**آمادگی سیستم‌های برق جهان برای مقابله با تهدیدات رو به رشد تغییرات اقلیمی**

**مهندس سعید فتوره‌چیان، پژوهشگر حوزه انرژی**

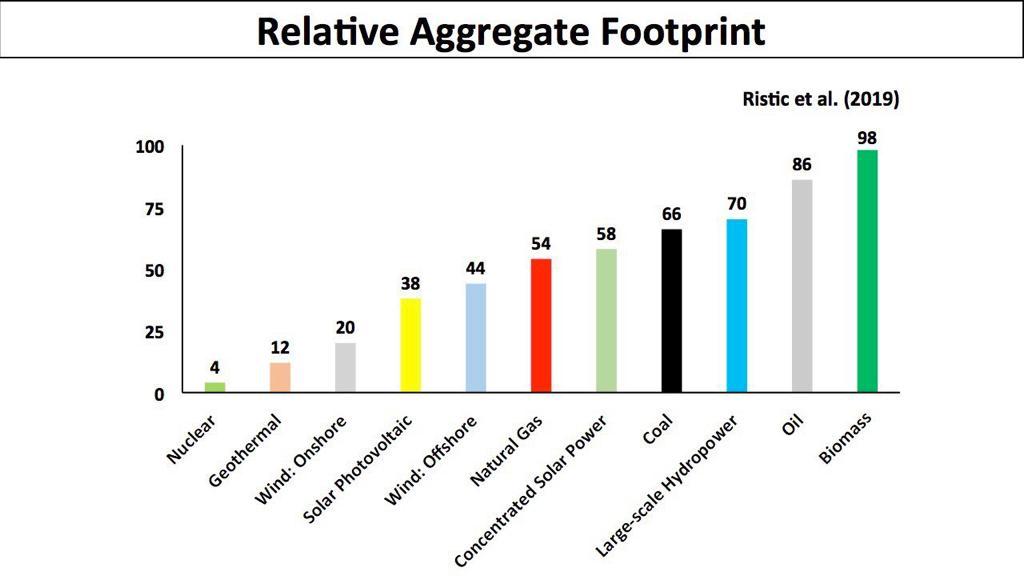
**گفتار نخست:**

امروزه انرژي، موتور محركه اقتصاد و توليد ملي است و اکثریت دانشمندان میزان و چگونگی دستیابی به آن را در تعيين جايگاه كشورها در نظام كنوني جهان مؤثر می‌دانند. انرژي در دنياي امروز یک عامل حياتي است كه نقش اساسي در توليد دارد، نيازهاي اوليه انسانی و خدماتي همچون گرمايش، سرمايش، روشنايي و حمل­و­نقل را برآورده می‌كند، افزون بر آن، باعث ايجاد اشتغال، افزايش درآمدهاي ناشي از مبادلات تجاري، تعاملات گسترده اقتصادي و سياسي می‌شود. نکته مهم آن است که تقاضاي انرژي در سال­هاي اخير رشد فزاينده‌اي داشته و انرژي الكتريكي به عنوان یکی از انواع انرژي، بيشترين رشد مصرف را داشته است. از انواع انرژی­های موجود، برق مهم­ترين نوع انرژي در جوامع امروزی است كه كاربرد آن روزبه­روز به‌منظور ارتقای سطح زندگی جوامع، امکان انتقال سریع و مصرف آسان آن، عدم ایجاد آلودگی در محل مصرف و سهولت تغییر به گونه‌های دیگر انرژی از دلایل اقبال مردم به این انرژی است.

