۲۳۰ مگاوات که نقش کلیدی در پایداری شبکه منطقه‌ای دارد». مهندس «وحید یعقوبی»، در ادامه به رویکردهای آینده صنعت نیروگاهی کشور اشاره کرد و گفت: «برای کاهش توقف‌های اضطراری و افزایش بهره‌وری واحدها، باید به سمت توسعه نظام تعمیرات پیشگیرانه و پیش‌بینانه حرکت کنیم. این رویکرد مبتنی بر پیش مداوم تجهیزات، تحلیل داده‌های عملکردی و شناسایی زود هنگام نشانه‌های خرابی است.

طبق گفته مهندس یعقوبی، استفاده از سامانه‌های پیش وضعیت (Condition Monitoring)، کنترل مستمر پارامترهای اصلی تجهیزات، تحلیل ارتعاشات، پیش دما و فشار و همچنین بررسی رفتار عملکردی واحدها، از جمله اقداماتی است که می‌تواند احتمال بروز خرابی‌های ناگهانی را کاهش دهد و هزینه‌های تعمیرات سنگین را به حداقل

برساند». وی تأکید کرد: «حرکت به سمت تعمیرات مبتنی بر داده و تحلیل هوشمند، یکی از الزامات آینده صنعت برق کشور است؛ زیرا در شرایط ناترازی تولید و مصرف، افزایش ضریب آمادگی نیروگاه‌ها اهمیت راهبردی دارد و هر میزان کاهش خروج اضطراری می‌تواند نقش مستقیمی در پایداری شبکه ایفا کند». مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی در پایان خاطرنشان کرد: «اجرای موفق این پروژه در شرایط دشوار ناشی از جنگ، محدودیت‌های حمل‌ونقل و فشارهای اقتصادی، نشان‌دهنده توان فنی، تخصص، تعهد و هماهنگی مؤثر میان مجموعه‌های اجرایی و صنعتی کشور است».

طبق گفته «وحید یعقوبی»، همکاری میان شرکت‌های مالک نیروگاه، بهره‌بردار، پیمانکار، تیم‌های فنی، سازندگان داخلی و مدیران اجرایی باعث شد پروژه‌ای با این سطح از پیچیدگی، در زمان مقرر و با موفقیت کامل به پایان برسد؛ موفقیتی که می‌تواند الگویی برای سایر پروژه‌های تعمیراتی صنعت برق کشور نیز باشد.





زند یاد مهندس
احمد مشایخی

۱۳۰۵-۱۳۲۸



با پیشکسوتان

روایت مهندس صادق پور از مردی که خاموشی را شکست می داد «مشایخی»، مرد ماندگار نیروگاه‌های ایران

آوین صفایی

تابستان ۱۳۶۶؛ اتاق فرمان نیروگاه منتظر قائم کرج، برای یک دانشجوی جوان بیشتر شبیه حضور در کابین هدایت یک کشتی عظیم در دل طوفان بود. صدای ممتد آلارم‌ها، نور چراغ‌های کنسول و چشمک زدن آنها اپراتورهایی که با شتاب میان تابلوها و درب خروجی اتاق فرمان رفت و آمد می‌کردند، تصویری بود که تا سال‌ها در ذهن مهندس «غلامحسین صادق‌پور بروجنی» مدیر کنونی نیروگاه سیکل ترکیبی رودشور باقی ماند. او آن روز برای نخستین بار شاهد راه‌اندازی یک واحد نیروگاهی بود؛ تجربه‌ای که بعدها گفت مسیر نگاهش به صنعت برق را تغییر داد و علاقه‌ای در او ایجاد کرد.

در میان هیاهوی اتاق فرمان نیروگاه، مردی آرام در گوشه اتاق فرمان ایستاده بود؛ نه شتاب داشت و نه صدایش بلند بود، اما فرماندهی او نشان از تسلطش بر کارها بود. همه می‌دانستند تصمیم نهایی با اوست. هر چند دقیقه نکته‌ای کوتاه و دقیق می‌گفت و همان چند جمله، مسیر کار گروه را در جهت بهبود شرایط تغییر می‌داد. آن مرد، مهندس مشایخی، مدیر بهره‌برداری نیروگاه بود؛ مدیری جوان که بعدها نامش در بسیاری از نیروگاه‌های مهم کشور با مفاهیمی مانند «پایداری»، «بهبود فرآیندها» و «اقتصاد برق» گره خورد. مهندس صادق‌پور می‌گوید: «آن روز با خودم فکر می‌کردم آیا ممکن است روزی ما هم نیروگاه را مثل او بفهمیم؟ نه فقط با استفاده از تئوری‌ها و نقشه و کتاب، بلکه با تمام وجود».

در دهه شصت، بهره‌برداری و تعمیرات اساسی نیروگاه‌ها چیزی فراتر از یک عملیات ساده صنعتی بود. تجهیزات نیروگاه عمدتاً با عملیات مکانیکی همراه بودند، سطح اتوماسیون پایین و تحلیل بسیاری از فرآیندها هنوز به تجربه نیروی انسانی وابسته بود. برای بازو بسته کردن برخی والوهای اصلی، چند نفر باید همزمان نیروی بدنی وارد می‌کردند. نقشه‌های کاغذی فرسوده و بارها استفاده شده، همراه دائمی مهندسان و اپراتورها در سایت بود و بسیاری از

عیب‌یابی‌ها نه با نرم‌افزار، بلکه با گوش دادن به صدای پمپ، لرزش یاتاقان یا تغییر دمای خطوط انجام می‌شد. شخصیت فنی مهندس مشایخی دقیقاً در همین فضای سخت شکل گرفته بود؛ نسلی که نیروگاه را علاوه بر دانش آکادمیک با تجربه کردن فراوان در بخش‌های مختلف نیروگاه و از دل بهره‌برداری‌های سخت و تعمیرات اساسی و اضطراری طولانی و شب‌های پر اضطراب تولید آموخته بودند.



رهبری بی صدا در قلب صنعتی عظیم

سال‌ها گذشت. صادق‌پور پس از فارغ‌التحصیلی وارد نیروگاه قزوین شد و تجربه عملی بهره‌برداری را در بخش‌های مختلف نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی آغاز کرد. اما چهارده سال بعد، دوباره سرنوشت او را در کنار همان مرد آرام قرار داد؛ این بار در نیروگاه تازه‌تأسیس شازند. شازند، پروژه‌ای عظیم و پیچیده در زمان خود بود؛ نیروگاهی با چهار واحد ۳۲۰ مگاواتی که نخستین تجربه جدی همکاری گسترده ایران و چین در ساخت نیروگاه حرارتی محسوب می‌شد. تجهیزات پیشرفته بودند اما مشکلات فنی فراوان داشتند. صدها نفر در بخش‌های نصب، راه‌اندازی و تست مشغول کار بودند و کوچک‌ترین اشتباه می‌توانست راه‌اندازی را هفته‌ها عقب بیندازد. در آن فضای سنگین، مهندس مشایخی مدیر نیروگاه شده بود. مهندس صادق‌پور تعریف می‌کند: «وقتی مشکلی در راه‌اندازی نیروگاه پیش می‌آمد و مهندس مشایخی وارد واحد می‌شد، همه چیز نظم بیشتری پیدا می‌کرد و

کارها سرعت می‌گرفت. عجیب بود؛ نه با فریاد، نه با تندی. فقط حضورش، دانشش، تجربه اش و کاریزمایش به تیم جهت می‌داد».

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های او در دوران تعمیرات اساسی و راه‌اندازی هر واحد نیروگاهی، تکه‌ای مثال زدنی بر مستندات فنی بود. برخلاف بسیاری از مدیران که صرفاً بر تجربه شخصی تکیه می‌کنند، مشایخی همیشه می‌گفت: «ببینیم دستورالعمل چه می‌گوید». در تمام سال‌های همکاری با او، کمتر پیش آمده بود که در زمان حل مسایل و مشکلات نیروگاهی او بدون رجوع به نقشه، مدارک سازنده یا دستورالعمل تعمیراتی تصمیم بگیرد. اگر اختلاف نظری پیش می‌آمد، اولین جمله‌اش این بود: «نقشه رو بیاورید». این نگاه، فرهنگ جدیدی در میان تیم‌های بهره‌برداری و تعمیراتی ایجاد کرده بود؛ فرهنگی که تجربه را با دانش فنی و مستندات فنی ترکیب می‌کرد و قطعاً نتایج دقیق‌تر و سریع‌تر اتفاق می‌افتاد مشایخی یک مهندس «عمل‌گرا»، «توانمند ساز» و «نتیجه‌گرا» بود.

در تعمیرات اساسی نیروگاه‌های حرارتی، هر توقف برنامه‌ریزی نشده و بخصوص همراه با خطا می‌تواند میلیاردها تومان خسارت ایجاد کند. باز کردن توربین بخار یا توربین گاز، بالانس روتور، تعمیر والوهای فشارقوی، اورهال بویلر، تعمیر بویلر فیدپمپ‌ها و تنظیم سیستم کنترل، همگی نیازمند هماهنگی دقیق هستند. کوچک‌ترین خطا ممکن است واحد را پس از سنکرون با لرزش شدید یا تریپ ناگهانی و مشکلات جبران‌ناپذیر روبه‌رو کند. در چنین شرایطی، مهندس مشایخی بیش از هر چیز «روحیه تیم» را مدیریت می‌کرد تا خطاها کم شود.

شب‌های بی‌خوابی برای روشن ماندن ایران

او خاطره‌ای از نیروگاه کاسپین در شمال کشور، یک مشت نمونه‌ای از خروار نقل می‌کند؛ نیروگاهی سیکل ترکیبی و استراتژیک که نقش

مهمی در پایداری ولتاژ شبکه شمال داشت. در یکی از شب‌های تابستان، حادثه‌ای فنی واحد را از مدار خارج کرده بود. فشار زیادی روی تیم بهره‌برداری و تعمیرات ایجاد کرده بود، ادامه خاموشی این نیروگاه می‌توانست شبکه منطقه را دچار بحران کند. نیمه‌شب بود که گفتند مهندس مشایخی آمده. با آن سن و سابقه، شبانه از تهران حرکت کرده بود و مستقیم رفت داخل سایت. دو شب کامل کنار بچه‌ها ماند. حضورش به همه آرامش می‌داد.

در عملیات بازگرداندن واحد به مدار، تصمیم‌های حساسی باید گرفته می‌شد. برخی پیشنهاد انجام شبیه‌سازی‌های محدود و عبور موقت از بخشی از پروتکل‌ها را مطرح می‌کردند که با تصمیم جمعی درست کار به نتیجه رسید. در آن شرایط بحرانی، تصمیم نهایی اهمیت حیاتی داشت. صادق‌پور می‌گوید: «در انتهای هر تصمیم فنی معمولاً وقتی او می‌گفت این کار انجام شود یا نشود، دیگر بحث تمام بود. چون همه می‌دانستند پشت آن تصمیم، سال‌ها تجربه و تحلیل دقیق وجود دارد.» اما شاید مهم‌ترین ویژگی مهندس مشایخی در تعمیرات اساسی، توانایی او در «تیم‌سازی» بود. او اعتقاد داشت نیروگاه را یک نفر اداره نمی‌کند. همیشه می‌گفت: «یک دست صدا ندارد».

در شازند، نخستین اقدامش تشکیل تیمی از نیروهای جوان، پرتلاش و عملیاتی بود؛ افرادی که حاضر باشند ساعت‌ها در گرمای بویلر، سر و صدای توربین و تجهیزات حساس دیگر، کنار تجهیزات بمانند و مشکل را تا حل کامل رها نکنند. او مدیر پشت‌میزنشین نبود. در نیروگاه‌هایی مانند منتظر قائم، قم، شازند، رودشور، کاسپین، شوباد و نیروگاه‌های کوچک و بزرگ دیگر، مهندسان جوان بارها دیده بودند که با کفش و کلاه ایمنی و لباس کار، ساعت‌ها در کنار تجهیزات، داخل بویلر یا کنار توربین حضور دارد. همین نگاه باعث شد نیروگاه شازند، با وجود مشکلات اولیه تجهیزات چینی، به یکی از نیروگاه‌های پایدار کشور تبدیل شود.

مهندس صادق‌پور می‌گوید: «اگر قطعه‌ای خراب می‌شد، منتظر نمی‌ماندند از خارج کشور برسد. مهندس مشایخی می‌گفت خودمان باید بسازیم». در دوره‌ای که تحریم‌ها تأمین قطعات را دشوار کرده بود، او از بومی‌سازی حمایت جدی می‌کرد. بسیاری از کارت‌های الکترونیکی و قطعات حساس با حمایت مستقیم او در داخل کشور بازرطراحی و ساخته شد. این فقط یک اقدام اقتصادی نبود؛ نوعی انتقال اعتماد به نفس فنی به نسل جوان صنعت برق بود. ریسک کردن مطمئن و با چشم باز از مشخصه‌های او بود.



