پارادایم توسعه فناوری ایران در سند چشم انداز۲۰۵۰ صنعت برق جهان

علی میغی* سید محسن معصوم زاده**

*دانشجوی دکتری مدیریت فناوری، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم وتحقیقات
**استاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

A_mighi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۱۵

چکیده: امروزه فناوری به عنوان مهمترین اهرم رشد اقتصادی در عرصه جهانی شناخته شده است .دولت‌هاوصنایع موفق در جهان در حال حاضر به اهمیت این موضوع پی برد ه اند که بکارگیری اثربخش علم و فناوری باعث افزایش کارآیی و توان رقابتی آنها در بازارهای جهانی خواهد شد . از این رو بدون شک آینده از آن کشورهایی خواهد بود که توسعه فناوری خود را بر اساس راهبردها و سیاست‌های خاص مشخص نموده و به این ترتیب با استفاده از ساز و کارهای لازم خود را برای همگامی با تحولات آینده آماده کرده اند. این مقاله با مطالعه صنعت برق کشور توسعه یافته‌ای چون کره جنوبی و تحلیل چشم انداز آتی توسعه فناوری صنعت برق جهان تا سال ۲۰۵۰ ، بر آن است که به پاسخی درخور دست یابد. داده‌ها و شواهد ارائه شده در این گزارش ، حاکی از آن است که توسعه فناوریکی صنعت برق ایران برای همسویی با روند آتی حاکم بر صنعت برق جهان، باید موضوع‌هایی چون هوشمند سازی شبکه ،کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق توسعه انرژی‌های تجدید پذیر و بهبود راندمان نیروگاه‌های موجود،ترکیب بهینه سبد تولید،مدیریت مصرف و بهبود بهره وری و توسعه حمل و نقل بر پایه برق را در کانون توجه خود قرار دهد.

***کلید واژه:* استراتژی توسعه فناوریی، هوشمند سازی شبکه، انرژی‌های تجدید پذیر ، ترکیب بهینه سبد تولید و مدیریت مصرف.**

مقدمه

امروزه فناوری به عنوان یک عامل استراتژیک برای توسعه اقتصادی کشورها مطرح است و توسعه فناوری، اساسی‌ترین گام در توسعه صنعتی_اقتصادی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. ورود انرژی الکتریکی به بازار انرژی در قرن بیستم ، چهره این قرن را تغییر داد. انتظار می‌رود که قرن ۲۱ نیز متاثر از انرژی الکتریکی و گسترش مصرف آن باشد. اما این اتفاق در صورتی رخ می‌دهد که صنعت برق جهان برای پاسخ گفتن به نیازهای قرن ۲۱ متحول شود. پرسش اساسی این است که تحول صنعت برق باید چه اولویت‌هایی را مد نظر داشته باشد. جهان امروز با چالش‌های جدی مواجه است. جهان به سمت دیجیتال شدن پیش می‌رود و این مهم نیازمند برق بیشتر و البته با کیفیت بالاتر است. انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر فعالیت‌های بشر، محیط زیست را به خطر انداخته است. با وجود گسترش روز افزون مصرف برق ، هنوز بسیاری از مردم جهان به برق دسترسی ندارند و یا دسترسی آنان بسیار محدود است. چشم انداز ۲۰۲۵ صنعت برق جهان بر " حداکثر کردن ارزش افزوده برق " تمرکز دارد و چشم انداز ۲۰۵۰ نیز به موضوع (برق رسانی همگانی) می‌پردازد. تحقق این دو چشم انداز مستلزم تدوین نقشه راه توسعه فناوری برق است. چشم اندازهای ۲۰۵۰ و۲۰۲۵ به همراه اهداف و دستاوردهایی که باید تحقق بیابند، در ادامه ارائه شده است.

بسیاری از کشورها و یا مناطقی مثل اتحادیه اروپاو... نیز، نسبت به تدوین نقشه راه توسعه فناوری صنعت برق خود اقدام کرده اند. اولویت‌ها و مسایلی که این برنامه‌ها در دهه‌های پیش رو بر آن تاکید دارند ، دارای همپوشانی زیادی با یکدیگر هستند.

۱- مقایسه دو نگرش متفاوت به توسعه فناوری

۲-۱ رویکردهای نظری به توسعه فناوری

ماهیت سیاستهای فناوری فقط می‌تواند از فهم واقع گرایانه در باره چگونگی تغییر فنی که در سطح شرکت اتفاق می‌افتد ، نشات بگیرد. دو رویکرد گسترده به فناوری که امروزه در علم اقتصاد به کار می‌رود عبارتند از: نئوکلاسیک (شامل نظریه رشد

برونزا) ۱و تکاملی۲ (شامل قابلیت سازی و سایر تحلیلهای ساختاری) [۴]. عناصر اصلی هردو رویکرد در اینجا بررسی می‌شود.