بررسی آمارهای جهانی نشان‌دهنده بيشترين رشد مصرف برق طي 4۵ ساله گذشته است، به­طوری ‌که مصرف از حدود 5000 تراوات‌ساعت در سال 1971 به 25000 تراوات‌ساعت در سال 201۶ رسيده است. حرکت سریع جهان به سمت برقی‌شدن و دیجیتالی‌شدن از عواملی است که بر افزایش مصرف برق تأثیر مستقیم گذاشته است. برخلاف گذشته برق تنها وسیلة روشنایی و منحصر به منازل نيست، بلكه یک عامل زیربنایی برای توسعه اقتصادی بوده و همانند خون در شریان حیات صنایع و اقتصاد هر کشور عمل می‌کند و به جرأت می‌توان گفت که مغز تمدن مدرن بشر با برق کار می‌کند.رشد سریع جمعیت، تنوع مصرف و برنامه کشورها برای رسیدن به سطح بالاتری از استانداردهای زندگي نیز رشد تقاضا را تشدید کرده است. امروزه، برای تأمین تقاضای برق، هزاران نيروگاه در سراسر جهان در حال کار هستند و به تعداد زیادی از انواع جدید آن در طول دهه‌هاي پيش‌رو نياز خواهد بود. به­رغم توسعه روش­ها و فناوری‌های مختلف برای تولید انرژی، از گذشته تا امروز اصلي‌‏ترين منبع تأمين انرژي در جهان هنوز سوخت‌هاي فسيلي هستند که در مورد تولید برق نیز با 80 درصد سهم منابع فسیلی این موضوع صادق است. ناكافي و آلاینده‌ بودن منابع فسيلي و نیز رو به اتمام‌بودن آن سبب شده جهان ناگزير شود فناوری­ها و منابع دیگری را برای تأمین برق توسعه دهد. نیروگا‌ه‌های موجود از منابع فسیلی، سوخت هسته‌ای، ذخایر آبی و منابع تجدید‌پذیر (خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی) برای تولید برق استفاده می‌‌کنند. هر کدام از روش‌هاي توليد برق نقاط قوت و ضعف خود را دارند. آنچه به­عنوان یک رویکرد بهینه برای آيندة توليد برق در کشورهای مختلف مطرح می‌شود، داشتن طيفي از انتخاب‌هاي مختلف است. به عبارت دیگر راه‌حل مناسب، داشتن سبدی متنوع از انواع منابع و فناوری­ها برای تولید برق است. برای نمونه، درست است دسترسی آسان و فناوری مرسوم از مزیت­های نیروگاه‌های فسیلی است؛ ولی انتشار حجم زیادی از آلاینده‌های زیست‌محیطی و اثرات شدید آن بر گر‌م‌شدن کره زمین را می‌توان از معایب عمده آنها برشمرد. مزیت اصلی سایر روش­ها مانند تجدیدپذیرها و انرژی هسته‌ای عدم انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی است که به همین دلیل به آنها منابع انرژی پاک نیز گفته می‌شود، می‌توان به معایبی مانند هزینه‌بر بودن احداث نیروگاه‌های هسته‌ای، نیاز شدید به منابع آبی در نیروگاه‌های برق‌آبی و متأثر بودن تولید برق از شرایط جوی در تجدیدپذیرها نیز اشاره نمود. به­طور کلی چرخه تولید انرژی اثرات متعدد و مخربی بر طبیعت می‌گذارد که از میان این اثرات می‌توان به تولید گازهای گلخانه‌ای (منجر به گرمایش زمین)، مصرف و آلوده کردن آب و همچنین تخریب زمین و زیست‌بوم اشاره کرد.

در مطالعاتی که به­تازگی در کشورهای اتحادیه اروپا با استفاده از مفهوم ردپای نسبی[[1]](#footnote-1) (RAF) بر روی عملکرد یازده نوع فناوری تولید برق از نظر هزینه، انتشار کربن، برداشت آب و در دسترس‌بودن زمین (ردپای کربن، ردپای آب، ردپای اکولوژیک-زمین) انجام شده، نشان می‌دهد که به ترتیب انرژی هسته‌ای، زمین گرمایی و باد خشکی کمترین میزان شاخصRAF را دارند.

مطالب بیان‌شده، نشان می‌دهد بشر برای ادامه حیات نیاز به انرژی به­ویژه انرژی الکتریکی دارد؛ ازاین‌رو، برای تأمین آن وابستگی شدیدی به منابع فسیلی دارد که محدود بوده، پایان‌پذیر است و همچنین آلوده‌کننده محیط‌زیست، آن هم در شرایطی که جهان به تولید برق با انتشار کربن کمتر نیاز دارد. دستیابی به نرخ کمتر انتشار کربن هماهنگ با توافقنامه پاریس، یک چالش بزرگ است که علاوه بر نیاز به افزایش بهره‌وری در فناوری‌های موجود، سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های مربوط به منابع کم‌کربن را نیز لازم دارد. این پاسخ به چرایی توجه انسان امروزی برای یافتن فناوری‌های بهتر برای تأمین انرژی است که انتظار می‌رود به همراه انرژی‌های تجدیدپذیر به نقش خود به عنوان یک منبع جایگزین ادامه داده و انرژی هسته‌ای نیز بتواند نقش خود را به عنوان بزرگ‌ترین منبع تولید برق کم‌کربن ایفا کند.