◀ تا آخرین نفس در قلب نیروگاه

ویژگی دیگری که مهندس صادق‌پور بارها بر آن تأکید می‌کند، روحیه یادگیری مداوم مهندس مشایخی بود. با وجود سابقه طولانی در مهندسی مکانیک و بهره‌برداری، وقتی فناوری نیروگاه‌ها به سمت سیستم‌های دیجیتال و کنترل پیشرفته حرکت کرد، او خودش را متوقف نکرد. بیاد می‌آورد که در کلاس‌های آموزشی نیروگاه شازند، رودشور یا کاسپین که جوانان در آن شرکت داشتند اغلب شخصاً حضور پیدا می‌کرد. نه برای سخنرانی، بلکه برای یاد گرفتن. برای بچه‌ها عجیب بود مدیری در آن سطح بیاید در کلاس تکنسین‌ها بنشیند و جزوه بردارد. همیشه دفتر یادداشت همراهش بود و یادداشت برداری از عادت‌های

دیگر او بود. اگر روزی آن سررسیدها بازبینی و مطالب آن جمع‌آوری شوند معادل چندین واحد دانشگاهی از نوع تجربه خواهد بود. او همانند بسیاری از هم‌نسلان خودش واقعاً دنبال یادگیری بود. به اعتقاد صادق‌پور، همین ویژگی باعث شد نسل قدیم مهندسان نیروگاهی بتوانند شکاف میان فناوری سنتی و سیستم‌های مدرن را پر کنند؛ نسلی که نیروگاه را از عصر والوهای دستی و رله‌های مکانیکی تا دوران اتوماسیون پیشرفته و این روزها سیستم کنترل T۳۰۰۰ همراهی کرد.

آخرین تصویر صادق‌پور از مهندس مشایخی، تصویری است که بیش از هر توصیفی شخصیت او را نشان می‌دهد. اواخر فروردین ۱۴۰۵؛ روزهای پرتنش تهدید حمله به زیرساخت‌های انرژی کشور. بسیاری ترجیح می‌دادند روز جمعه را در خانه بمانند. اما مهندس مشایخی مثل همیشه در نیروگاه حضور داشت؛ نیروگاهی که خود یکی از پایه‌گذارانش بود. آمده بود تا کمک کند. تا دیر وقت در بویلرفیدپمپ خانه بویلر شماره یک، بر تعمیر آرک‌والو نظارت کرد؛ کاری تخصصی و حساس که مستقیماً بر راه اندازی سریع‌تر و پایداری واحد اثر داشت. پس از پایان کار به خانه رفت و صبح روز بعد، برای همیشه با زندگی وداع کرد.

صادق‌پور وقتی آن شب را روایت می‌کند، صدایش آرام می‌شود: «آخرین روز زندگی‌اش هم در نیروگاه گذشت. جایی که همه عمرش را برای آن گذاشته بود.» امروز بسیاری از نیروگاه‌های کشور، بخشی از پایداری و تجربه عملیاتی خود را مدیون نسلی هستند که مهندس مشایخی نماینده آن بود؛ نسلی که صنعت برق را علاوه بر داشتن دانش آکادمیک و به روز دنیا با حضور مستقیم در سایت، شب‌بیداری، مسئولیت‌پذیری و ایمان به کار ساختند. شاید به همین دلیل است که همکاران قدیمی‌اش هنوز وقتی نام او را می‌شنوند، از او به خوبی یاد می‌کنند و بیش از هر عنوان مدیریتی، از یک ویژگی او یاد می‌کنند: «پای کار بودن».





با توجه به نیاز کشور در تولید پایدار برق و انرژی، تولید قطعات استراتژیک توربین های گازی و صنعتی و خودکفایی در این حوزه شرکت مهندسی و ساخت پره توربین مینا-پرتو در سال ۱۳۷۹ به عنوان زیر مجموعه شرکت های تولیدی گروه مینا تاسیس شد. امروزه پرتو با افتخار به توسعه دانش و توان مهندسی بومی و در اختیار گیری زنجیره کامل تولید قطعات داغ توربین های صنعتی و نیروگاهی مشتمل بر فرآیندهای ریخته گری دقیق، ماشینکاری، پوشش های محافظ و تولید به روش افزایشی بخش قابل توجهی از نیازهای داخل را تامین نموده، همچنین شرکت پرتو با رویکرد ارائه خدمات و محصولات در بازارهای مجاور که همپوشانی فنی و دانشی و یا بازار مشترک با سبد محصولات حال حاضر این شرکت را دارند، سعی دارد نیازهای کشور در حوزه های دانش بنیان در مهندسی و ساخت قطعات با کاربرد پزشکی و نیز قطعات صنایع حساس و استراتژیک مرتفع نماید. یکی از بارزترین گام های شرکت پرتو در راستای بی نیازی از واردات اقلام استراتژیک، داخلی سازی اقلامی شامل سوپراآلیاژها، موم های ریخته گری، قطعات ویژه سرامیکی و بسیاری از ملحقات توربین گازی می باشد که نقش به سزایی در کاهش خروج ارز از کشور داشته است.

ما فقط رویداد برگزار نمی‌کنیم ما جریان اثرگذار خلق می‌کنیم

خدمات ما در حوزه برگزاری رویدادها



برگزاری و مدیریت انواع
رویدادهای سازمانی



خدمات تشریفاتی متناسب با
رویدادهای مختلف



برگزاری نمایشگاه و کنگره‌ها
ملی و بین‌المللی

برخی از رویدادهای ما در سال‌های گذشته

• نمایشگاه ایران پتروکم • نمایشگاه ایپاس کیش

• نمایشگاه ایران روتک • نمایشگاه گردشگری کیش

• نمایشگاه کیش بیوتی • کنگره تازه‌های دیابت

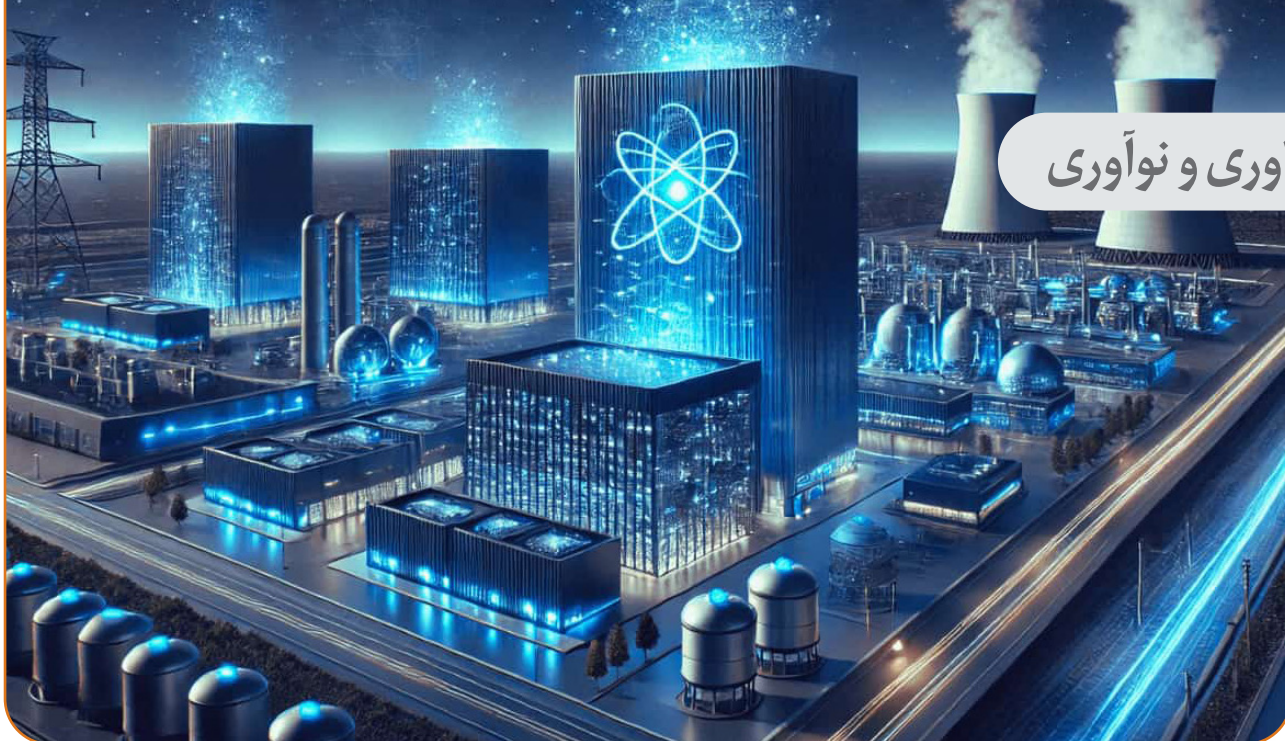
و ده‌ها رویداد مختلف دیگر ...

گروه ونداد، همراه همیشگی برندهای بزرگی ملی و بین‌المللی



با ما در تماس باشید

۰۹۲۱ ۷۷۴ ۳۱۲۰ - ۸۸ ۳۴ ۵۰ ۹۷



نقش بر خط هوش مصنوعی در نیروگاه‌های حرارتی

حدیث حدادی

نیروگاه‌های حرارتی به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان تأمین برق در بسیاری از کشورها، وابستگی شدیدی به عملکرد پایدار تجهیزات خود دارند. کوچک‌ترین اختلال در عملکرد توربین‌ها، بویلرها، ژنراتورها یا سامانه‌های خنک‌کننده می‌تواند منجر به توقف تولید، افزایش هزینه‌ها و حتی بروز بحران در شبکه برق شود. در چنین شرایطی، استفاده از فناوری‌های نوین برای کاهش ریسک خرابی و افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات، به یک ضرورت راهبردی تبدیل شده است.

در دهه‌های گذشته، نگهداری تجهیزات نیروگاهی عمدتاً بر پایه روش‌های سنتی انجام می‌شد. این روش‌ها شامل تعمیرات دوره‌ای، بازرسی‌های زمان‌بندی‌شده و واکنش به خرابی پس از وقوع بود. هرچند این شیوه‌ها تا حدی توانسته‌اند پایداری تولید برق را حفظ کنند، اما هزینه‌های بالا و عدم توانایی در پیش‌بینی دقیق و به موقع خرابی‌ها، همواره از نقاط ضعف آن‌ها محسوب می‌شود.

استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی و سامانه‌های هوشمند کمک موثری در موضوع نگهداری و تعمیرات داشته است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین اکنون قادرند با تحلیل حجم عظیمی از داده‌های عملیاتی، الگوهای پنهان خرابی را شناسایی کنند و پیش از وقوع بحران، هشدارهای لازم را ارائه دهند. این تحول، مفهوم «نگهداری پیش‌بینانه» را به یکی از مهم‌ترین رویکردهای مدیریت دارایی در نیروگاه‌ها تبدیل کرده است.

در نیروگاه‌های حرارتی، هزاران حسگر به طور مداوم اطلاعاتی مانند دما، فشار، ارتعاش، جریان، سطح روغن و کیفیت احتراق را ثبت می‌کنند. پیش‌تر بخش زیادی از این داده‌ها بدون تحلیل دقیق باقی می‌ماند، اما اکنون سامانه‌های هوش مصنوعی می‌توانند این اطلاعات را در لحظه پردازش کرده و کوچک‌ترین تغییرات غیرعادی را تشخیص دهند و به اطلاع بهره‌بردار می‌رسانند.



◀ از تعمیرات سنتی تا نگهداری پیش بینانه

یکی از مهم‌ترین مزایای هوش مصنوعی، توانایی آن در پیش‌بینی خرابی پیش از وقوع است. به عنوان مثال، تغییرات جزئی در الگوی ارتعاش یک توربین بخار ممکن است نشانه آغاز فرسودگی یا تاقان‌ها باشد؛ موضوعی که شاید از دید اپراتور انسانی پنهان بماند، اما الگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌توانند آن را شناسایی کنند.

این قابلیت سبب می‌شود نیروگاه‌ها بتوانند زمان مناسب تعمیرات را تعیین کنند. در نتیجه، تعمیرات نه زودتر از موعد و نه پس از وقوع خرابی انجام می‌شود. این مسئله به شکل مستقیم موجب کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری و افزایش عمر تجهیزات خواهد شد. کارشناسان صنعت برق معتقدند که نگهداری پیش‌بینانه می‌تواند زمان خاموشی ناخواسته نیروگاه‌ها را کاهش دهد. خاموشی‌های اضطراری علاوه بر هزینه‌های سنگین تعمیرات، خسارت‌های اقتصادی ناشی از توقف تولید برق را نیز به همراه دارند.