۲-۱-۱ تحلیل‌های نئوکلاسیک:

در یک جهان نئوکلاسیک ، شکستهای بازار که بر توسعه فناوری اثر می‌گذارد، هرگز ملاحظه نمی شود. شکستهای بازار در نظریه‌های نئوکلاسیک بر مفروضات بسیار ساده شده‌ای درباره فناوری استوار است. بنگاههای کوچک و همگن در بازارهای کاملا رقابتی که در آنها تمام گزینه‌های فناورانه شناخته شده است (یعنی توابع تولید به خوبی عمل کرده اند) و انتخابهای بهینه در این بازارها بدون پرداخت هزینه و تنها با توجه به هزینه‌های نیروی کار و سرمایه صورت می‌پذیرد و می‌توان فناوری را بدون تلاش و هزینه بیشتر جذب و استفاده کرد. در این جهان نئوکلاسیکی ، تغییرات فنی عبارت است از انتقال‌های صورت گرفته در کل تابع تولید (فعالیت تولید). در نتیجه نوآوری‌ای که به طور برونزا انجام می‌شود (در مدلهای قدیمی) و یا انتخاب و انجام آگاهانه تحقیق و توسعه‌ای که تقریبا مانند تصمیمات مربوط به تولید صورت می‌گیرد و پیامدهای قابل پیش بینی هم دارد (در مدلهای جدید رشد). بر خی شاخه‌های این نظریه محدوده وسیع تری از شکستهای بازار را در بر می‌گیرد و چارچوب نظری تعادل را به چالش می‌کشد. چون بازارها و اطلاعات هرگز کامل نیستند ، این نتایج پایه نظریه‌های استاندارد نئوکلاسیک را که با تکیه بر سازوکار بازار طرح ریزی شده است ، کاملا تضعیف کرد [۴].

۲-۱-۲ رویکرد تکاملی

جایگزین رویکرد نئوکلاسیک، رویکرد قابلیتهای فناورانه است. این دیدگاه بر اساس مدل تکاملی نلیسون و وینتر بنا شده است و در آن گفته می‌شود که یادگیری در بازار ، در معرض کاستی و خطاهای گسترده است. این مدل به دنبال گشودن ((جعبه سیاه)) بنگاهها و بازارها است و به همین دلیل به صورت نهادی و رفتاری شکستها را بررسی می‌کند و بین سرمایه گذاری و عملکرد ، لایه رفتاری قایل می‌شود. بنابراین می‌گویند باید بین ظرفیت (توان فیزیکی نصب شده) و قابلیت (توان استفاده کارآمداز ظرفیت) تفاوت قایل شد [۴].

۳- معرفی صنعت برق کره جنوبی

خدمات تأمین برق کره جنوبی در انحصار شرکت کپکو است . انتقال و توزیع به طور کامل در دست این شرکت است و تنها6%برق تولیدی کره جنوبی توسط شرکتهای دیگر تولید می شود .بیش از 50 درصد سهام این شرکت با بیش از 78 میلیارد دلار دارایی، به دولت و یا شرکت‌های دولتی دیگر تعلق دارد.

شرکت کپکو شش شرکت تولیدی دارد که مسئول تولید برق در کره جنوبی هستند.ظرفیت این شرکتها در مجموع بیش از ۶۴۰۰۰ مگا وات است و بیش از ۲۹۳۰۰۰ گیگا وات ساعت برق در سال ۲۰۰۹ تولید کرده اند. همچنین با توجه به کاهش رشد تقاضای برق در کره جنوبی ،کپکو به بازارهای خارجی روی آورده است. در حال حاضر این شرکت در پروژه‌های بین المللی در حوزه‌های تولید (ساخت و نگهداری نیروگاه)، مشاوره در حوزه‌های انتقال و توزیع و استحصال زغال سنگ و اورانیوم برای مصارف نیروگاه‌های خود،فعالیت می‌کند. ازجمله پروژه‌های مهم این شرکت می‌توان به قرارداد اخیر ساخت و راه اندازی نیروگاه هسته‌ای در امارات متحده عربی اشاره کرد که ارزش آن بالغ بر ۲۰ میلیارد دلار است.کپکو علاوه بر حضور در تولید، انتقال و توزیع برق،چند شرکت وابسته دارد که در زمینه‌های نگهداری و تعمیرات، ارائه خدمات انتقال اطلاعات و ... فعالیت می‌کنند [۱۴].

۳-۱برنامه ریزی و مدیریت استراتژیک

شرکت کپکو برای تحقق چشم انداز ۲۰۲۰ خود –یکی از پنج شرکت برتر صنعت برق دنیا- چهار موضوع استراتژیک را در کانون توجه خود قرار داده است؛ این چهار موضوع پیشتازی در فناوری سبز،گسترش بازار،توسعه کسب و کار و کار جهانی و نوآوری‌های مدیریت هستند.

توجه به محیط زیست و کاهش آلاینده‌ها در سال‌های اخیر اهمیت بالایی پیدا کرده است.یکی از چالش‌های عمده قرن ۲۱ که در گزارش توسعه تحقیقات برق نیز به آن اشاره شده است،حل تناقض میان انرژی و محیط زیست است.کپکو برای حل این چالش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک را در دستور کار خود قرار داده است.