**میزان** RAF

مقایسه شاخص ردپای نسبی (RAF) در انرژیهای مختلف

به­طور معمول کشورهای مختلف براساس چشم‌انداز و برآورد نیازها، اهداف بلندمدت توسعه، شرایط زیست‌محیطی، توانمندی‌های تکنولوژیکی، مالی، انسانی، منابع انرژی در اختیار و هزینه تمام‌شده تولید، سیاست­های انرژی خود را تدوین و اجرا می­کنند؛ ولی آنچه در اکثر سیاست­گذاری­های کلان مشهود است، توجه ویژه به موضوع تنوع بخشی به منابع تأمین انرژی با هدف ارتقای امنیت و تاب‌آوری سیستم انرژی و تولید انرژی پاک به معنی عاری‌بودن از آلودگی­های زیست‌محیطی در فرآیند تولید است. بی‌توجهی به این نکات امروزه از هیچ کشوری پذیرفته نیست به­گونه‌ای که حتی کشورهای با دسترسی بالا به یک منبع انرژی (سوخت­های فسیلی) در تفکر تغییر رویکردهای خود هستند.

اتفاقات مهمی مانند افزایش گرمای زمین حاصل از انتشار آلاینده‌های زیست محیطی، خشکسالی‌های شدید در مناطق مختلف جهان و حوادث دیگر مانند سیل‌های ویرانگر، حاصل تغییرات شدید اقلیمی هستند. از سوی دیگر رشد سریع مصرف برق، توجه بسیاری از کشورها را به انتخاب سیستم‌های مناسب انرژی الکتریکی (از تولید تا انتقال، توزیع و مصرف) و مقاوم کردن آنها در مقابل این تغییرات، معطوف کرده است. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) به­دلیل مأموریت و وظایف خود همواره به عنوان راهنما برای کشورها در دستیابی به سیاست­های یکپارچه برای مقابله با تغییرات اقلیمی و پیگیری اقدامات برنامه‌ریزی شده در این­باره عمل می­کند. مدیر اجرایی آژانس بین‌المللی انرژی (فاتح بیرول) در جدیدترین اظهارات خود[[2]](#footnote-2) نکات مهمی را در این خصوص بیان کرده و با توجه به اینکه عنوان این متن از اظهارات وی الهام گرفته شده، در ادامه خلاصه‌ای از دیدگاه‌های آژانس نیز آورده شده است.

**حوادث و اتفاقات شدید اقلیمی اخیر در سراسر جهان، خطرات تأمین امن انرژی که تغییرات اقلیمی به همراه دارد را بارزتر می‌کند.**

کمتر از یک ماه است که تابستان در نیمکره شمالی آغاز شده است و در حال حاضر ما شاهد سیستم‌های الکتریکی - در سراسر جهان - هستیم که در تلاش هستند با فشارهای شدید ناشی از امواج گرما و بارندگی کم مقابله کنند. این چالش‌ها نیاز فوری به تدوین سیاست‌ها و انجام سرمایه‌گذاری‌های بیشتر و برنامه‌ریزی شده را برای بهبود امنیت سیستم‌های الکتریکی مشخص‌تر می‌کند، سیستم‌هایی که برق خانه‌ها، دفاتر، کارخانه‌ها، بیمارستان‌ها، مدارس و سایر بخش­های اساسی اقتصاد و جوامع ما را تأمین می‌کنند. این بدان معنی است که سیستم‌های الکتریکی باید در برابر اثرات گرم شدن کره زمین تاب‌آورتر شوند - همچنین کارآیی بیشتری داشته باشند -. طی چند سال اخیر طیف وسیعی از کشورها از جمله آمریکا، کانادا و عراق به شدت در معرض گرمای شدید هوا قرار گرفته‌اند. از جمله در آمریکای شمالی، گرما به اوج خود رسیده است. یک نهاد کلیدی ناظر برق اعلام کرده که پنج منطقه ایالات‌متحده در تابستان امسال با خطر بالایی برای تأمین امن برق مواجه هستند - سطح خطر ایالت کالیفرنیا حتی بیشتر است-.