هوش مصنوعی همچنین در تحلیل رفتار بویلرها نقش مهمی ایفا می‌کند. بویلر قلب نیروگاه حرارتی محسوب می‌شود و هرگونه اختلال در فرآیند احتراق یا انتقال حرارت می‌تواند راندمان نیروگاه را کاهش دهد. سامانه‌های هوشمند قادرند الگوهای احتراق را بررسی کرده و شرایط بهینه عملکرد را پیشنهاد دهند.

در بسیاری از نیروگاه‌های مدرن آینده، داده‌های تاریخی تعمیرات نیز وارد سامانه‌های تحلیل هوشمند می‌شود. این داده‌ها به الگوریتم‌ها کمک می‌کنند تا ارتباط میان نوع خرابی، شرایط بهره‌برداری و عمر قطعات را بهتر درک کنند و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری ارائه دهند.

استفاده از سامانه‌های هوش مصنوعی فقط محدود به تجهیزات مکانیکی نیست.

سامانه‌های الکتریکی و کنترلی نیروگاه نیز از این فناوری بهره می‌برند. تحلیل رفتار ترانسفورماتورها، سیستم‌های حفاظت و تجهیزات توزیع برق می‌تواند احتمال وقوع خطاهای ناگهانی را کاهش دهد.

◀ تحلیل داده؛ قلب تپنده تصمیم‌گیری هوشمند

نیروگاه‌های حرارتی روزانه حجم عظیمی از داده تولید می‌کنند. بدون ابزارهای تحلیلی پیشرفته، مدیریت این داده‌ها تقریباً غیرممکن است. هوش مصنوعی این امکان را فراهم کرده که داده‌ها به اطلاعات کاربردی و تصمیم‌ساز تبدیل و در اختیار اپراتور قرار گیرد.

الگوریتم‌های تحلیل داده می‌توانند روندهای فرسایش تجهیزات را در بازه‌های زمانی طولانی بررسی کنند. به این ترتیب، مدیران نیروگاه تصویری روشن از وضعیت سلامت دارایی‌های خود به دست می‌آورند و می‌توانند برای آینده برنامه‌ریزی برای بهررداری بهتر داشته باشند.

یکی دیگر از کاربردهای مهم هوش مصنوعی، اولویت‌بندی تعمیرات است. در شرایطی که منابع مالی یا نیروی انسانی محدود باشد، سیستم‌های هوشمند می‌توانند مشخص کنند کدام تجهیزات در معرض خطر بیشتری قرار دارند و تعمیرات آن‌ها باید در اولویت قرار گیرد.

در برخی نیروگاه‌ها، فناوری «شبیه ساز دیجیتال» نیز در کنار هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش، یک مدل مجازی از تجهیزات نیروگاه ساخته می‌شود که رفتار واقعی تجهیزات را شبیه‌سازی می‌کند. این مدل به کارشناسان اجازه می‌دهد سناریوهای مختلف خرابی را پیش از وقوع واقعی بررسی کنند.

سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی همچنین می‌توانند تصمیم‌گیری مدیران را در زمان بحران تسهیل کنند. برای مثال، اگر چند تجهیز به طور

هم‌زمان دچار اختلال شوند، سیستم هوشمند می‌تواند بر اساس میزان ریسک و اهمیت هر تجهیز، بهترین ترتیب اقدامات تعمیراتی را پیشنهاد دهد.

افزایش راندمان انرژی نیز از دیگر دستاوردهای استفاده از هوش مصنوعی در نیروگاه‌ها است. تحلیل مداوم عملکرد تجهیزات کمک می‌کند تا مصرف سوخت بهینه شده و میزان اتلاف انرژی کاهش یابد. این موضوع علاوه بر صرفه اقتصادی، در کاهش آلایندگی‌های زیست‌محیطی نیز مؤثر است.

◀ چالش‌های پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی

با وجود مزایای فراوان، پیاده‌سازی سامانه‌های هوش مصنوعی در نیروگاه‌های حرارتی با چالش‌هایی نیز همراه است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، کیفیت و یکپارچگی داده‌ها است. اگر داده‌های ثبت‌شده ناقص یا نادرست باشند و یا خود سیستم دیجیتال اگر صحیح کار نکند، خروجی الگوریتم‌ها نیز قابل اعتماد نخواهد بود. زیرساخت‌های قدیمی برخی نیروگاه‌ها نیز مانعی جدی برای استقرار فناوری‌های نوین محسوب می‌شود. بسیاری از نیروگاه‌ها هنوز از تجهیزات کنترلی قدیمی استفاده می‌کنند که قابلیت اتصال آسان به سامانه‌های هوشمند را ندارند.

مسئله امنیت سایبری نیز اهمیت زیادی دارد. اتصال تجهیزات حیاتی نیروگاه به شبکه‌های دیجیتال، احتمال حملات سایبری را افزایش می‌دهد. از این رو، طراحی سامانه‌های هوش نظارت‌کننده بر تعمیرات و نگهداری باید همراه با استانداردهای سخت‌گیرانه امنیت اطلاعات باشد.



آینده نیروگاه‌های هوشمند

در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، پروژه‌های متعددی برای استفاده بیشتر از سیستم‌های هوشمند آغاز شده است. در این نیروگاه‌ها، بخش قابل توجهی از فرآیندهای نگهداری و تصمیم‌گیری به صورت خودکار و مبتنی بر تحلیل داده انجام می‌شود.

در نهایت، هوش مصنوعی را می‌توان ابزاری کلیدی برای افزایش قابلیت اطمینان نیروگاه‌های حرارتی دانست. این فناوری نه تنها احتمال خرابی تجهیزات را کاهش می‌دهد، بلکه به مدیران کمک می‌کند تصمیم‌های دقیق‌تر، سریع‌تر و اقتصادی‌تری اتخاذ کنند؛ تصمیم‌هایی که در آینده صنعت برق نقشی تعیین‌کننده خواهند داشت.

روند جهانی صنعت برق نشان می‌دهد که آینده نیروگاه‌ها به سمت استفاده کردن بیشتر از سیستم‌های هوشمند می‌کند. پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آینده، سامانه‌های هوشمند نقش پررنگ‌تری در مدیریت تعمیرات، بهره‌برداری و حتی برنامه‌ریزی تولید برق ایفا کنند.

همچنین انتظار می‌رود فناوری‌های یادگیری عمیق و تحلیل کلان‌داده، دقت پیش‌بینی خرابی‌ها را به میزان قابل توجهی افزایش دهند. این موضوع می‌تواند عمر مفید تجهیزات نیروگاهی را بیشتر کرده و هزینه‌های عملیاتی را کاهش دهد.

کارشناسانی است که هم با صنعت نیروگاهی و هم با علوم داده و یادگیری ماشین آشنا باشند. هزینه اولیه پیاده‌سازی این فناوری‌ها نیز ممکن است برای برخی نیروگاه‌ها سنگین باشد. نصب حسگرهای جدید، توسعه زیرساخت‌های داده و خرید نرم‌افزارهای تحلیلی نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجهی است، هرچند بسیاری از کارشناسان معتقدند این هزینه در بلندمدت جبران خواهد شد.

برخی مدیران صنعتی به حق نسبت به اعتماد کامل به تصمیمات سامانه‌های هوشمند تردید دارند. به همین دلیل، در بسیاری از پروژه‌ها تلاش می‌شود نقش انسان و هوش مصنوعی به صورت مکمل تعریف شود تا تصمیم‌گیری نهایی همچنان تحت نظارت کارشناسان باقی بماند.

نیروگاه‌ها با وجود جنگ آماده‌سازی شده‌اند

تغییرات جلوتر از سال گذشته

حدیث حدادی



محمد جواد فروغی؛

مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی بهره‌برداری تولید برق حرارتی

پیشرفت حدود ۹۸ درصدی تعمیرات نیروگاهی با وجود جنگ آماده‌سازی واحدها ادامه دارد. مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی بهره‌برداری تولید برق حرارتی از پیشرفت حدود ۹۸ درصدی برنامه تعمیرات نیروگاهی کشور خبرداد و اعلام کرد با وجود تداوم ناترازی تولید و مصرف برق و همچنین شرایط جنگی، اقدامات گسترده‌ای برای آماده‌سازی واحدها و توسعه ظرفیت تولید انجام شده است.

حد اقل محدودیت‌ها فراهم خواهد شد. فروغی درباره تأثیر شرایط امنیتی و تهدیدات اخیر بر روند تعمیرات تأکید کرد: بیشترین تهدیدها متوجه زیرساخت‌های کشور، به‌ویژه نیروگاه‌ها، بوده است.

وی افزود: دوره اوج تعمیرات معمولاً در اسفند و فروردین است، زیرا مصرف برق در این ماه‌ها کمتر بوده و شرایط تأمین سوخت نیز مناسب‌تر است؛ بنابراین بیشترین حجم خروج واحدها از مدار برای انجام تعمیرات در همین بازه زمانی انجام می‌شود.

فروغی اظهار داشت: امسال علاوه بر همزمانی اسفند و فروردین با ماه مبارک رمضان و تعطیلات نوروز، محدودیت‌های ناشی از شرایط جنگی نیز وجود داشت. به همین دلیل در این مدت پروتکل‌ها و محدودیت‌هایی برای حضور نیروی انسانی در نیروگاه‌ها ابلاغ شد. همچنین به دلیل تعطیلی برخی کارگاه‌های صنعتی، تأمین قطعات و تجهیزات با دشواری‌هایی همراه بود.

مدیرکل دفتر برنامه‌ریزی بهره‌برداری تولید برق حرارتی تأکید کرد: با وجود تمامی این محدودیت‌ها، روند اجرای برنامه تعمیرات نسبت به سال گذشته جلوتر بوده است. این پیشرفت حاصل تلاش همکاران حوزه نیروگاهی و صنایع مرتبط است که در تأمین تجهیزات و اجرای تعمیرات همکاری داشتند و نتیجه آن دستیابی به پیشرفت حدود ۹۸ درصدی در از این برنامه در شرایط جنگی بوده است.

محمد جواد فروغی در گفت‌وگو با خبرنگار نشریه «پیام تولید برق» اظهار کرد: برنامه تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی از ابتدای مهرماه آغاز می‌شود و تا پایان اردیبهشت‌ماه ادامه دارد و در برخی موارد ممکن است تا خردادماه نیز به طول بینجامد. در این دوره حدود ۱۰۲ هزار و ۵۰۰ مگاوات برنامه تعمیراتی پیش‌بینی شده بود که تاکنون حدود ۹۸ درصد آن به پایان رسیده و کمتر از دو درصد باقی مانده است که ان‌شاءالله پیش از آغاز تابستان تکمیل خواهد شد.

وی درباره وضعیت آماده‌سازی واحدها برای فصل گرم افزود: نمی‌توان با قطعیت اعلام کرد که تابستان بدون مشکل خواهد بود، زیرا ناترازی ایجادشده در سال‌های اخیر همچنان وجود دارد و در یکی دو سال گذشته نیز افزایش یافته است.

فروغی ادامه داد: در حوزه نیروگاه‌های حرارتی موجود اقدامات گسترده‌ای برای آماده‌سازی انجام شده و همزمان احداث واحدهای جدید نیز در دستور کار قرار دارد. همچنین در بخش نیروگاه‌های تجدیدپذیر ظرفیت‌های جدیدی به شبکه برق کشور افزوده شده است.