اهداف مدیریت استراتژیک کپکو نیز در چهار وجه اقتصادی، محیط زیست ،محیط اجتماعی و منابع انسانی تعریف شده اند. هریک ازین چهار وجه ، سه دوره زمینه سازی ، بلوغ ومدیریت پایدار را تا سال ۲۰۱۵ طی می‌کنند و اهداف استراتژیک شرکت در این سه افق زمانی تعیین شده اند. برای مثال درآمد شرکت کپکو در افق ۲۰۰۵ ،۲۱میلیارد دلار،در

[1] Exogenous Growth Theory
[2] Evolutionary

دوره زمانی بلوغ ۲۹ میلیارد دلار و در زمان مدیریت پایدار ۳۸ میلیارد دلار پیش بینی شده است [۱۴].

در مجموع می‌توان گفت شرکت از چشم انداز ۲۰۲۰ خود،موضوع‌های استراتژیک واز موضوع‌ها به راهکارها و شاخص‌ها رسیده است. در ادامه خلاصه‌ای از عملکرد برنامه ریزی استراتژیک در هریک از چهار حوزه اقتصاد، محیط زیست، محیط اجتماعی و منابع انسانی ارائه شده است.

۳-۱-۱ اهداف اقتصادی

چنین عملکردی باعث شده است که کپکو با در آمدی بالغ بر ۲۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۸،حاشیه سودی نزدیک به ۸درصد را تجربه کند.رقابتی شدن فضای کسب و کار ، ورود تولید کننده‌های کوچک و نیروگاه‌های کوچک سیکل ترکیبی و ... همگی به کاهش فروش کپکو منجر شده اند [۱۴].کپکو برای مقابله با این تهدیدها تلاش‌هایی برای توانمند سازی فروش خود کرده است که استفاده از سامانه مدیریت ارتباط با مشتریان و استقلال واحدهای توزیع از جمله این اقدام‌هاست. تمامی این تلاش‌ها دو هدف کلی را دنبال می‌کنند؛ بهبود ارائه خدمات و کاهش هزینه‌ها. برای مثال پیش بینی می‌شود که سامانه شرکت، در بازه‌ای ۵ ساله ، هزینه‌های شرکت را بالغ بر ۲۶/۸ میلیارد دلار کاهش بدهد[۱۱].

۳-۱-۲ اهداف زیست محیطی

چشم انداز کپکو در حوزه محیط زیست قرار گرفتن در بین ۵ شرکت سبز صنعت برق است و در این راستا در چهار محور زیر فعالیت میکند.

-تقویت سیستم مدیریت زیست محیطی
-افزایش توانمندی در پاسخگویی به مخاطرات زیست محیطی
-تقویت شراکت‌های بین المللی
-پاسخ فعال به تغییرات اقلیمی [۱۴].

به همین منظور شاخص‌هایی همچون مصرف آب و سوخت و میزان آلاینده‌ها به طور منظم اندازه گیری می شود .از سوی دیگر سیاستهای مدیریت سمت تقاضا و مدیریت مصرف دنبال می‌شود تا از این طریق تولید برق و به دنبال آن آلاینده‌های ناشی از تولید کاهش یابد .مواردی مثل مدیریت مصرف، افزایش راندمان نیروگاه‌ها وکاهش تلفات نیز از همین منظر اهمیتی دو چندان پیدا می کنند . دو کار گروه انرژی‌های تجدیدپذیر و تغییرات اقلیمی در قالب یک کمیته نیز برای پاسخ فعال به تغییرات اقلیمی در کپکو شکل گرفته است.

۳-۱-۳اهداف اجتماعی

برنامه استراتژیک شرکت کپکو در زمینه جامعه و محیط اجتماعی دارای چند محور اصلی است .از جمله این محورها می توان به افزایش شفافیت مدیریت، رشد دو جانبه با مشارکت مؤثر جامعه، جلب رضایت مشتریان و ذی نفعان، حمایت از بنگاه‌های کوچک و متوسط و انجام فعالیتهای اجتماعی اشاره کرد.اختصاص حدود۰/۵ درصد از فروش شرکت به انجام فعالیت‌های اجتماعی ، حاکی از اهمیت موضوع مسوولیت اجتماعی در کپکو است [۱۴].

شفافیت مدیریتی در شرکت کپکو بر توسعه فرهنگ اخلاقی، همکاری با سازمان‌های غیردولتی، تطابق حساب‌های مالی با استانداردهای بین المللی، شفافیت در امور قراردادها و ارایه اطلاعات تأکید دارد .این شرکت با راه اندازی سیستم مدیریت ارتباطات مشتری سعی در تأمین رضایت مشتریان خود دارد .همچنین علاوه بر مشتریان، سایر ذی نفعان شرکت نیز شناسایی شده اند .سهام داران، جامعه، شرکت‌های زیرمجموعه کپکو، تأمین کنندگان و سرمایه گذاران سایر ذ ینفعان شرکت را تشکیل می دهند که شرکت مسئولیت خود را در قبال آنها شناسایی کرده و سعی در جلب رضایت آنها دارد. کپکو همچنین در فعالیت‌های اجتماعی مشارکت جدی دارد .تخفیف برای اقشار کم درآمد، ارایه بورس‌های دانشگاهی، حمایت از ورزش و هنر مواردی از مشارکت کپکو در امور اجتماعی است [۱۱].