امواج گرما به چندین روش سیستم‌های الکتریکی را تحت فشار قرار می‌دهد. درواقع، با افزایش استفاده از خنک‌سازها - تهویه مطبوع‌ها- و همچنین برخی از لوازم خانگی برای حفظ دمای خنک مجبور به کار بیشتری هستند و این تقاضای برق را افزایش می‌دهد. در عین حال‌، دمای بالاتر سبب کاهش کارایی و ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی مرسوم ‌شده و منابع تأمین برق را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گرمای شدید می‌تواند اثر منفی بر در دسترس بودن آب برای خنک‌سازی نیروگاه‌ها و یا حمل­ونقل سوخت داشته باشد و بازده نیروگاه‌ها را کاهش دهد. در بعضی موارد نیز ممکن است به خاموش شدن نیروگاه‌ها منجر شده و احتمال قطع شدن برق را افزایش دهد. اگر موج گرما در یک منطقه جغرافیایی وسیعی رخ دهد، این امر امکان استفاده از ظرفیت اضافی همسایگان را نیز کاهش می‌دهد، زیرا آنها مجبورند منابع موجود خود را برای تأمین تقاضای کشور خودشان اختصاص دهند.

از طرفی، موج گرمای اخیر در تگزاس، مسئول شبکه برق را مجبور کرد تا از مشترکان بخواهد دمای ترموستات‌های خود را برای صرفه‌جویی در انرژی بالا ببرند. شرکت­های تولیدکننده برق با ارقام بسیار بالاتر از حد انتظار دچار خسارت شدند؛ یادآور می‌شود وقوع سرمای شدید در فوریه، سبب قطع گاز طبیعی عمدتاً در نیروگاه‌های گازی شد به­طوری که تا پنج میلیون مشترک در سراسر ایالات‌متحده به مدت چهار روز بدون برق بودند. در همین زمان، بارندگی کمتر از حد متوسط ​​و شرایط خشکسالی باعث افزایش نگرانی در مورد تولید برق در مناطق مختلف جهان، از جمله برزیل، چین، هند و آمریکای ‌شمالی شده است. خطراتی که تغییرات اقلیم به صورت خشکسالی به همراه دارد، به چالش‌های پیش‌روی نیروگاه‌های برق‌آبی – یکی از منابع اصلی برق پاک در جهان- افزوده است. این امر اهمیت توجه به توسعه پایدار منابع برق‌آبی را برای مقاومت در برابر تغییر اقلیم مشخص­تر می‌کند.

اخیراً موج‌های گرما و خشکسالی‌های غیرمعمول طولانی‌مدت، هشدارهای تازه‌ای در مورد گرم شدن ادامه‌دار هوا در آینده می­دهد. گرم شدن هوا و افزایش نرخ حوادث شدید اقلیمی، باعث ایجاد فشارهای بیشتر بر زیرساخت­های انرژی خواهد شد. امواج گرما ضمن اثر منفی بر تولید برق، چالش تأمین تقاضای برق را نیز افزایش می‌دهد. امروزه، میزان انرژی مورد استفاده برای خنک‌سازی فضاها - مانند خانه‌ها، مغازه‌ها، ادارات و کارخانه‌ها – سبب انتشار حدود 1 میلیارد تن CO2 در جهان است. به­طور ویژه، انرژی مورد استفاده برای خنک‌سازی تأثیر عمده‌ای بر دوره‌های اوج (پیک) تقاضای برق داشته و باعث فشار مضاعف بر سیستم می‌شود. براساس برآوردها، تقاضای انرژی برای استفاده در تهویه مطبوع در سراسر جهان تا سال 2050 می‌تواند سه برابر شود، این موضوع، فشارها را بر روی سیستم‌های انرژی افزایش می‌دهد، مگر اینکه دولت­ها اقدامات سیاستی را برای بهبود بهره‌وری انرژی در تجهیزات خنک‌کننده و تأسیسات تهویه مطبوع اعمال کنند.