مدیرکل دفتر برنامه‌ریزی بهره‌برداری تولید برق حرارتی تصریح کرد: تمام این اقدامات در سمت عرضه برق انجام می‌شود، اما موضوع مهم‌تر مدیریت تقاضاست. هرچند افزایش تولید به کاهش ناترازی کمک می‌کند، اما اگر رشد مصرف مدیریت شود، امکان عبور از تابستان با

روش‌های افزایش توان توربین‌گاز در فصول گرم سال

محمدرضا حسنلو

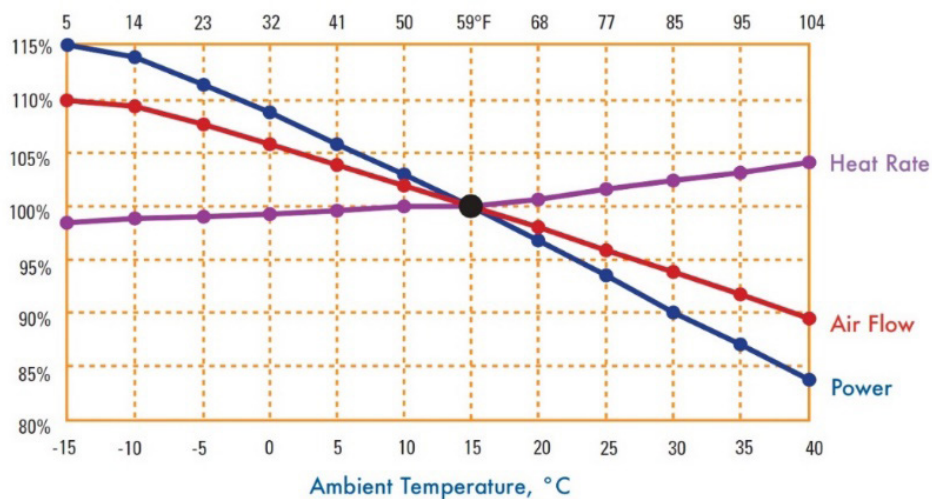
کارشناس مهندسی، شرکت مهندسی و خدمات تابا

چکیده

توربین‌های گاز در فصول گرم سال به دلیل افزایش دمای هوای ورودی و کاهش چگالی آن، با افت محسوس توان خروجی و کاهش بازده مواجه می‌شوند؛ پدیده‌ای که همزمان با اوج‌گیری تقاضای برق، پایداری شبکه را به چالش می‌کشد. این مقاله به بررسی سازوکار اثر دمای محیط بر عملکرد توربین‌گاز و معرفی راهکارهای مهندسی برای جبران این افت می‌پردازد. روش‌های خنک‌کاری هوای ورودی (شامل تبخیری و تبریدی) و اقدامات عملیاتی مانند شست‌وشوی کمپرسور و کاهش افت فشار بررسی شده‌اند. انتخاب روش بهینه به عوامل اقلیمی، دسترسی به آب و ملاحظات اقتصادی وابسته است. استفاده از سامانه‌های تبخیری، به ویژه مدیای مرطوب، در صورت دسترسی به آب با کیفیت مناسب، راهکاری فنی و اقتصادی قابل اتکا برای اغلب لوکیشن‌های ایران محسوب می‌شود. شرکت مهندسی و خدمات «ایفا صنعت تابا» با بومی‌سازی تکنولوژی‌های مدرن، نقش مؤثری در اجرای پروژه‌های خنک‌کاری ورودی (به ویژه مدیای مرطوب) ایفا کرده است.

مقدمه و تاثیر دما بر عملکرد توربین‌گاز

توربین‌های گاز به عنوان قلب تپنده بسیاری از نیروگاه‌های مدرن و صنایع بزرگ، نقش حیاتی در پایداری شبکه انرژی ایفا می‌کنند. با این حال، این تجهیزات پیشرفته یک نقطه ضعف بزرگ دارند: حساسیت شدید به دمای محیط. پارادوکس ماجرا اینجاست که دقیقاً در فصول گرم سال، یعنی زمانی که تقاضای مصرف برق به دلیل فعالیت سیستم‌های سرمایشی به اوج خود می‌رسد، توان خروجی توربین‌های گاز به دلیل کاهش چگالی هوای ورودی دچار افت چشمگیری می‌شود. طبق آمارهای عملیاتی، به ازای هر ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش دمای محیط، توان خروجی توربین بین ۵/۵ تا ۹/۵ درصد کاهش می‌یابد. در شکل (۱) تغییرات توان خروجی، نرخ حرارت و دبی هوای ورودی واحد گازی نسبت به دمای محیطی به عنوان نمونه نشان داده شده است. کاهش دبی جرمی هوای عبوری از واحد، کاهش بازده کمپرسور، کاهش نسبت هوا به سوخت در محفظه احتراق، کاهش فشار سیال در توربین و در نهایت کاهش محسوس توان خالص خروجی و بازده تبدیل انرژی از مهم‌ترین مسائل ناشی از افزایش دمای هوای محیطی است. در کنار افت عملکرد سامانه، تولید آلاینده‌ها به ویژه اکسیدهای نیتروژن به دلیل عملکرد دما بالا افزایش خواهد یافت. در مورد واحدهای گازی که در سیکل‌های ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرند و یا در سایت‌هایی که دود خروجی از واحد گازی در بویلر بازیاب حرارت مورد استفاده قرار می‌گیرد، افزایش دمای هوای ورودی به کمپرسور توربین‌گاز و به تبع آن کاهش دانسیته و دبی جرمی ورودی به واحد گازی منجر به کاهش تولید دود خروجی شده و میزان تولید بخار در بویلر بازیاب را نیز کاهش خواهد داد.



شکل (۱) - تغییرات توان خروجی و نرخ حرارت واحد گازی نسبت به دمای محیط

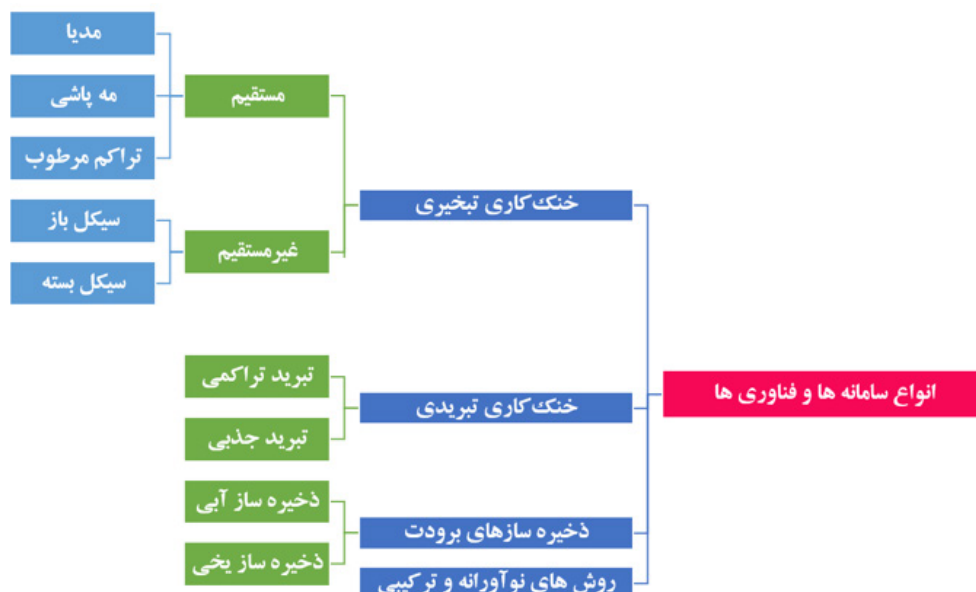
روش‌های افزایش توان توربین گاز در فصول گرم

از نگاه اجرایی می‌توان روش‌ها را در دو گروه اصلی دسته‌بندی کرد:

- خنک‌کاری هوای ورودی
- بهینه‌سازی بهره‌برداری و تنظیمات کنترلی

خنک‌کاری هوای ورودی

خنک‌کاری هوای ورودی به توربین گاز از جمله راهکارهای کارآمد و مؤثر در زمینه بازیابی توان از دست رفته واحد تولید توان در فصول و ایام گرم سال است که از آن جمله می‌توان به روش‌های تبخیری مدیای مرطوب، مه پاشی (فاگ)، تراکم مرطوب و روش‌های تبریدی نظیر چیلر مکانیکی و چیلر جذبی اشاره کرد. شکل (۲) روش‌های مختلف خنک‌کاری هوای ورودی توربین گاز را به صورت دسته‌بندی شده نمایش می‌دهد.

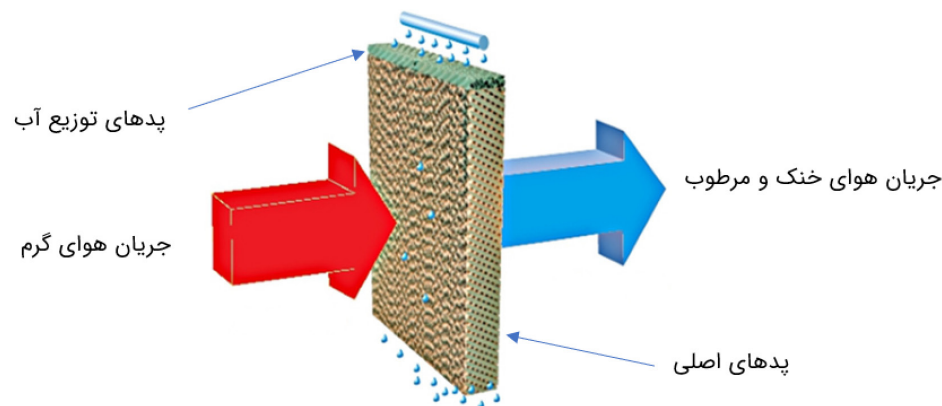


شکل (۲) - انواع روش‌های خنک‌کاری هوای ورودی به واحدهای توربین گاز

خنک کاری تبخیری

سامانه های خنک کاری تبخیری به دو دسته عمده ی مدیای مرطوب و مه پاشی تقسیم می شوند. خنک کاری هرکدام از این روش ها می تواند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم باشد. مبنای ترمودینامیکی هر دو روش یکسان بوده و بر مبنای انتقال انرژی حرارتی از هوا به آب و در نتیجه تبخیر آب جهت کاهش دمای هوا است. در روش مستقیم، آب به هوای ورودی به توربین گاز مستقیماً افزوده می شود و آن را خنک کرده و رطوبت اش را زیاد می کند اما در روش غیر مستقیم به کمک یک مبدل هوای ورودی به توربین گاز سرد شده و رطوبت هوا نیز افزایش پیدا نمی کند. علاوه بر این فناوری جدیدی که بر همین مبنای استوار است نیز به روش های موجود اضافه شده که تراکم مرطوب نام دارد. در این روش آب مستقیماً با هوای ورودی کمپرسور در تماس بوده اضافه می شود و با جذب انرژی نهان تبخیر خود، دمای هوای ورودی را کاهش می دهد. از جمله محدودیت های این دسته از روش ها محدودیت در خنک کاری تنها تا دمای حباب تر است، در نتیجه استفاده از این روش ها در شرایط آب و هوای مرطوب که دمای حباب تر هوا بالاست توجیه فنی و اقتصادی ندارد. با توجه به سادگی و سرعت بالای پیاده سازی و ارزان بودن روش های تبخیری، صنایع مایلند این روش را در مناطق مرطوب نیز مورد استفاده قرار دهند.

از مهم ترین و در عین حال کم هزینه و کارآمدترین روش های خنک کاری هوای ورودی به توربین های گازی در مناطق گرم و خشک، روش خنک کاری تبخیری مدیای مرطوب^۱ است. اساس این روش در مجاورت قرار دادن هوای ورودی به کمپرسور توربین گاز با آب مایع در بیشترین سطح ممکن برای ایجاد فرآیند تبخیر است که در نهایت با جذب گرمای نهان تبخیر باعث کاهش دمای هوای عبوری از درون داکت ورودی خواهد شد. لازم به ذکر است که محدود کننده روش خنک کاری تبخیری، میزان رطوبت یا دمای حباب تر هوای محیطی است؛ در حقیقت در حالت ایده آل، کمترین دمای قابل انتظار برای روش سرمایش تبخیری، دمای حباب تر هوای محیطی است که پس از انجام فرآیند، هوای ورودی به کمپرسور را به حالت اشباع (رطوبت نسبی ۱۰۰٪) می رساند. در این روش از آب نرم^۲ به عنوان سیال کاری استفاده می شود که در فرآیند تبخیر موجب گرماگیری از هوای ورودی به کمپرسور توربین گاز می شود. شماتیک این روش خنک کاری در شکل (۳) آمده است.



شکل (۳) - شماتیک روش خنک کاری مدیای مرطوب

خنک کاری مه پاشی همانطور که از نام این سامانه خنک کاری پیداست اصل آن بر تولید قطرات ریز آب یا همان مه می باشد، لذا این سیستم شامل نازل های اتمی آب است که نیازمند آب با فشار بالا بوده که از طریق پمپ های پرفشار که بر روی یک اسکید نصب شده است، تامین می گردد. در نازل ها قطراتی با اندازه های مختلف در یک بازه خاص (قطر ۵ تا ۱۵ میکرومتر در سیستم های خنک کاری مه پاشی) تولید می شود که به هوای ورودی به کمپرسور اضافه می شود.