۳-۱-۴اهداف نیروی انسانی

تعداد کارکنان کپکو کمتر از ۲۰ هزار نفر است . یکی از شعارهای شرکت کپکو حفظ تعادل بین زندگی کاری و شخصی کارکنان است .این شرکت استراتژی نیروی انسانی خود را در پنج محور سلامت، ایمنی، رفاه خانواده کارکنان، رفاه کارکنان و رفاه بازنشستگان، شکل داده است. از سوی دیگر حمایت از مادران، ممانعت از کار اجباری و کار کودکان، رفع تبعیض جنسیتی و قومی و ... نیز از جمله موضوع‌های مهم در کپکو است .در این شرکت برنامه ریزی نیروی انسانی بر مبنای عملکرد و دستاوردها است . آموزش به منظور بهبود و ارتقای عملکرد نیز در زمره فعالیت‌های اساسی شرکت است .سرانه آموزشی کپکو در سال ۲۰۰۶ نزدیک به ۸۷ ساعت در سال و هزینه این آموزش نیز بالغ بر ۰/۱۶٪ فروش بوده است [۱۴].

۴-استراتژی‌های عمومی توسعه فناوری کره

کره ایها از سال ۱۹۶۷ به رابطه بین "صنعت" و "علم و فناوری" پی بردند و از همان زمان فهمیدند که اگر کشورشان بخواهد به رشد اقتصادی خود ادامه داده و در میدان رقابت باقی بماند،باید مجدانه به فکر اصلاح "نیروی کار" و ارتقای فناوری بومی خود باشند.این درک و دریافت بدان معنا بود که که کشور از سویی یک "سیاست جامع آموزشی" می‌خواست و از سوی دیگر به یک سیاست علم و فناوری فعال و بلند مدت ،نیاز عاجل داشت.دو سیاستی که باید پشتیبان و راهگشای یکدیگر و در ضمن پاسخگوی مقاصد بلند مدت توسعه کشور باشند.هرچند آموزش و پژوهش،به ظاهر دو مقوله متفاوتند،اما بویژه در سطوح عالی،دو روی یک سکه محسوب می‌شوند.به دلیل همین نزدیکی و پیوستگی تنگاتنگ است که موسسات پژوهشی سطح بالا ،ماموریتی دوگانه دارند:پژوهش،آموزش،چنان آموزشی که در بستر پژوهش و با هدف تربیت دانشمندان و فناوریستهای طراز اول صورت گیرد.از این رو ،کره ایها شماری از این موسسات پژوهشی دومنظوره را در شاخه‌های مختلف علم و فناوری تاسیس کرده و نظارت بر آنها را به وزارت علوم و فناوری کشورشان می‌سپارند.

از دیدگاه سیاست علم و فناوری،ایجاد موسسات و مراکز پژوهشی ملی بر یک اصل اساسی استوار است:"توسعه کامیابانه و نظام یافته هر فناوری حائز اهمیت ملی،یک آزمایشگاه ملی می‌خواهد". سیاست علم و فناوری کره بر محورهای زیر تاکید می‌کند:افزایش مستمر بودجه ملی تحقیقات و رساندن آن به۰/۵ تولید ناخالص ملی ،افزایش فعالیت‌های تحقیقاتی از طریق تعریف و اجرای پروژه‌های ملی،پروژه‌هایی که انجام آنها به مشارکت همه بخش‌ها نیاز دارد؛و سرانجام توسعه همکاریهای چند جانبه که از این راه کره می‌تواند بر ضعفهای تحقیقات بومی غلبه کند. رقم‌هایی که از توسعه صادرات،رشد و تنوع بخشی و تعمیق صنعتی در این کشور گزارش شده،از بالاترین رقم‌هایی است که تاریخ اقتصاد مدرن به خود دیده است[۲۴].حتی این کشور در مقایسه با ژاپن شرایط و امکانات اولیه کمتری داشت.این کشور منابع و سرمایه‌های داخلی را به سمت صنایع نوپا سوق داد و عملا به ایجاد و پرورش گروه‌های تولیدی بزرگ خصوصی با عنوان چائبول‌ها پرداخت.کره بنگاه‌ها را تشویق کرد تا قابلیت‌های تحقیقاتی خود را ارتقا دهند و مانع وابستگی کشور به منابع خارجی فناوری شوند.

شاید جالب ترین قسمت موفقیت کره در صنعت این باشد که صنعت به جای اتکا به انتقال فناوری از طریق سرمایه گذاری مستقیم خارجی،براساس فناوری‌های صنعتی بنگاه‌های بومی بنا شده است. زیربنای تولیدی و تحقیقاتی کره که در دیگر کشورهای در حال توسعه فاقد آن هستند براساس توانایی در تقلید،تطبیق و ساخت پیشرفته ترین فناوری‌های صنعتی است.روش کره‌ای پیشنهاد می‌کند که توسعه دانش چرایی بومی،مزایای دایمی فراوانی دارد.این روش علاوه بر کاهش چشمگیر هزینه انتقال فناوری،به صادرات محصولات صنعتی پیشرفته نیز که قبلا با سرمایه گذاری خارجی صورت می‌گرفت،تنوع می‌بخشد.این کشور با مجبور کردن بنگاه‌ها به واردات فناوری‌های پیشرفته،رقابت با بازارهای بین المللی را پیگیری می‌کند.با وجود این،کره همزمان صنایع داخلی را نیز به سمت توسعه مهارت‌ها و دانش فنی سوق می‌دهد.این سیاست بسیار پیشرفته تر از حالتی است که فناوری را مانند جعبه‌ای سیاه وارد می‌کند و سعی در استفاده از آن دارد. توسعه قابلیت‌های تحقیق و توسعه بومی اثرات بیرونی مثبت و پیوندهای گسترده‌ای را به همراه دارد و موجب بهبود کالاهای سرمایه‌ای و تولید قطعات نیز می‌شود.این امر باعث می‌شود دانش فنی انباشته شده در دیگر صنایع و بنگاه‌ها نیز استفاده شود و روابط بین صنعت و زیرساخت‌های فناورانه از جمله دانشگاه‌ها،موسسه‌های تحقیقاتی،مراکز تایید کیفیت و غیره نیز بهبود یابد[۴].