**امنیت برق برای تغییر و اصلاح منابع انرژی بسیار مهم است.**

بسیاری از کشورهای جهان اهداف بلندپروازانه‌ای را برای رسیدن به میزان انتشار خالص صفر تا اواسط قرن تعیین کرده‌اند و در تلاشند تا منابع انرژی پاک خود را افزایش دهند. نقشه راه جهانی IEA - تا سال 2050 - برای رسیدن به انتشار خالص صفر (Net Zero Emissions) روشن می‌کند که دستیابی به این هدف کلان نیاز به برق بسیار و پاک‌تر دارد که در بخش‌های بیشتری از اقتصاد جهان نسبت به امروز استفاده خواهد شد. این بدان معنی است که وابستگی به برق در بخش‌هایی مانند حمل­ونقل، ساختمان­ها و صنعت افزایش می‌یابد. با گسترش نقش برق پاک در اقتصاد و کاهش نقش سوخت‌های فسیلی، تأمین امنیت برق از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. به همین دلیل است که سیاست­های دولت­ها در اولویت‌دادن به تاب‌آوری بخش برق باید از سطح اهمیت بالایی برخوردار باشد. تغییر الگوهای آب و هوایی و رویدادهای شدید و مکرر این حوزه، می‌تواند استفاده از انواع منابع تولید برق را تحت تأثیر قرار دهد. منابع برق‌آبی به طور معمول در شرایط گرم و خشک با مشکل مواجه می‌شوند، اما نیروگاه‌های هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی در همین شرایط می‌توانند تاب‌آوری بیشتری نسبت به منابع دیگر انرژی - خوررشیدی و بادی که تولید آنها با توجه به آب و هوا و زمان، روز یا سال متفاوت است – داشته باشند.

از آنجا که دولت‌ها برای کاهش تولید کربن توسعه سیستم‌های خورشیدی و بادی را دنبال می‌کنند، باید اطمینان حاصل کنند که از تنوع و تاب‌آوری کافی برای تأمین مطمئن برق در رخدادهای اقلیمی برخوردار هستند. این یعنی، احتمال از کار افتادن نیروگاه­های تولید برق در تغییرات اقلیمی باید به­طور دقیق ارزیابی شوند.

**تضمین امنیت برق به برنامه‌ریزی بلندمدت، سیاست­های اجرایی قوی و سرمایه‌گذاری بیشتر نیاز دارد .**

آژانس بین‌الملی انرژی متعهد است که به دولتها در تلاش برای ساختن آینده‌ای براساس انرژی‌های پاک و مطمئن و همچنین تصمیم‌گیری‌های آگاهانه کمک کند. با توجه به این مأموریت، هفت راهکار اصلی برای اطمینان از مقاوم‌بودن و تاب‌آوری سیستم‌های برق در برابر خطرات تغییر اقلیم برای کمک به کشورها به شرح زیر بیان می‌شود:

1. **ضرورت سرمایه‌گذاری در شبکه‌های انتقال و توزیع برق برای مقاومت بیشتر آنها در برابر تغییرات اقلیمی شدید.** در اقتصادهای در حال ظهور و توسعه، هزینه‌های جاری بسیار کمتر از سرمایه مورد نیاز برای توسعه سیستم‌های انرژی پاک‌تر، به­ویژه الکتریسیته است. برنامه‌های بهبود اقتصادی پس از بحران کووید-19 فرصت‌های طلایی را برای اقتصادهایی فراهم می‌کند که منابع لازم برای سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های شبکه را دارند، اما تلاش‌های بین‌المللی بیشتری برای بسیج و هدایت سرمایه‌های لازم در اقتصادهای درحال ظهور و توسعه مورد نیاز است.
2. **کارایی تجهیزات خنک‌کننده را بهبود ببخشید.** در حال حاضر در اکثر بازارها، فناورهای مقرون به صرفه‌ای برای دو یا سه برابر کردن (یا شدن) کارآیی تجهیزات خنک‌کننده وجود دارد. سرمایه‌گذاری برای بهره‌وری بالاتر می‌تواند تقاضای انرژی در آینده را به نصف کاهش دهد و هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی را تا 3 تریلیون دلار بین سال­های فعلی و 2050 کاهش دهد. در اجلاس COP26، طرح استقرار تجهیزات و لوازم خانگی فوق‌العاده کارآمد (SEAD) کشورها را تشویق می‌کند تا بهره‌وری انرژی تجهیزات فروخته‌شده در کشورهایشان را تا سال 2030 دو برابر کنند.
3. **رشد منابع انعطاف‌پذیر کم‌کربن را برای پشتیبانی بیشتر از انرژی خورشیدی و بادی فعال کنید.** این منابع شامل تولید برق از نیروگاه‌های برق‌آبی و هسته‌ای در کشورهایی است که در سیستم انرژی خود نقشی برای یکی یا هر دو آنها در نظر گرفته‌اند. حصول اطمینان از تاب‌آوری نیروگاه‌های برق­آبی در آب و هوای گرم، به روش­ها و ابزارهای پیچیده‌ای نیاز دارد - از جمله مواردی که در برزیل اجرا شده است - برای محاسبه سطح لازم ذخایر، بهینه‌سازی مدیریت مخازن و تولید برق‌آبی حتی در شرایط استثنایی. باتری‌ها و سایر اشکال ذخیره‌سازی، همراه با خورشیدی یا بادی می‌توانند با ذخیره انرژی و آزادسازی آن در صورت لزوم، تاب‌آوری مناسبی را فراهم کنند.
4. **سایر منابع انرژی را برای انعطاف‌پذیری سیستم برق افزایش دهید.** در این زمینه فناوری‌های دیجیتالی می‌توانند نقش مهمی داشته باشند. آژانس بین‌الملی انرژی تخمین می‌زند در حال حاضر فقط بخش کوچکی از پتانسیل عظیم پاسخگویی به تقاضا، در بخش ساختمان­ها مورد استفاده قرار گرفته است. سیاست‌های جدید، که دیجیتالی‌کردن و انگیزه‌های مالی را بهم پیوند می‌دهد می‌تواند انعطاف‌پذیری بیشتری را ایجاد کند. اتصال و ارتباطات منطقه‌ای سیستم‌های الکتریکی در مرزهای ملی نیز می‌تواند دسترسی به منابع دیگر را افزایش دهد.
5. **تسریع در توسعه و استقرار فناوری‌های جدید برای مدیریت تهدیدات شدید آب و هوایی.** قابلیت‌های شرکت‌های برق باید با استفاده از آخرین فن­آوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی برای پیش‌بینی وضعیت آینده افزایش یابد.
6. **تاب‌آوری در برابر تغییرات اقلیمی را به عنوان بخش اصلی در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی سیستم قرار دهید.** ماهیت به­هم پیوسته حوادث شدید اقلیمی اخیر یادآوری می‌کنند که هنگام برنامه‌ریزی برای سیستم­های تاب‌آور انرژی، باید شرایط احتمالی زیادی در نظر گرفته شوند. این موضوع باید در سیاست‌گذاری دولت‌ها و برنامه‌ریزی سیستم برق توسط تأسیسات و صنایع مربوطه نیز مد نظر باشد. طبق گزارش اخیر آژانس بین‌المللی انرژی در مورد تاب‌آوری در برابر اقلیم - در ماه آوریل منتشر شد – و ماهیت متحول امنیت برق، فقط 9 کشور از 38 کشور عضو این آژانس، اقدامات مشخصی در مورد سازگاری با آب و هوا را برای هر بخش از سیستم‌های برق انجام دادند. برای کمک به رفع این مشکل، آژانس بین‌المللی انرژی شاخص سیاست تاب‌آوری اقلیمی را راه‌اندازی کرده است، تا بتواند با مقایسه سطح خطرات اقلیمی در یک کشور، آمادگی سیاست­های آنها را در مواجه با این تغییرات ارزیابی کرده و انتخاب آنها را به عنوان سیاست‌های اصلی ملی پیگیری کند.
7. **تقویت همکاری بین­المللی در مورد امنیت برق**. برق زیربنای خدمات حیاتی و نیازهای اساسی مانند سیستم‌های بهداشتی، سلامت، منابع آب و سایر صنایع انرژی است. بنابراین حفظ منبع برق مطمئن از اهمیت بالایی برخوردار است. هزینه‌های عدم انجام کارهای ضروری در برابر تهدیدهای رو به رشد اقلیمی کاملاً واضح است. آژانس بین‌الملی انرژی با همکاری تمام کشورهای جهان، گردآوری و به‌اشتراک‌گذاری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آنها و ارائه مشورت­های لازم برای تدوین سیاست‌های منطبق با هر کشور را در مورد امنیت برق انجام می‌دهد. همچنین دولت‌ها را در سطوح مختلف گردهم آورده و تجربیات جهانی و بهترین روش‌های مقابله را به اشتراک می‌گذارد تا مسیرهای حرکت به سمت سیستم‌های پاک‌تر و تاب‌آورتر انرژی را شناسایی و اجرایی کنند.