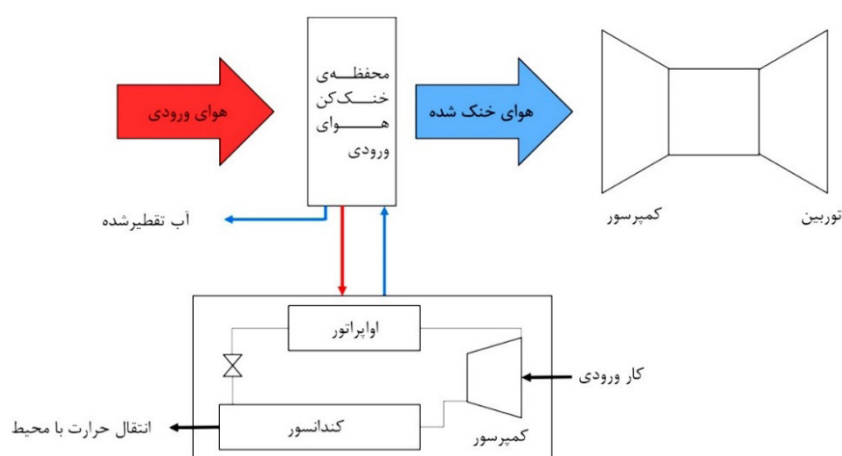
روش تراکم مرطوب که مه پاشی مضاعف یا افشاندن مضاعف نیز نامیده می شود؛ در حقیقت نوع تکامل یافته فناوری مه پاشی است. در روش تراکم مرطوب، علاوه بر سرمایش تبخیری ورودی تا رساندن دمای هوای ورودی به کمپرسور تا بیش از ۹۹ درصد به دمای حباب تر هوای ورودی، فرآیند خنک کاری میانی مراحل ابتدایی کمپرسور نیز با تبخیر قطرات تزریق شده به جریان هوا در حال عبور از درون کمپرسور انجام شده و به طور محسوس

1 Wetted-Media Evaporative Cooling

2 Soft Water

خنک‌کاری تبریدی و ذخیره‌ساز پرودت

در سامانه هایی که هوای ورودی با استفاده از فناوری تبرید تراکمی خنک می شوند، هوای ورودی مطابق شکل (۴)، در تماس با مبدل حرارتی که حامل سیال واسط حرارتی و یا مبرد است قرار گرفته و با دادن انرژی خود در این مبدل دمای آن کاهش می یابد و پس از آن وارد کمپرسور می شود. هنگام عبور هوای محیط از روی مبدل، خنک کن، افت فشاری در حدود ۲۰۰ تا ۵۰۰ پاسکال ایجاد می شود.



در سیستم‌های ذخیره برودت، آب توسط چیلر در ساعات غیرپیک یا در شب، سرد (یا منجمد) شده و با توجه به ظرفیت حرارتی محسوس (و یا نهان) آب ذخیره می‌گردد. سپس از این سرمای ذخیره شده در ساعات پیک مصرف و یا در طول روز برای خنک‌کاری هوای ورودی استفاده می‌شود. در این سیستم چیلر در ساعات غیر پیک روشن و در ساعات پیک خاموش است که باعث می‌شود بیشترین خروجی توان نیروگاه در ساعات پیک را داشته باشیم و توان خروجی نیروگاه در ساعات پیک صرف چیلر نشود. البته بسته به شرایط پروژه ممکن است در ساعات پیک نیز علاوه بر ذخیره مخزن، چیلر با ظرفیت کمتری به کمک خنک‌کاری بیاید. لازم به ذکر است این سیستم‌ها علاوه بر تجهیزات موجود به یک مخزن برای ذخیره‌سازی آب سرد یا یخ نیز احتیاج دارند.

بهینه‌سازی بهره‌برداری و تنظیمات کنترلی

این بخش به راهکارهایی می‌پردازد که با هدف حفظ و بازیابی توان توربین گاز در شرایط محیطی نامساعد (مانند دمای بالای هوا در فصول گذار یا شرایط بهره‌برداری خاص) طراحی شده‌اند. این اقدامات، که شامل بهبودهای عملیاتی، نگهداری پیشگیرانه و بهینه‌سازی پارامترهای کنترلی می‌شوند، عمدتاً بر کاهش تلفات داخلی و نزدیک‌تر کردن عملکرد توربین به ظرفیت نامی آن تمرکز دارند، بدون آنکه لزوماً منجر به کاهش دمای هوای ورودی شوند.

شست‌وشوی کمپرسور

آلودگی فزاینده پره‌های کمپرسور و مسیر جریان هوای آن، منجر به افت دبی جرمی هوا، افزایش تلفات آیرودینامیکی و در نتیجه کاهش توان خروجی توربین می‌شود. شست‌وشوی دوره‌ای (آتلاین یا آفلاین) یک راهکار مؤثر برای بازیابی بخشی از توان از دست رفته است.

مزایا:

- هزینه اجرایی نسبتاً پایین
- اثر مستقیم بر افزایش دبی عبوری و بهبود راندمان
- قابلیت اجرا در چارچوب برنامه‌های نگهداری دوره‌ای

محدودیت‌ها:

- اثربخشی وابسته به شدت و نوع آلودگی
- اثر موقتی در محیط‌های با آلودگی بالا

کاهش افت فشار در مسیر ورودی و خروجی

افت فشار در بخش ورودی هوا (ناشی از فیلترهای آلوده، کانال‌کشی نامناسب، دمپرها و صداگیرها) می‌تواند جریان هوای عبوری به کمپرسور را محدود سازد. به طور مشابه، افت فشار در مسیر خروجی آگروز نیز بر عملکرد کلی واحد تأثیر منفی می‌گذارد.

اقدامات اصلاحی شامل موارد زیر می‌شود:

- پایش مستمر افت فشار فیلترها و تعویض به موقع آن‌ها
 - بهینه‌سازی طراحی مسیر جریان هوا برای کاهش مقاومت
 - حذف یا اصلاح گلوگاه‌ها و موانع غیرضروری
 - سرویس و نگهداری منظم تجهیزات بخش ورودی و خروجی
- این موارد، بدون نیاز به تغییرات اساسی در ساختار توربین، منجر به افزایش دبی جرمی هوا و بهبود توان خالص تولیدی می‌شوند.

بهینه‌سازی پارامترهای کنترلی در دمای بالا

در شرایط دمای بالای محیط، بهینه‌سازی هوشمندانه پارامترهای سیستم کنترلی توربین گاز (همواره در چارچوب محدودیت‌های فنی و ایمنی تعیین شده توسط سازنده) می‌تواند به حفظ سطح توان خروجی کمک شایانی کند. این رویکردها ممکن است شامل موارد زیر باشند:

- مدیریت بهینه حدود دمایی: تنظیم دقیق‌تر پارامترهای مرتبط با دمای احتراق و خروجی توربین.
 - بهینه‌سازی استراتژی‌های بارگیری: تنظیم الگوریتم‌های بارگذاری توربین برای عملکرد بهینه در دماهای بالا.
 - اصلاح منطق‌های کنترلی: بازنگری و بهبود الگوریتم‌های کنترلی برای پاسخ‌دهی بهتر به شرایط متغیر محیطی.
- این دسته از راهکارها، هرچند ممکن است نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه برای مطالعات مهندسی و پیاده‌سازی باشند، اما پتانسیل ایجاد افزایش توان پایدارتر و اقتصادی‌تر را در بلندمدت فراهم می‌آورند.

سوابق و توانمندی‌های شرکت ایفا صنعت تابا در زمینه سامانه‌های خنک‌کاری هوای ورودی

شرکت مهندسی و خدمات ایفا صنعت تابا به عنوان یکی از پیشگامان اجرای پروژه‌های مهندسی، تأمین و اجرا (EPC) در زمینه سامانه‌های خنک‌کاری هوای ورودی شناخته شده است. این شرکت با استفاده از ظرفیت‌های داخلی و مزیت نسبی ظرفیت‌های خارجی با رویکرد بومی‌سازی فناوری و توسعه

آن توانسته است تاکنون ۶۵ واحد گازی در نیروگاه‌های مختلف کشور را به سامانه خنک‌کاری هوای ورودی به روش مدیای مرطوب تجهیز و راه‌اندازی نماید. لازم به ذکر است اجرای پروژه خنک‌کاری در نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند توسط این شرکت به عنوان بزرگترین پروژه خنک‌کاری تبخیری جهان محسوب می‌شود. مشخصات کلی پروژه‌های انجام شده در جدول (۱) ارائه شده است. این شرکت علاوه بر واحدهای گازی V94.2 و V94.2.5، طراحی سامانه‌های خنک‌کاری برای واحدهای BBC GT-13D، MHI MW-701D و HITACHI H-25 را نیز در کارنامه دارد. شرکت مهندسی و خدمات ایفا صنعت تابا علاوه بر داشتن شراکت استراتژیک و ارتباط تنگاتنگ در حوزه‌های مهندسی، تأمین تجهیزات و نظارت بر اجرا با همکار اروپایی خود شرکت اپتیمایز انرژی آلمان که از پیشگامان سامانه‌های خنک‌کاری تبخیری در جهان است؛ توانسته است تمامی فعالیت‌های مربوط به پروژه‌های خنک‌کاری هوای ورودی به روش تبخیری مدیای مرطوب اعم از طراحی مهندسی، بهینه‌سازی، تأمین تجهیزات و ایجاد زنجیره تأمین، ساخت و اجرا را بطور کامل بومی‌سازی کرده و ضمن ایجاد ارتقاء کارایی در هر بخش، گام مهمی در ساخت داخل و کامل این نوع سامانه‌ها بردارد.

جدول (۱) - مشخصات پروژه‌های انجام شده و در حال اجرا تابا در زمینه سامانه خنک‌کاری هوای ورودی به روش مدیای مرطوب

ردیف	نام پروژه	سال اجرا	تعداد و نوع واحدها	میزان افزایش توان کل (مگاوات)
۱	شاهرود	۱۳۹۴	دو واحد V94.2 Ansaldo	۳۰
۲	شیروان	۱۳۹۴	چهار واحد V94.2 Ansaldo	۶۰
۳	شیروان	۱۳۹۵	دو واحد V94.2 Ansaldo	۳۰
۴	مشهد	۱۳۹۵	دو واحد BBC GT13D	۲۰
۵	کازرون	۱۳۹۷	دو واحد MHI MW-701D و دو واحد V94.2 Ansaldo	۶۵
۶	دماوند	۱۳۹۷	دوازده واحد V94.2 Ansaldo (ده واحد جدید و دو واحد بازسازی)	۲۰۰
۷	کاشان	۱۳۹۸	دو واحد V94.2 Ansaldo	۴۰
۸	طرش	۱۳۹۹	یک واحد H-25	۳
۹	خرمشهر	۱۴۰۱	شش واحد V94.2 Ansaldo	۹۰
۱۰	ایسین	۱۴۰۱	چهار واحد V94.2 Ansaldo	۶۰
۱۱	زرند	۱۴۰۲	دو واحد V94.2 Ansaldo	۴۰
۱۲	پتروشیمی بندر امام	۱۴۰۳	چهار واحد BBC 13D	۴۰
۱۳	پرند	۱۴۰۳	شش واحد V94.2	۹۰
۱۴	فردوسی	۱۴۰۳	شش واحد V94.2	۹۰
۱۵	کرمان	۱۴۰۴	هشت واحد V94.2 (جایگزینی کولر نسل جدید با کولرهای قدیمی)	۱۲۰
-	-	-	-	مجموع ۹۷۸ واحد

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

افت توان توربین گاز در روزهای گرم یک چالش جدی اقتصادی و فنی است. بر اساس بررسی‌های انجام شده، خنک‌کاری هوای ورودی مؤثرترین راهکار برای جبران این افت است. در حالی که روش‌های تبخیری (به‌ویژه مدیای مرطوب) به دلیل سادگی و کارایی بالا در اقلیم‌های خشک ایران اقتصادی‌ترین گزینه هستند، در مناطق مرطوب باید از روش‌های تبریدی بهره برد. اقدامات تکمیلی نظیر شست‌وشوی کمپرسور و مدیریت افت فشار نیز مکمل‌های ضروری برای حفظ عملکرد بهینه توربین محسوب می‌شوند. انتخاب هوشمندانه راهکار با تکیه بر تجربیات بومی و دانش فنی روز، کلید پایداری تولید نیروگاه‌ها در فصول گرم سال است.

چگونه مدیریت دارایی فیزیکی به مسئله حیاتی نیروگاه‌ها تبدیل شد؟

سروش چیت‌ساز، مدیر پیشنهاد فنی شرکت سرویس نیروگاهی مپنا
مهسا دهقان منشادی، کارشناس پیشنهاد فنی

از «تعمیرات تجهیزات» تا «مدیریت ارزش دارایی»

در بسیاری از نیروگاه‌ها، هنوز هم «مدیریت دارایی» عمدتاً معادل تعمیرات، انبار قطعات یدکی یا نرم‌افزارهای CMMS تلقی می‌شود؛ در حالی که مسئله صرفاً تعمیر به‌موقع تجهیزات نیست. صنعت برق در دهه اخیر با تحولی عمیق مواجه شده که طی آن، مفهوم مدیریت دارایی فیزیکی (Physical Asset Management) به یکی از در بسیاری از نیروگاه‌ها، هنوز هم «مدیریت دارایی» عمدتاً معادل تعمیرات، انبار قطعات یدکی یا نرم‌افزارهای CMMS تلقی می‌شود؛ در حالی که مسئله صرفاً تعمیر به‌موقع تجهیزات نیست. صنعت برق در دهه اخیر با تحولی عمیق مواجه شده که طی آن، مفهوم مدیریت دارایی فیزیکی (Physical Asset Management) به یکی از



در این چارچوب، نیروگاه مدرن دیگر صرفاً مجموعه‌ای از تجهیزات مکانیکی و الکتریکی نیست، بلکه سیستمی از دارایی‌های به هم پیوسته است که تصمیم‌گیری درباره هر جزء آن، مستقیماً بر عملکرد اقتصادی و عملیاتی کل مجموعه اثر می‌گذارد. در نتیجه، مدیریت دارایی فیزیکی از یک موضوع صرفاً فنی، به یک حوزه کاملاً استراتژیک تبدیل شده است.