کره برای تحصیل فناوری ،در ابتدا به واردات کالای سرمایه ای،فناوری تحت لیسانس و دیگر موافقت‌های نامه‌های انتقال فناوری تکیه کرد.سرمایه گذاری مستقیم خارجی فقط وقتی جایز بود که تنها راه دستیابی به فناوری و بازارهای جهانی بود.حتی پس از آن دولت سرمایه گذاری‌های مشترک را که دارای مالکیت مساوی طرفین و یا مالکیت حداکثری طرف کره‌ای بود،تشویق کرد؛در برخی موارد هم سرمایه گذاران خارجی مجبور شدند تا بعد از جذب فناوری در داخل،سهم خود را فروخته،قرارداد را فسخ کنند.در نتیجه کره پایین ترین سطح اتکا بر سرمایه گذاری مستقیم خارجی را در بین کشورهای در حال توسعه(به استثنای هند)داشت و صاحب اقتصادی غیر کمونیستی بود.چائبول‌ها به شرکت‌های فراملیتی بزرگ و قدرتمندترین شرکت‌های فراملیتی جهان سوم تبدیل شدند[۴].این کشور بنگاه‌های واردکننده فناوری را به مهندسی معکوس و انجام تحقیق و توسعه تشویق کرد تا قابلیت‌های فناورانه درون زا توسعه یابد.بسیاری از بنگاه‌های

بزرگتر توانستند وارد سرمایه گذاری‌های مشترک با رهبران فناوری در جهان بر مبنایی برابر شوند.در زمینه مهندسی فرآیند و کارخانه دولت کره شرط کرد که پیمانکاران خارجی باید دانش طراحی خود را به بنگاه‌های داخلی منتقل کنند و در نتیجه بنگاه‌های داخلی به سرعت فناوری‌های طراحی در برخی صنایع فرآیند را جذب کردند.

۴-۱- ابعاد هوشمند سازی شبکه در کشورهای پیشرو

با توجه به گستردگی هوشمند سازی شبکه، بازیگران عمده‌ای در خارج از صنعت برق، بر توفیق آن سهیم هستند، فناوری‌های متعددی برای توسعه شبکه هوشمند ، مورد نیاز است که توسعه و به کارگیری بسیاری از آنها خارج از حوزه صنعت برق است. تمامی این موارد از پیچیدگی و گستردگی پروژه هوشمند سازی شبکه توزیع و همچنین ضرورت نگاهی جامع و یکپارچه در ترسیم نقشه راه توسعه شبکه هوشمند خبر می‌دهد. با دقت در مزایایی که برای شبکه هوشمندوجود دارد،متوجه می‌شویم که تحقق این مزایا تنها در اختیار شرکت‌های توزیع و حتی صنعت برق نیز نیست. برای مثال، تولید کنندگان تجهیزات برقی، مصرف کنندگان نهایی، تولید کنندگان تجهیزات مورد استفاده در شبکه، فناوری اطلاعات و زیرساخت‌های انتقال داده و ... باید – همگام با تلاش صنعت برق برای هوشمند سازی شبکه توزیع- در راستای فراهم آوردن نیازهای چنین شبکه‌ای حرکت کنند. در حال حاضر پروژه‌های هوشمند سازی شبکه در ابتدای راه هستند و کشورهای محدودی در آن سرمایه گذاری کرده اند.. چین و آمریکا- به دلیل گستردگی شبکه- با بیش از ۷ میلیارد دلار سرمایه گذاری در هوشمند سازی شبکه در سال ۲۰۱۰، فاصله زیادی از سایرکشورها دارند. کره جنوبی، ژاپن و اسپانیا با توجه به وسعت شبکه، سرمایه گذاری قابل توجهی در زمینه هوشمند سازی شبکه می‌کنند و بیش از ۸۰۰ میلیون دلار در این زمینه در سال ۲۰۱۰ سرمایه گذاری کرده اند. بررسی نقشه راه هوشمند سازی شبکه این کشورها نشان می‌دهد که چند ویژگی زیر در تمامی آنها مشترک است.