**جمع‌بندی:**

نظرات مدیر اجرایی آژانس بین‌المللی انرژی، بیانگر این موضوع است که کشورهای بسیاری با موضوع تغییر اقلیم و تبعات ناشی از آن مواجه هستند. بررسی وضعیت سیستم انرژی و به­ویژه برق کشورمان نشان می‌دهد ایران نیز با تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر سیستم انرژی الکتریکی خود – شاید به­مراتب بیشتر از بسیاری از کشورها- مواجه است. بررسی رخدادهای سال گذشته و اوایل امسال ضمن تأیید این امر، ضرورت توجه به مطالب مطرح شده از سوی آژانس بین‌المللی انرژی را در سطح ملی چند برابر می­کند. نکته مهم آن است که عوامل اعلام شده توسط وزارت نیرو یعنی گرمای هوا، خشکسالی و رشد غیرمتعارف مصرف برق همانند موارد بیان شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی است. اگر از منظر تاب‌آوری سیستم انرژی الکتریکی کشور (شامل تولید، انتقال، توزیع و مصرف) را در مقابل تغییرات اقلیمی ارزیابی کنیم، نتایج امیدوارکننده‌ نخواهد بود. دلایل این امر را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

* در حال حاضر حدود 95 درصد برق کشور از منابع سوخت فسیلی (گاز طبیعی و سوخت­های مایع) در نیروگاه‌های حرارتی تولید می‌شود، عدم وجود تنوع در سبد انرژی کشور و وابستگی شدید به منابع فسیلی، علاوه بر انتشار مستمر آلاینده‌های زیست محیطی (به عنوان عامل اصلی گرمایش زمین و تغییر اقلیم) امنیت تأمین برق را به عنوان یک عامل اصلی در امنیت کشور با خطر جدی مواجه کرده که اثرات آن را در زمستان سال گذشته شاهد بودیم.
* سوخت­های فسیلی تقریباً به نرخ رایگان در اختیار نیروگاه‌های حرارتی قرار می‌گیرند، این موضوع علاوه بر اینکه انگیزه ارتقای راندمان را در نیروگاه‌های حرارتی از بین می‌برد، امکان رقابت‌ سایر منابع مانند تجدیدپذیرها و هسته‌ای را به صفر کاهش می‌دهد. نتیجه این سیاست کلان را – به­رغم تلاش­های صورت‌گرفته در سال­های اخیر برای توسعه منابع تجدیدپذیر و هسته‌ای - می‌توان از سهم ناچیز آنها در ظرفیت نیروگاهی کشور مشاهده کرد.
* وقوع خشکسالی در کشور به عنوان یکی از عوامل تغییر اقلیم، سبب شده ذخایر آبی به شدت کاهش یابد، به­گونه‌ای که تنها نیمی از ظرفیت تولید برق در نیروگاه‌های برق‌آبی در دسترس بوده است. اثرات آن را در تأمین برق کشور همین ماه گذشته شاهد بودیم. ادامه این روند (کم بارشی)، به­طور حتم احتمال کاهش بیشتر ظرفیت‌های برق‌آبی و افزایش مشکلات سیستم برق را در پی خواهد داشت.
* بررسی تولید و مصرف برق در کشورهای توسعه‌یافته، نشان‌دهنده خطی بودن روند تغییرات است که دلیل آن به ارتقای بهره‌وری هم در بخش تولید و هم در سمت مصرف برق برمی‌گردد. با افزایش گرمای هوا در کشور استفاده از وسایل خنک‌کننده رشد بسیار سریعی داشته است، به طوری که طبق برآوردها سهم قابل توجهی از مصارف برق در تابستان را به خود اختصاص داده است. همان­طور که در گزارش آژانس بین‌المللی انرژی نیز ذکر شده، کارآیی این تجهیزات و سایر وسایل مصرف‌کننده برق (خانگی، تجاری و صنعتی) باید تحت نظارت نهادهای مسئول در کشور قرار داشته باشد. این­گونه پیداست به دلیل یارانه‌ای بودن قیمت برق در کشور، تنها موضوعی که از طرف مشترکین برق مورد توجه قرار نمی‌گیرد، بازدهی این تجهیزات است. ارزان بودن قیمت خرید تجهیزات با بازدهی پایین و یارانه‌ای بودن برق در کشور، یکی از دلایل افزایش شدید میزان مصرف برق در کشور است.