روند پیری تنها مختص تجهیزات نیست، رویکردها نیز دچار کهنگی می‌شوند

در گذشته، نیروگاه‌ها عمدتاً با یک رویکرد ساده اداره می‌شدند: خرابی که رخ می‌داد تعمیر انجام می‌شد، در صورت تکرار خرابی، نگهداری پیشگیرانه (PM) تعریف می‌شد و برای تجهیزات بحرانی، بازرسی‌های دوره‌ای افزایش می‌یافت. این مدل زمانی کارآمد بود که تجهیزات جدیدتر بودند، پیچیدگی سیستم‌ها کمتر بود، هزینه انرژی و خاموشی‌ها پایین‌تر بود و واحدها عمدتاً در شرایط پایدار کار می‌کردند.

اما در دو دهه اخیر، صنعت برق به‌طور اساسی تغییر کرده است. ورود توربین‌های پیشرفته، پیچیده‌تر شدن سیکل‌های ترکیبی، افزایش حساسیت شبکه و رشد رقابت اقتصادی، همراه با ورود بسیاری از نیروگاه‌ها به نیمه دوم عمر طراحی، شرایطی ایجاد کرده که مدیریت دارایی را به یک ضرورت راهبردی تبدیل کرده است. از طرفی تغییر ساختار بازار برق و رشد انرژی‌های تجدیدپذیر باعث شده نیروگاه‌ها به جای کارکرد بار پایه، مدام در معرض تغییر بار، استارت‌های مکرر و تنش‌های حرارتی و مکانیکی باشند.

در این شرایط، سلامت ظاهری تجهیزات دیگر معیار کافی نیست؛ چرا که خرابی‌های پنهان مانند خستگی حرارتی روتور، تخریب تدریجی عایق ژنراتور یا خزش در HRSG می‌تواند بدون نشانه‌های واضح گسترش پیدا کنند. هم‌زمان، هزینه توقف‌های اضطراری نیز به‌طور چشمگیری افزایش یافته و می‌تواند خسارات سنگینی از نظر تولید، جرایم شبکه و آسیب‌های ثانویه ایجاد کند. در نتیجه، رویکرد صنعت از «تعمیر پس از خرابی» به سمت «مدیریت ریسک و افزایش قابلیت اطمینان و ارزش چرخه عمر دارایی» حرکت کرده است؛ رویکردی که امروز مبنای مدیریت دارایی در نیروگاه‌های پیشرو محسوب می‌شود.

دارایی فیزیکی دقیقاً چیست؟

در نیروگاه‌ها، دارایی فیزیکی معمولاً به تجهیزات اصلی مانند توربین گازی، توربین بخار، ژنراتور، بویلرهای بازیافت حرارتی و ترانسفورماتور محدود در نظر گرفته می‌شود.

اما در رویکرد مدرن، دارایی مفهومی گسترده‌تر دارد و هر آنچه برای سازمان ارزش ایجاد کرده و نیازمند مدیریت در چرخه عمر است را شامل می‌شود.

در یک نیروگاه، این دارایی‌ها می‌توانند شامل تجهیزات فرآیندی، سیستم‌های کنترلی، تجهیزات الکتریکی، سیستم‌های خنک‌کن، شبکه سوخت، زیرساخت‌های IT و مخابرات، نرم‌افزارهای بهره‌برداری و حتی دانش فنی سازمان باشند.

در نتیجه، مدیریت دارایی صرفاً مدیریت تجهیزات نیست، بلکه مدیریت کل اکوسیستم تولید انرژی است.

تفاوت نگهداشت (Maintenance) و مدیریت دارایی (Asset Management)

یکی از مهم‌ترین سوءبرداشت‌ها در صنعت این است که مدیریت دارایی همان مدیریت نگهداشت (Maintenance Management) است. در حالی که این دو، اگرچه مرتبط‌اند، اما یکسان نیستند.

نگهداری و تعمیرات عمدتاً روی «سلامت تجهیز» متمرکز می‌کند:

- چه زمانی تجهیز را تعمیر کنیم؟
- چه قطعه‌ای تعویض شود؟
- چگونه خرابی کاهش یابد؟

اما مدیریت دارایی سؤال بزرگ‌تری می‌پرسد:

«چگونه از این دارایی در کل چرخه عمرش بیشترین ارزش را ایجاد کنیم؟»

این تفاوت ظاهراً ساده، عملاً کل مدل

تصمیم‌گیری را تغییر می‌دهد. برای مثال ممکن است از نظر فنی بتوان یک ژنراتور قدیمی را با هزینه بالا بازسازی کرد؛ اما از نگاه مدیریت دارایی، شاید تعویض آن با یک واحد جدید در بلندمدت اقتصادی‌تر باشد.

یا ممکن است کاهش جزئی راندمان یک توربین از دید تعمیرات مسئله مهمی نباشد، اما از نگاه مدیریت دارایی، همین افت راندمان در طول چند سال میلیون‌ها دلار هزینه سوخت ایجاد کند.

بنابراین مدیریت دارایی تنها به «کارکرد تجهیز» محدود نمی‌شود، بلکه ایجاد تعادل میان عملکرد، هزینه، ریسک، قابلیت اطمینان و طول عمر دارایی را شامل می‌شود.

مفهوم کلیدی چرخه عمر (Lifecycle)

یکی از پایه‌ای‌ترین مفاهیم مدیریت دارایی، نگاه چرخه عمری است.

بسیاری از تصمیم‌های اشتباه نیروگاه‌ها زمانی رخ می‌دهد که فقط هزینه کوتاه‌مدت دیده می‌شود.

فرض کنید در زمان خرید یک تجهیز، تنها معیار تصمیم‌گیری، کمترین قیمت اولیه باشد. چنین انتخابی ممکن است در کوتاه‌مدت صرفه‌جویی به نظر برسد، اما در طول عمر بهره‌برداری می‌تواند با مصرف سوخت بالاتر، نرخ خرابی بیشتر، هزینه‌های سنگین‌تر تأمین قطعات یدکی و توقف‌های مکرر، هزینه‌ای به مراتب بیشتر به سازمان تحمیل کند. در چنین حالتی، هزینه واقعی تجهیز بسیار بیشتر از قیمت خرید اولیه خواهد بود.

به همین دلیل در مدیریت دارایی، مفهوم هزینه چرخه عمر (Lifecycle Cost) اهمیت حیاتی دارد؛ یعنی: «هزینه واقعی دارایی از لحظه طراحی تا خروج از سرویس». این هزینه شامل مواردی است که در تصویر مشاهده می‌کنید.



نیروگاه‌های پیشرو دنیا امروز تصمیمات خود را نه بر اساس هزینه سرمایه‌ای (CapEx) صرف، بلکه بر اساس هزینه کلی چرخه عمر (Total Lifecycle Value) اتخاذ می‌کنند.

بحران پنهان نیروگاه‌ها: پیرشدن دارایی‌ها

یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت برق جهان، پیرشدن دارایی‌ها (Aging assets) است. بخش بزرگی از نیروگاه‌های موجود دنیا در دهه‌های گذشته ساخته شده‌اند. بسیاری از این واحدها اکنون بسیار فراتر از عمر طراحی اولیه خود کار می‌کنند. فرسودگی فیزیکی تنها بخشی از مسئله است. افزایش عمر نیروگاه معمولاً با رشد نرخ خرابی، کاهش قابلیت پیش‌بینی رفتار تجهیزات، افزایش

هزینه‌های نگهداری و تشدید ریسک خروج اضطراری واحدها از مدار همراه است؛ روندی که مدیریت دارایی را به یک ضرورت راهبردی تبدیل می‌کند. از سوی دیگر، در بسیاری از کشورها سرمایه‌گذاری برای نوسازی کامل نیروگاه‌ها به‌سادگی ممکن نیست. بنابراین بهره‌برداران ناچارند با همین دارایی‌های قدیمی، قابلیت اطمینان شبکه را حفظ کنند. اینجاست که مدیریت دارایی اهمیت استراتژیک پیدا می‌کند؛ چگونه می‌توان عمر دارایی را افزایش داد، بدون آنکه ریسک غیرقابل قبول ایجاد شود؟ چه چیزی در فرهنگ مدیریت دارایی باید تغییر کند تا این امر محقق شود؟

چرا برخی نیروگاه‌ها همیشه واکنشی (Reactive) باقی می‌مانند؟

در بسیاری از نیروگاه‌ها، با وجود هزینه‌های سنگین تعمیرات، همچنان فرهنگ «واکنشی» حاکم است؛ یعنی سازمان همیشه بعد از وقوع مشکل وارد عمل می‌شود. دلایل این موضوع فقط فنی نیست و شامل موارد بیان شده در تصویر زیر است.



تحلیل کافی باقی می ماند و در نهایت فرهنگ غالب نیز به جای پیشگیری از بحران، بر حل بحران پس از وقوع آن تمرکز دارد.

ارزش واقعی در مدیریت دارایی چیست؟

استانداردهای جدید مدیریت دارایی تأکید می کنند که هدف نهایی، «خلق ارزش» است. اما ارزش در نیروگاه دقیقاً به چه معناست؟ ارزش فقط سود مالی نیست. برای یک نیروگاه، ارزش می تواند شامل موارد اشاره شده در تصویر زیر باشد.

چالش های مدیریت دارایی در نیروگاه ها شامل جزیره ای بودن داده ها، نبود نگاه استراتژیک، فشار تولید کوتاه مدت، کمبود تحلیل داده و چالش های فرهنگی است؛ به طوری که اطلاعات بهره برداری، ارتعاشات، تعمیرات، عملکرد و شیمی آب در سیستم های جداگانه و غیرمتصل نگهداری می شوند، در حالی که بسیاری از سازمان ها همچنان تعمیرات را مرکز هزینه می بینند نه ابزار خلق ارزش، و تحت فشار تولید، تعمیرات اساسی را به تعویق می اندازند؛ از سوی دیگر حجم بالای داده بدون توان



به همین دلیل مدیریت دارایی یک فعالیت چندبعدی است؛ جایی که مهندسی، اقتصاد، بهره برداری و مدیریت ریسک به هم متصل می شوند.

از نگهداری مبتنی بر زمان تا نگهداری مبتنی بر وضعیت (Condition-Based Maintenance)

یکی از مهم ترین تحولات سال های اخیر، حرکت به سمت نگهداری مبتنی بر وضعیت و نگهداری پیش بینانه (Predictive Maintenance) است. در این رویکرد، تجهیزات بر اساس وضعیت واقعی خود ارزیابی می شوند؛ نه صرفاً بر اساس تقویم یا ساعات کارکرد که موارد در تصویر زیر قابل مشاهده اند.



در واقع تجهیزات مدرن، دائماً در حال «ارسال اطلاعات» درباره وضعیت خود هستند. مسئله اصلی این است که آیا سازمان توانایی شنیدن و تحلیل این سیگنال ها را دارد یا خیر.

دیجیتالی شدن (Digitalization)؛ فرصتی فراتر از مانیتورینگ

تحول دیجیتال، مفهوم مدیریت دارایی را وارد مرحله جدیدی کرده است. امروز دیگر فقط بحث نصب سنسور نیست. ترکیب فناوری‌ها مطابق با تصویر زیر است که در حال تغییر کامل مدل بهره‌برداری نیروگاه‌هاست.



امروزه در نیروگاه‌های پیشرو، پیش‌بینی افت عملکرد، تشخیص ناهنجاری‌ها، برآورد ریسک خرابی و ارائه توصیه‌های عملیاتی توسط سامانه‌های هوشمند انجام می‌شود؛ تحولی که مدیریت دارایی را از رویکردی سنتی به رویکردی داده‌محور و تحلیلی ارتقا داده است.

ISO ۵۵۰۰۰؛ نقطه عطف مدیریت دارایی

در پاسخ به همین چالش‌ها، مفهوم مدرن مدیریت دارایی در صنایع بزرگ دنیا شکل گرفت و در نهایت خانواده استاندارد ISO 55000 توسعه یافت. این استانداردها تلاش می‌کنند یک زبان مشترک برای چگونگی مدیریت دارایی ایجاد کنند که در تصویر زیر آورده شده است.