- هوشمند سازی شبکه به نصب کنتورهای هوشمند، ایجاد امکان مانیتورینگ و اتوماسیون شبکه محدود نمی شود. توسعه زیر ساخت‌های لازم برای خودروهای الکتریکی، توسعه انرژی‌های تجدیر پذیر و ایجاد و توسعه بازار خرده فروشی بازار برق نیز، ازجمله مواردی است که در نقشه راه هوشمند سازی شبکه شرکت‌ها و یا کشورهای پیشرو در زمینه شبکه هوشمند دیده می‌شود.
- افق زمانی توسعه شبکه هوشمند ۲۰ تا ۳۰ سال است و باید همگام با توسعه سایر حوزه‌ها مثل انرژی‌های تجدیدپذیر و گسترش خودروهای الکتریکی و وسایل هوشمند دیگر، پیش برود.
- طرح ریزی و حمایت از پروژه‌های هوشمند سازی شبکه به صورت یکپارچه انجام می‌گیرد تا ضمن حفظ انسجام شبکه هزینه‌های اجرایی نیز به حداقل برسد [۲۳] و [۱۷].

۴-۲- استراتژی توسعه شبکه هوشمند کره

شبکه هوشمند را به طور معمول سیستمی تعریف می‌کنند که به شرکت توزیع برق امکان نظارت از راه دور و اعمال فرمان و کنترل تجهیزات شبکه را به صورت آنلاین می‌دهد. اما چنین تعریفی به ما تصویری روشن از ویژگی‌های شبکه هوشمند به دست نمی دهد، به خصوص که بسیاری از مواقع (اتوماسیون شبکه) و (هوشمند سازی شبکه) به جای یکدیگر به کار می‌روند و مرز بین آن‌ها مخدوش می‌شود. برای مثال، اغلب یکی از ویژگی‌های شبکه هوشمند را امکان جداسازی شبکه معیوب به منظور کاهش تعداد مشترکان خاموش و افزایش سرعت بازیابی شبکه می‌دانند. اما این امر با اتوماسیون شبکه نیز حاصل می‌شود و بسیاری از شرکت‌های توزیع دنیا، پیش ازطرح مفهوم شبکه هوشمند در پایان دهه ۱۹۹۰، به آن دست یافته اند. مقایسه این دو مفهوم – اتوماسیون شبکه توزیع و شبکه هوشمند –با اتوماسیون شبکه توزیع می‌توان اطلاعات شبکه را از راه دور پایش کرد، امکان جداسازی و فرمان برای قطع و وصل تجهیزات نیز وجو د دارد، اما شبکه هوشمند فراتر از این می‌رود و می‌تواند با ایجاد ارتباط بین اجزای شبکه و مشترکان، به کمک نرم افزارهای هوشمند نسبت به بازیابی خودکار شبکه، پخش بار خودکارشبکه به منظور کاهش تلفات و استفاده بهینه از تجهیزات و ... اقدام کند[۱۱].

ویژگی دیگر شبکه هوشمند فراهم آوردن امکان اتصال مولدهای کوچک و بسیار کوچک- مولدهایی که در منازل و ساختمان‌ها اداری وجود دارند- به شبکه توزیع است. چنین شبکه‌ای مزایای متعددی دارد که در زیر فهرست شده اند:

- کاهش خاموشی
- کاهش تلفات شبکه
- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق استفاده از منابع مختلف انرژی مانند منابع تجدید پذیر، مولدهای پراکنده و ...
- مدیریت مصرف با استفاده از وسایل اندازه گیری هوشمند
- افزایش کیفیت برق
- استفاده بهینه از زیر ساخت‌های موجود

- ایجاد امکان ارتباط دوسویه با مصرف کنندگان و فروش برق مازاد بر مصرف شان به شبکه برق[۱۱].

شبکه هوشمند قرار است،ضمن گسترش استفاده از انرژی الکتریکی به عنوان انرژی پاک، امکان استفاده بهره ورتر از شبکه و انرژی را فراهم کند. چنین چشم اندازی بدون مشارکت مصرف کنندگان و تسری ویژگی‌های هوشمند شبکه به منازل و ساختمان‌ها ممکن نخواهد بود.

شرکت کپکو که تولید، انتقال و توزیع برق در سراسر کره جنوبی را بر عهده دارد، چشم انداز خود را قرار گرفتن در بین پنج شرکت برتر سبز جهان قرار داده است. از سوی دیگر، عملکرد این شرکت در زمینه خاموشی و تلفات نیز سرآمد سایر کشورهاست و به ترتیب ۱۶ دقیقه به ازای هر مشترک در سال و ۴/۵ درصد است. این توفیق با اتوماسیون گسترده شبکه توزیع به دست آمده است. هوشمند سازی شبکه در کره جنوبی برای حفظ این عملکرد و پاسخ به نیازهای روز افزون انرژی الکتریکی در آینده پیگیری می‌شود. علاوه بر اتوماسیون گسترده شبکه توزیع،کره جنوبی شرایطی دارد که پیاده سازی شبکه هوشمند را در آن تسهیل می‌کند مهم ترین این ویژگی‌ها در زیر فهرست شده است.