به طور حتم موضوعات دیگری را نیز می‌توان به موارد گفته شده اضافه کرد؛ ولی به نظر می‌رسد همین عوامل نیز برای اثبات عدم تا‌ب‌آوری سیستم برق کشور در زمان‌های خاص (به ویژه تابستان و زمستان) و یا وقوع تغییرات اقلیمی کافی باشد. برای جلوگیری از ادامه این روند و ایجاد شکاف بیشتر بین تولید و مصرف برق و به­تبع آن افزایش تبعات اقتصادی، اجتماعی و امنیتی در کشور، علاوه بر اینکه باید اصلاح ساختار انرژی و سیستم برق کشور به عنوان یکی از اولویت­های اصلی دولت و تمام نهادهای ذیربط قرار گیرد، ضرورت دارد منابع مالی مورد نیاز برای اصلاحات سیستم برق به هر نحو ممکن تأمین شود. اصلاحات سیستم برق از گام نخست با تنوع بخشی به منابع در سبد انرژی و توسعه منابع با قابلیت اطمینان بالا- هسته‌ای - و تجدیدپذیرها، به‌روز کردن شبکه‌های انتقال و توزیع (کاهش تلفات) تا گام آخر افزایش بازدهی بخش مصرف را در بر می‌گیرد. کسب منابع مالی از یک یا ترکیبی از روش­های، تأمین منابع مالی از سوی دولت، واقعی کردن نرخ انرژی – برق- در کشور و یا جذب سرمایه خارجی (به صورت فاینانس یا تضمین خرید برق تولیدی) امکان‌پذیر است. موضوع آخر ارتباط تنگاتنگی با ارتباطات بین‌المللی کشور و تقویت آن در سطح گسترده‌تری دارد. آمار ارائه شده در خصوص یارانه انرژی در اقتصاد کلان ایران بیانگر این موضوع است که در سال­های اخیر مقادیر قابل توجهی به عنوان یارانه به این بخش تزریق شده است. برای برون‌رفت از وضعیت فعلی و رسیدن به شرایط پایدار در بخش انرژی کشور، ضمن توجه به اصلاح ساختار یارانه انرژی در کشور، اتخاذ تصمیمات کلان و سیاست‌گذاری‌های بلندمدت بیش از هر زمان دیگری ضرورت داشته و باید مدنظر قرار گیرد.

1. - RAF شاخصی مبتنی بر رویکرد سیستم­ها است و فن­آوری‌ها را با توجه به معیارهای عملکرد ارزیابی می‌کند، عدم اطمینان را در نظر می­گیرد، اهمیت معیارها را با توجه به قابلیت‌های منابع محلی تعیین می‌کند، و ارزیابی را برای تعیین مطلوبیت فناوری‌ها انجام می‌دهد.RAF برابر با صفر نشان‌دهنده فن­آوری­های غالب و بهتربودن نسبت به گزینه‌های دیگر است و مقدار برابر با 100 نشان‌دهنده فن­آوری­های بدتر از سایر گزینه‌هاست. منبع: (Ristic,2019) [↑](#footnote-ref-1)
2. # The world’s electricity systems must be ready to counter the growing climate threat, Fatih Birol, IEA,

   Published on July 11, 2021 [↑](#footnote-ref-2)