اهمیت ISO 55000 در این است که مدیریت دارایی را از سطح تعمیرات، به سطح راهبرد سازمانی ارتقاء می‌دهد. استاندارد ISO 55000 صرفاً یک استاندارد تعمیراتی نیست. این استاندارد درباره «سیستم تصمیم‌سازی سازمان» است. در این نگاه، دارایی فقط یک تجهیز نیست؛ بلکه بخشی از سیستم خلق ارزش سازمان است. در واقع، سازمان‌های پیشرو دنیا به این نتیجه رسیده‌اند که آینده صنعت انرژی نه فقط به فناوری تجهیزات، بلکه به کیفیت تصمیم‌گیری درباره دارایی‌ها وابسته است.

آینده متعلق به نیروگاه‌های «دارایی-محور» است

نیروگاه‌های آینده الزاماً آن‌هایی نیستند که جدیدترین یا تجهیزات گران‌تری دارند. برنده واقعی، نیروگاهی خواهد بود که مطابق با موارد بیان شده در تصویر زیر، عمر دارایی‌های خود را هوشمندانه مدیریت کند.



در سال‌های آینده، فاصله میان نیروگاه‌هایی که همچنان با منطق سنتی اداره می‌شوند و نیروگاه‌هایی که مدیریت دارایی را به صورت یک سیستم راهبردی پیاده‌سازی می‌کنند، به مراتب بیشتر خواهد شد. تحول واقعی زمانی رخ می‌دهد که نگاه سازمان از «تعمیر تجهیز» به «مدیریت ارزش دارایی» تغییر کند. شاید مهم‌ترین نکته این است که مدیریت دارایی، پیش از آنکه یک پروژه نرم‌افزاری یا مجموعه‌ای از سنسورها باشد، یک تغییر در طرز فکر سازمان است. اینکه نیروگاه‌ها دیگر فقط انرژی تولید نمی‌کنند؛ بلکه داده، دانش و تصمیم تولید می‌کنند.

جمع‌بندی

مدیریت دارایی فیزیکی پاسخی به پیچیده‌تر شدن صنعت برق است. در شرایطی که هزینه توقف‌ها افزایش یافته، تجهیزات در حال پیر شدن هستند، فشارهای اقتصادی بیشتر شده و قابلیت اطمینان شبکه به یک ضرورت حیاتی تبدیل شده است، دیگر نمی‌توان نیروگاه‌ها را تنها با رویکردهای سنتی نگهداری مدیریت کرد.

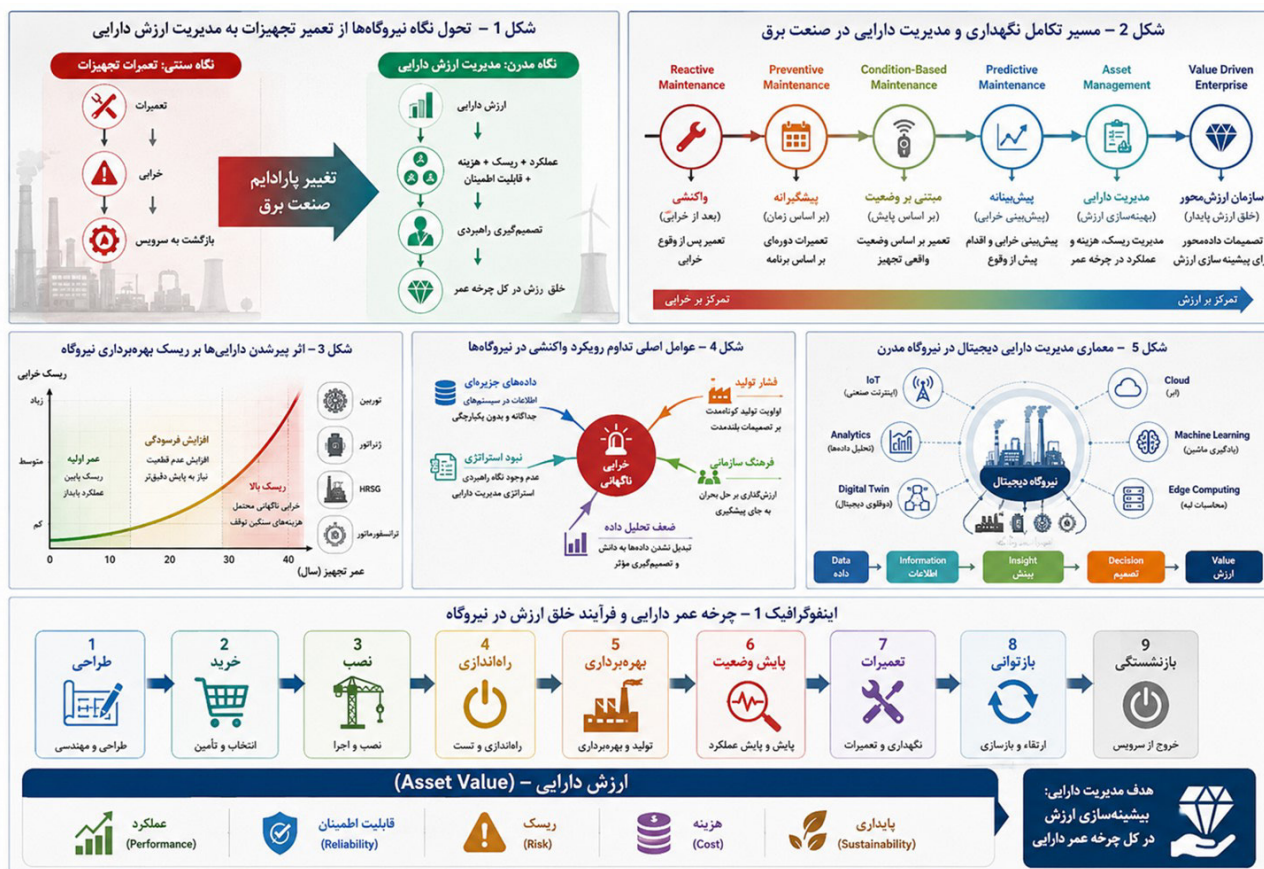
امروز مسئله اصلی این نیست که «چه تجهیز خراب شده است، بلکه این است که:

«چگونه باید درباره دارایی‌ها تصمیم گرفت تا بیشترین ارزش در طول عمر آن‌ها ایجاد شود؟»

این جمله دقیقاً نقطه‌ای است که مدیریت دارایی فیزیکی از یک مفهوم فنی، به یک ضرورت استراتژیک تبدیل می‌شود.

در شماره بعد:

در ادامه این مجموعه، خواهیم دید که چگونه استانداردهای بین‌المللی مانند ISO 55000، PAS 55 و چارچوب‌های مدرن مدیریت دارایی، ساختار تصمیم‌گیری نیروگاه‌های بزرگ دنیا را متحول کرده‌اند و چرا بسیاری از پروژه‌های مدیریت دارایی، با وجود سرمایه‌گذاری سنگین، به نتیجه مطلوب نمی‌رسند.





داستان یک نیروگاه پیشرو در تپش انرژی در اصفهان

ستون پایداری انرژی در قلب صنعت ایران

نیروگاه اصفهان (شرکت مدیریت تولید برق اصفهان) یکی از مجموعه‌های مهم و اثرگذار صنعت برق کشور است که در مسیر توسعه صنعتی اصفهان، نقش قابل توجهی در تأمین انرژی منطقه و پایداری شبکه برق ایفا کرده است. این نیروگاه در طول سال‌های فعالیت خود، از یک واحد تولید برق با سوخت‌های مایع و ساختار ابتدایی‌تر، به مجموعه‌ای پیشرفته‌تر با واحدهای توان بالاتر و سامانه‌های مدرن‌تر تبدیل شده است. مرور روند شکل‌گیری و توسعه آن، در واقع روایت بخشی از تاریخ صنعتی شدن اصفهان و حرکت تدریجی صنعت برق ایران به سوی بهره‌وری، توسعه و توجه به محیط زیست است.

واحد ۱۲۰ مگاواتی؛ قلب تپنده تولید انرژی

واحد ۱۲۰ مگاواتی این نیروگاه، از نظر فنی از مهم‌ترین بخش‌های آن به شمار می‌آید. بویلر این واحد ساخت شرکت - TOSI FRANCO ایتالیا است و ظرفیت آن به ۴۸۵ تن در ساعت می‌رسد. فشار طراحی بویلر ۱۴۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و دمای بخار خروجی آن ۵۴۲ درجه سانتی‌گراد است. همچنین دمای آب تغذیه بویلر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد ذکر شده است. این اعداد نشان می‌دهد که با یک سامانه حرارتی پیشرفته و با راندمان بالا روبه‌رو هستیم که برای تولید انرژی در مقیاس صنعتی طراحی شده است.

در این بویلر از انواع سوخت‌های مازوت، گاز طبیعی و ترکیب گاز و مازوت استفاده می‌شود. وجود ۱۶ مشعل مازوت، ۱۶ مشعل گازی، ۱۶ پیلوت و ۴ مشعل گازوئیلی نشان می‌دهد که سامانه احتراق این واحد برای شرایط مختلف بهره‌برداری طراحی

تحول در تأمین سوخت؛ از تانکرها خط لوله گاز

یکی از مهم‌ترین بخش‌های تاریخ این نیروگاه، تغییر در شیوه تأمین سوخت آن است. در سال‌های نخست، سوخت مایع از پالایشگاه اصفهان با تانکر به نیروگاه می‌رسید؛ روشی که علاوه بر دشواری‌های اجرایی، باعث ایجاد ترافیک و مشکلات حمل‌ونقل نیز می‌شد. برای حل این مسئله، سوخت به تدریج از طریق خط لوله داغ از پالایشگاه به نیروگاه منتقل شد. این تغییر، علاوه بر کاهش مشکلات لجستیکی، نشان‌دهنده حرکت مجموعه به سمت بهره‌برداری پایدارتر و منظم‌تر بود. در ادامه نیز با تقویت شبکه گازرسانی از ۱۲ اینچ به ۲۰ اینچ، امکان استفاده گسترده‌تر از گاز فراهم شد و طبق سند، مصرف گاز تا ۲۰۰ هزار مترمکعب در ساعت ممکن شد. در نهایت نیز با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، مصرف سوخت نیروگاه به طور کامل به گاز تبدیل شد؛ اقدامی که نشان‌دهنده توجه به کاهش آلاینده‌گی و حرکت در مسیر توسعه پاک‌تر است.

آنچه نیروگاه اصفهان را از بسیاری از مجموعه‌های مشابه متمایز می‌کند، تنها ظرفیت تولید برق آن نیست، بلکه مسیر تحول آن نیز اهمیت دارد. این نیروگاه در ابتدا با واحدهای قدیمی‌تر آغاز به کار کرد و سپس با افزودن واحدهای جدیدتر، دامنه توان تولیدی خود را گسترش داد. در اسناد فنی این مجموعه، به واحدهای ۳۷۰۵ مگاواتی قدیمی، یک واحد ۱۲۰ مگاواتی و همچنین واحدهای جدیدتر ۳۲۰ مگاواتی اشاره شده است. همین روند نشان می‌دهد که نیروگاه اصفهان طی سال‌ها، همگام با افزایش نیاز شهر و صنعت، خود را نوسازی و توسعه داده است.

شماره واحد	قدرت اسمی MW	زمان بهره برداری
واحد اول	۳۷/۵	۱۳۴۸
واحد دوم	۳۷/۵	۱۳۴۸
واحد سوم	۱۲۰	۱۳۵۳
واحد چهارم	۳۲۰	۱۳۵۹
واحد پنجم	۳۲۰	۱۳۶۷

سیستم خنک کن شامل هیدروژن با حداکثر فشار 2KG/cm^2 و تعداد ۴ عدد کولر خنک کن هیدروژن می باشد . تحریک ژنراتور بصورت استاتیکی بوده که تغذیه اولیه آن از باتریخانه و سپس از ترانس تحریک که از خروجی ژنراتور انشعاب گرفته انجام می گردد .

ژنراتور دارای حفاظت های الکتریکی زیر می باشد :

1- OVER CURRENT	2-OVERAIL DIFF
3-GEN.DIFFERENTIEL	4- REVERSE POWER
5-STATOR EARTH FAULT	6- OVER VOLTAGE
7- ROTOR EART FAULT	8- RESTRICT EART FAULT
9-FIELD FAILURE	10- NEGATIVE PHASE SEQUENCE

خروجی ژنراتور از طریق یک ترانس اصلی و بریکر 63 KV به باس 63KV نیروگاه متصل میگردد و جهت تأمین مصرف داخلی از یک ترانس کمکی با قدرت 12MVA و ولتاژ ۶ کیلو ولت استفاده میشود همچنین ژنراتور جهت آب بندی هیدروژن دارای سیستم سیل روغن است که این مجموعه دارای یک تانک خلأ، پمپ سیل AC و DC و یک پمپ وکیوم AC می باشد .