- یکپارچگی تولید، انتقال و توزیع در یک شرکت، این امر فرصتی فراهم می‌سازد تا سیاست‌های یکپارچه و منسجمی در کل کشور دنبال شده که هزینه‌های پیاده سازی شبکه هوشمند را کاهش می‌دهد.
- آمادگی بستر مخابراتی کشور کره جنوبی پرسرعت ترین بستر انتقال دیتا جهان را دارد.
- جمعیت بالا و متراکم هزینه‌های ایجاد شبکه هوشمند به دلیل تراکم جمعیتی کره جنوبی، از جاهایی که تراکم پایینی دارند، بسیار کمتر است. تراکم بالای جمعیت ،امکان استفاده از تمامی مزایای شبکه هوشمند را فراهم می‌سازد. همانند اکثر پروژه‌های هوشمند سازی شبکه، در کره جنوبی نیز هوشمند سازی شبکه در پنج حوزه زیر دنبال می‌شود.
- شبکه هوشمند
- توزیع هوشمند
- حمل و نقل هوشمند
- انرژی‌های تجدیدپذیر
- خدمات برق هوشمند[۱۴].

تحقق نقشه راه هوشمند سازی شبکه کره جنوبی در سه مرحله تا سال ۲۰۳۰ به طول می‌انجامد در خصوص نقشه راه مورد اشاره، باید به موارد زیر توجه داشت.

- شبکه هوشمند حوزه‌های متعددی را پوشش می‌دهد و باید تمامی حوزه‌های آن به طور متوازن مورد تأکید قرار بگیرد.
- وجود آمادگی و فرصت‌های مناسب در شبکه برق، بستر مخابراتی ، و همچنین رویکرد منسجم مدیریتی و حاکمیتی بر صنعت برق برای توفیق برنامه‌های هوشمند سازی شبکه ضروری است.
- اتوماسیون شبکه توزیع، پیش نیاز شبکه هوشمند است و بدون آن نمی توان انتظار داشت که شبکه هوشمند قابلیت اجرا داشته باشد[۲۲].
- توسعه مولدهای پراکنده و مولدهای بسیار کوچک در سطح توزیع باید همسو با شبکه هوشمند دنبال شود و سهولت اتصال آن‌ها به چنین شبکه‌ای مد نظر قرار داشته باشد.
- پیاده سازی پایلوت و رفع نقص نواقص احتمالی یکی از ضروری ترین مراحل پیاده سازی است. پیاده سازی شبکه هوشمند نیازمند زمان است. نمی توان انتظار داشت تغییر رویکرد مدیریت شبکه برق ، به سرعت اتفاق بیفتد ، اغلب پروژه‌های هوشمند سازی شبکه ۲۰ تا ۲۵ سال برنامه ریزی شده اند.
- تحقق نقشه راه، باید کنترل شود . برای پیگری حرکت در مسیر نقشه راه برای حوزه‌های پنج گانه شبکه هوشمند، شاخص و اهداف کمی سال‌های آتی نقشه راه کره جنوبی تعیین شده است[۲۴].

۴-۳ چالش‌های پیاده سازی شبکه هوشمند

گستردگی هوشمندسازی شبکه توزیع و تعدد حوزه‌های کاری و مسئولیتی، باعث می‌شود که اجرا و پیاده سازی آن با چالش‌های فراوانی روبرو باشد. بررسی‌های شرکت مشاوره مکنزی بر روی نمونه‌های برتر توسعه شبکه هوشمند، چالش‌های مدیریتی هوشمند سازی شبکه را درسه گروه زیر دسته بندی کرده است.

- چالش توسعه چشم انداز و نقشه راه، فقدان چشم اندازی روشن و شفاف از شبکه هوشمند و عدم توجه به ابعاد توجه به این نکته نیز ضروری است که هر چند بسیاری از نقشه‌های راه هوشمند سازی شبکه با یکدیگر شباهت‌های فراوانی دارند اما هر کشور و یا منطقه‌ای باید متناسب با توانمندی‌ها و فناوری‌های در دسترس، نقشه راه هوشمند سازی خود را داشته باشد[۲۰].
- چالش پیاده سازی نقشه راه هوشمند سازی شبکه،مهم ترین چالش در پیاده سازی شبکه هوشمند ، انتخاب فناوری‌های مناسب برای آینده و یکپارچه سازی نرم

افزارها و سایر ابزارهای فناوری اطلاعات است. انتخاب پروژه پایلوت که در نمونه‌های برتر دیده می‌شود، به منظور شناسایی راه کارهای غلبه بر این چالش در نظر گرفته شده اند، علاوه بر این برای پیاده سازی موفق شبکه هوشمند، لازم است برنامه عملیاتی دقیقی بر مبنای نقشه راه تدوین شده و در آن وظایف و مسئولیت‌های افراد درگیر نیز مشخص شود[۱۹].

- چالش‌های مدیریت تحول ، همان طور که بارها تاکید شد، هوشمندسازی شبکه مستلزم مشارکت و همراهی ذی نفعان متعددی است. همسویی افراد درگیر در هوشمند سازی شبکه از چالش‌های اساسی تحقق نقشه راه هوشمند سازی شبکه است. نداشتن سازو کاری برای تغییر برنامه‌ها و شیوه انجام کارها، پیشبرد پروژه از منظر یکی از ذی نفعان و عدم توجه به ابعاد متعدد هوشمندسازی شبکه و اجرای وسیع پروژه بدون توجه به توان یادگیری سازمانی برای راهبری پروژه و استفاده از دستاوردهای شبکه هوشمند، از مهم ترین چالش‌هایی است که در این گروه قرار می‌گیرند[۱۶]. علاوه بر چالش‌های مورد اشاره ، مشکلات دیگری نیز در مسیر هوشمند سازی شبکه توزیع کشور وجود دارد که برخی از آنها در ادامه فهرست شده اند.

