



مناسب جنوب غرب کشور، می‌توانند تا حدود ۳۰۰۰ مگاوات توسعه یابند؛ اما اگر شبکه‌های به‌هم‌پیوسته کشور به‌اندازه کافی تقویت نشوند، ذخیره‌سازها نیز باید به‌صورت پراکنده در مناطقی مانند خراسان، آذربایجان و دیگر نقاط متناسب با توسعه تجدیدپذیرها ایجاد شوند.

مدل اقتصادی پیشنهادی برای نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای این است که برق تولیدی آن‌ها با نرخ تابلوی سبز خریداری شود و برق مورد نیاز برای پمپاژ با قیمتی نزدیک به رایگان در اختیارشان قرار گیرد. البته از نگاه او ممکن است این مشوق به‌تنهایی کافی نباشد و برای ایجاد یک مدل اقتصادی جذاب، به پیشنهادهای تکمیلی بخش خصوصی نیاز باشد.

❖ **نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای سیاه‌بیشه از ارزشمندترین ابزارهای مرکز کنترل شبکه** رجبی‌مشهدی از نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای سیاه‌بیشه به‌عنوان یکی از ارزشمندترین ابزارهای مرکز کنترل شبکه یاد می‌کند. این نیروگاه می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان، تولید خود را به حداکثر یا حداقل برساند و تغییرات و عدم قطعیت‌های شبکه را جبران کند.

او می‌گوید شاید در زمان احداث نیروگاه سیاه‌بیشه، اهمیت امروز این نیروگاه به‌طور کامل قابل پیش‌بینی نبود و پرسش‌ها و مقاومت‌هایی درباره فلسفه و ضرورت اجرای آن وجود داشت؛ اما اکنون بهره‌بردار شبکه به‌خوبی ارزش انعطاف‌پذیری این نیروگاه را درک می‌کند.

در کنار نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای‌ها، باتری‌ها و ذخیره‌سازهای الکتریکی نیز به‌عنوان گزینه مکمل مطرح‌اند؛ نخستین نقاط مناسب

در صورت بروز محدودیت شدید شبکه، ممکن است برق یک واحد صنعتی قطع شود تا پایداری شبکه حفظ شود. او از این بحث به دو نتیجه می‌رسد؛ نخست اینکه بهره‌برداری و کنترل شبکه باید منعطف‌تر شود و دوم اینکه نیروگاه‌های تجدیدپذیر در ابتدای مسیر فعالیت، باید فرصت و مهلت لازم برای تکمیل الزامات اتصال را داشته باشند.

❖ **با افزایش سهم تجدیدپذیرها، ذخیره‌سازی برق از الزامات اصلی شبکه می‌شود**

با افزایش سهم تجدیدپذیرها، ذخیره‌سازی برق به یکی از الزامات اصلی شبکه تبدیل می‌شود. رجبی‌مشهدی معتقد است در مراحل اولیه توسعه می‌توان بخشی از نوسانات تولید را از طریق هماهنگی با نیروگاه‌های حرارتی مدیریت کرد؛ اما در مراحل سوم و چهارم نفوذ تجدیدپذیرها، روش‌های فعلی به‌تنهایی کافی نخواهند بود.

در آن مرحله، سه مسیر اصلی پیش روی صنعت برق قرار دارد؛ تقویت گسترده شبکه انتقال، ورود ذخیره‌سازها و اجرای برنامه‌های دقیق‌تر برای انعطاف‌پذیری بار و مصرف‌کنندگان، از جمله هوشمندسازی شبکه.

در حال حاضر، بخشی از ظرفیت ذخیره‌ای موجود برای پاسخ‌گویی به نیاز شبکه در ساعات اوج مصرف مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعاتی نیز برای استفاده از ظرفیت سدهای آزاد و رودبار به‌عنوان نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای در دست انجام است.

به باور رجبی‌مشهدی، ظرفیت نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای مدنظر، با توجه به موقعیت‌های

دلیل تکمیل نشدن برخی شرایط اتصال، از مدار بهره‌برداری خارج بماند.

در ادبیات فنی، اتصال‌ها با مفاهیم «Firm» و «Non-firm» شناخته می‌شوند که می‌توان آن‌ها را اتصال قطعی و غیرقطعی یا دائم و غیردائم دانست.

برای توضیح این مدل، او به واحدهای صنعتی اشاره می‌کند؛ ممکن است یک واحد فولادی اعلام کند دو یا سه مورد از الزاماتی را که برای اتصال تعیین شده، هنوز تکمیل نکرده است؛ اما برای ادامه فعالیت به برق نیاز دارد. در چنین وضعیتی، می‌توان اتصال موقت برقرار کرد و به واحد صنعتی مهلت داد تا تعهدات باقی‌مانده را انجام دهد. اجرای این تعهدات نیز در طول دوره موقت از طریق کنترل پروژه پیگیری می‌شود.

به اعتقاد معاون وزیر نیرو، همین منطق می‌تواند درباره برخی نیروگاه‌های تجدیدپذیر نیز به کار گرفته شود. ممکن است نیروگاه آماده بهره‌برداری باشد، اما شبکه یا پست مورد نیاز برای اتصال کامل نشده باشد؛ در این حالت می‌توان با ایجاد آرایش‌های موقت ورود و خروج، نیروگاه را متصل کرد.

او حتی کاهش چندساعته تولید واحدهای گازی و بخار را برای ورود حداکثری برق تجدیدپذیر به شبکه قابل بررسی می‌داند. اگر شرایط شبکه به‌گونه‌ای شود که امکان ادامه این وضعیت وجود نداشته باشد، می‌توان تولید نیروگاه تجدیدپذیر را محدود کرد؛ اقدامی که در ادبیات صنعت برق «Curtailment» یا محدودسازی تولید نامیده می‌شود.

رجبی‌مشهدی یادآور می‌شود که محدودسازی فقط برای تولیدکنندگان نیست و اکنون نیز