سامانه خنک کاری نیروگاه نیز بسیار قابل توجه است. طبق سند، سیستم خنک کننده واحد دارای دو بخش مدار باز و مدار بسته است. در مدار باز از آب نرم شده استفاده می شود و مدار بسته وظیفه خنک کاری بخش هایی مانند خنک کننده های هیدروژن ژنراتور، خنک کننده های روغن توربین، کندانسور و سایر خنک کننده های مدار بسته را بر عهده دارد. برج خنک کننده از نوع برجی با پنج سلول و مجهز به فن است مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین ۲ پمپ آب در گردش در سیستم دیده می شود. این ساختار، نشان دهنده توجه نیروگاه به پایداری دمایی و بهره وری تجهیزات است.

گامی به سوی انرژی پاک تر

از دیدگاه صنعتی و زیست محیطی، نیروگاه اصفهان نمونه ای از تحول تدریجی در صنعت انرژی کشور است. این مجموعه از روزهایی آغاز شد که سوخت با تانکر حمل می شد و اکنون به مرحله ای رسیده که مصرف گاز در آن محور اصلی است. چنین تغییری نه تنها بهره برداری را آسان تر کرده، بلکه به کاهش آلاینده گی و سازگاری بیشتر با محیط زیست نیز کمک کرده است. در واقع، داستان نیروگاه اصفهان فقط داستان تولید برق نیست؛ بلکه داستان انطباق، نو سازی و پاسخ به نیازهای زمانه است.

امروز اگر به این نیروگاه نگاه کنیم، آن را باید بخشی از شریان حیاتی شهر و صنعت اصفهان دانست. در پس ظاهر صنعتی و سازه های

شده است. ساختار بویلر از نوع درامی است و در آن از لوله های سوپرهیتر افقی و همچنین پیش گرم کن هوا و دو ژونگستروم از نوع افقی Ljungstrom استفاده شده است. هوای احتراق نیز توسط دو F.D.Fan با سرعت ثابت ۱۵۰۰ دور در دقیقه تأمین می شود. حجم کوره حدود ۱۰۰۰ مترمکعب و طول کانال خروجی حدود ۵۰ متر عنوان شده است. این مشخصات، تصویری روشن از ابعاد و پیچیدگی مهندسی این واحد ارائه می دهد.

توربین فرانکو توسی؛ تبدیل بخار به قدرت

در بخش توربین نیز نیروگاه اصفهان از تجهیزات با کیفیت و قابل اتکا بهره می برد. توربین این واحد ساخت شرکت Franco Tosi است و توان نامی آن ۱۵۰ هزار کیلوولت آمپر با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه است. شرایط معمول بخار ورودی شامل فشار ۱۲۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و دمای ۵۴۰ درجه سانتی گراد است. پره های توربین از نوع ضربه ای و عکس العملی هستند و این ترکیب باعث بهبود عملکرد تبدیل انرژی بخار به انرژی مکانیکی می شود.

سامانه های حفاظتی؛ تضمین ایمنی و پایداری

سامانه روغن کاری و کنترل توربین نیز با دقت طراحی شده است. پمپ اصلی روغن بر روی محور توربین نصب شده و فشار عادی روغن در شرایط بهره برداری ۲۷ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است. در زمان راه اندازی یا خاموش کردن، از پمپ کمکی AC استفاده می شود و در شرایط اضطراری نیز پمپ DC به صورت خودکار وارد مدار می شود. همچنین حفاظت های متعددی برای توربین در نظر گرفته شده است؛ از جمله حفاظت در برابر افزایش بیش از حد سرعت تا ۳۳۳۰ دور در دقیقه، کاهش شدید روغن کاری، افزایش دمای اگزوز، فرسودگی یاتاقان محوری و افت خلأ. وجود این سامانه های حفاظتی، ضریب اطمینان عملکرد واحد را بالا می برد.

ساختار الکتریکی و اتصال به شبکه سراسری

از منظر الکتریکی نیز نیروگاه اصفهان ساختاری منظم و حرفه ای دارد. سازنده ژنراتور کارخانه آنسالدو ایتالیا می باشد . مشخصات ژنراتور عبارتست :

قدرت اسمی = ۱۵۰۰۰۰ کیلوولت آمپر

ولتاژ خروجی = ۱۳۸۰۰ ولت

فرکانس = ۵۰ هرتز

ضریب قدرت = ۰/۸

دارد، هم تجربه، و هم مسیر توسعه را طی کرده است. این نیروگاه با ظرفیت‌های فنی قابل توجه، سامانه‌های ایمن و دقیق، و حرکت به سوی مصرف سوخت پاک‌تر، نمادی از پیوند میان صنعت، فناوری و مسئولیت زیست‌محیطی است. اگر بخواهیم از یک نمونه موفق در مسیر رشد نیروگاه‌های کشور نام ببریم، نیروگاه اصفهان بی‌تردید یکی از آن‌هاست؛ مجموعه‌ای که هنوز هم در قلب صنعت اصفهان می‌تپد و نقش خود را در روشن ماندن چراغ شهر و کارخانه‌ها ادامه می‌دهد.

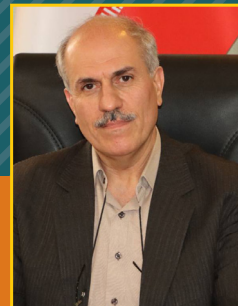
فولادی آن، شبکه‌ای از دانش فنی، تجربه عملی، نگهداری دقیق و برنامه‌ریزی بلندمدت نهفته است. نیروگاه اصفهان با اتکا به واحدهای قدیمی و جدید خود، همچنان یکی از بازیگران مهم در تأمین برق منطقه به شمار می‌رود و اهمیت آن با رشد مصرف انرژی در شهرهای بزرگ، بیش از گذشته احساس می‌شود.

***نیروگاهی در قلب صنعت اصفهان**

در نهایت، معرفی نیروگاه اصفهان یعنی معرفی مجموعه‌ای که هم سابقه



تکیه بر تخصص بومی؛ ستون پایه دار در قلب صنعت



مهندس آرش هاشمیان؛
مدیرعامل و رئیس هیئت مدیره نیروگاه اصفهان

، طراحی و ساخت قطعات و ارائه خدمات بهینه سازی در نیروگاه اصفهان، T، استفاده از تجارب و رهنمودهای همکاران بازنشسته و پیشکسوت نیروگاهی، علاوه بر کاهش هزینه‌ها، امنیت و پایداری واحدها و نیروگاه را در برابر تهدیدات بیمه کرده است. این افزایش توانمندی داخلی که منجر به کاهش وابستگی به پیمانکاران خارجی شده، به خودی خود کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش سرعت کار و مدیریت بهینه منابع را سبب شده است.

خطمشی و هدف نیروگاه اصفهان، تولید پایدار و بهینه انرژی الکتریکی، به ویژه در ایام پیک بار تابستان است که از طریق انجام تعمیرات های اساسی و دوره‌ای طبق برنامه زمان‌بندی محقق می‌شود. رمز موفقیت و خودکفایی نیروگاه اصفهان در پیشبرد این اهداف، در سایه حمایت و اعتماد تمام قد مدیریت و هیأت مدیره، همراه با همکاری، همدلی و انسجام تمامی همکاران خدوم در بخش‌های عملیاتی، پشتیبانی و ستادی نیروگاه اعم از تیم‌های بهره برداری، امورهای تعمیرات و نگهداری، گروه‌های فنی مهندسی، برنامه ریزی و نظارت، اداره ایمنی، امور بازرگانی، معاونت مالی و پشتیبانی، فناوری اطلاعات، ادارات خدمات و نقلیه، دفتر حراست و کلیه بخش‌های ستادی و پرسنلی می‌باشد.

هرگونه حادثه یا محدودیت در تولید، با تمام توان در صحنه حاضر شده و تلاش می‌کنند در کوتاه‌ترین زمان ممکن، محدودیت‌ها را رفع کرده و واحد را تحت نظارت و پایش همکاران امور بهره برداری به مدار تولید بازگردانند.

خودکفایی نیروگاه اصفهان در اجرای برنامه‌های سرویس و نگهداری، تعمیرات دوره‌ای و اساسی و بازیابی واحدها پس از خروج اضطراری، فراتر از یک شعار تبلیغاتی، بلکه به «استراتژی بقا صنعت برق» تبدیل شده است. شایان ذکر است که در سالیان گذشته، متخصصان این نیروگاه در قالب گروه‌های اجرایی، نظارتی و بهره بردار با ارائه خدمات کامیاب (راه‌اندازی)، به سایر نیروگاه‌های کشور نیز یاری رسانده‌اند. همچنین تأمین و بازسازی قطعات و تجهیزات نیروگاهی در چارچوب سیاست های درآمد زائی شرکت و تحت عنوان درآمدهای غیرعملیاتی، کلید خورده که در نوع خود از دیگر فعالیت‌های ارزشمند این مجموعه محسوب می‌شود.

با توجه به شرایط اقتصادی سال‌های اخیر و تحریم‌های ناعادلانه، بحران تأمین قطعات و عدم دسترسی به تجهیزات نوین، از چالش‌های اصلی صنایع به ویژه صنعت برق بوده است. در این میان، خودکفایی در تعمیرات، بازسازی تجهیزات معیوب، مهندسی معکوس، بومی‌سازی

یکی از افتخارات این نیروگاه با بیش از ۵۶ سال سابقه درخشان در صنعت برق، حفظ و نگهداری بهینه واحدهای تولیدی است. این مهم در سایه بهره‌مندی از نیروهای مجرب و متخصصان تعمیراتی حاصل شده که دانش و تجربیات خود را نسل به نسل منتقل کرده‌اند.

متخصصان و مهندسان نیروگاه اصفهان با تکیه بر دانش بومی و تجارب ارزشمند کسب شده، قادر به اجرای پیچیده‌ترین عملیات تعمیراتی و رفع نقص تجهیزات واحدها شده‌اند. این توانمندی، حاصل سال‌ها تجربه، آموزش‌های مستمر و حضور مقتدرانه در سخت‌ترین شرایط عملیاتی است؛ به گونه‌ای که تمامی مراحل بهره برداری، تعمیرات ها، سرویس و نگهداری تجهیزات، مطابق با دستورالعمل‌ها و استانداردهای روز دنیا و اصول ایمنی انجام می‌شود.

انجام به موقع تعمیرات مزایای متعددی از جمله کاهش هزینه‌های اضطراری، حفظ راندمان، کاهش مصرف سوخت، افزایش طول عمر تجهیزات و جلوگیری از خروج های ناخواسته واحدها را به همراه دارد. همچنین این اقدامات موجب افزایش ضریب آمادگی، پیشگیری از حوادث فاجعه‌بار، حفاظت از نیروی انسانی، کنترل آلاینده‌ها و رعایت مسائل زیست محیطی می‌گردد. تیم‌های عملیاتی و گروه‌های تعمیراتی از لحظه وقوع

نسرین اصل شهریور

Smarter Shutdowns: The New Science Behind Thermal Power Plant Overhauls

The question facing thermal plant operators today is no longer whether to overhaul — but how to do it faster, smarter, and with less revenue lost to downtime. Across the United States, Europe, and Japan, the traditional time-based overhaul cycle is giving way to condition-based scheduling, where digital twin models simulate component wear in real time and define the precise scope of each outage — eliminating unnecessary work while ensuring nothing critical is missed.

In practice, this shift is already reshaping how major outages are executed. Mitsubishi Power and Mitsubishi Electric completed functional testing of a next-generation gas turbine control system in December 2025, with commercial deployment targeted for fiscal year 2026 — a system engineered to enable faster load response and tighter fuel control during and between overhaul cycles. On the services side, GE Vernova's long-term service agreements now bundle predictive analytics, parts availability, and performance guarantees into a single contractual frame-

work — shifting maintenance accountability from plant operators to the OEM and driving measurable improvements in fleet availability.

Perhaps the most visible transformation is happening inside the plant itself. Crawler robots, aerial drones, and tethered inspection platforms now enter boiler interiors, confined spaces, and cooling towers that crews cannot safely access — streaming visual, thermal, and ultrasonic data directly into maintenance systems before degradation becomes downtime.

The impact on outage duration is significant: only around 35% of a typical boiler's internal surface is reachable by inspection crews without scaffolding, meaning that without robotic assistance, 65% of degradation risk goes unseen between planned outages.

By deploying these systems during scheduled overhaul windows, leading operators are compressing inspection timelines while achieving coverage that manual methods never could.





Payam-e Tolid-e Bargh

27
28



اصناف پیشران تحول و توسعه
در صنعت تولید برق ایران