✓ افزایش چشم گیر سهم انرژی‌های تجدید پذیر در سبد منابع تولید کشورهای جهان

✓ کاهش جدی قیمت تمام شده احداث مولدهای بادی و رسیدن تقریبی آن به حداقل ممکن در چند سال آتی

✓ پیشی گرفتن جمع ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های بادی در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۹ در مقایسه با سایر نیروگاه‌های دیگر (حتی نیروگاه‌های گازی)[۶].

✓ تاکید کشورهای مورد مطالعه به داشتن سبدی موزون از منابع مختلف تولید انرژی از زغال سنگ و هسته‌ای گرفته تا گازی و تجدید پذیر

✓ اهمیت سیاست گذاری هوشمند سازی شبکه توزیع و انتقال در یک مجموعه جامع و مانع و اجرای آن درطی چند سال متوالی[۷].

✓ تاثیر چشمگیر تجاری سازی فناوری خودروهای برقی در افزایش مصرف برق در ساعت‌های غیرپیک، بهبود ضریب بار و کمک به ذخیره سازی انرژی الکتریکی[۵].

✓ ایجاد شبکه هوشمند نیازمند آمادگی بستر مخابراتی و اتوماسیون شبکه توزیع است و بدون این دو، نمی توان انتظار داشت توفیقی در این کار وجود داشته باشد، با چنین رویکردی اتوماسیون شبکه توزیع به عنوان پیش نیاز شبکه هوشمند، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و باید سرمایه گذاری لازم در آن صورت بگیرد[۸].

✓ در حال حاضر فعالیت‌های مرتبط با هوشمند سازی شبکه به صورت پراکنده و مستقل انجام می‌گیرند .

✓ هوشمند سازی شبکه فراتر از صنعت برق است. از این رو تشکیل کمیته‌ای برای این منظور با مشارکت ذی نفعان مختلف آن و لحاظ کردن منافع و مسئولیت‌های آنان در نقشه راه شبکه هوشمند کشور، امکان توفیق آن را افزایش می‌دهد.

✓ تمامی کشورهای پیشرو، پیش از اجرای وسیع هوشمند سازی شبکه، آن را در محدوده‌ای کوچکتر به صورت پایلوت اجرا کرده اند تا ضمن حل چالش‌های پیاده سازی آن، نیروی انسانی متخصص و همچنین ظرفیت‌های سازمانی لازم را توسعه بدهند. از این رو انتخاب منطقه‌ای برای اجرای پایلوت ایجاد شبکه هوشمند – با تمام ویژگی‌های آن – ضروری است[۱۱].

۵- مروری براستراتژی توسعه صنعت برق ایران

درجدول صفحه بعد استراتژی توسعه صنعت برق ایران آورده شده است[۲].

۶- چالش‌های توسعه فناوری صنعت برق جهان

هدف اصلی در افق زمانی ۲۰۲۵، (حداکثر کردن افزوده برق) است. این چشم انداز بر سه محور عمده (پاسخگویی به نیازهای جامعه دیجیتال) ، (بهبود بهره وری) و (افزایش قابلیت اطمینان برق) استوار شده است. توجه به این سه عامل دستاوردهای بزرگی برای اقتصاد جهان خواهد داشت. تنها در آمریکا با بهبود بهره وری حاصل از اجرای نقشه راه صنعت برق، حدود ۴۰۰۰ میلیارد دلار به تولید نا خالص داخلی آمریکا در سال ۲۰۲۵ افزوده خواهد شد. علاوه بر این با کنترل مصرف و کاهش ۱۰ تا ۱۵ درصدی آن تا سال ۲۰۲۵ با اجرای نقشه راه، نیاز به سرمایه گذاری در تولید برق و توسعه شبکه انتقال نیز به ترتیب ۱۷ و ۱۰ درصد کاهش خواهد یافت . هدف اصلی در افق زمانی ۲۰۵۰ ، (برق رسانی همگانی) است[۱۳].

با وجود توسعه روز افزون برق در ۱۰۰ سال گذشته، هنوز بسیاری از مردم جهان به برق دسترسی ندارند. اکنون بیش از۴ میلیارد نفر از مردم جهان، از نعمت برق محرومند و یا سرانه مصرف آنها کمتر از ۱۰۰۰ کیلووات ساعت در سال است.

راهبردی‌های توسعه صنعت برق و انرژی در ایران
۱- بهبود فضای کسب و کار، توسعه خصوصی‌سازی و گسترش مشارکت و ارتقاء توانمندی بخش‌های خصوصی و تعاونی در حوزه برق و انرژی: ۱-۱- ارتقاء بهره‌وری در فرآیند خصوصی‌سازی ۱-۲- ایجاد انگیزه و اطمینان برای سرمایه‌گذاری بخش‌های خصوصی و تعاونی ۱-۳- تسهیل در سرمایه‌گذاری بخش‌های خصوصی و تعاونی و ایجاد بانک نیرو ۱-۴- حداقل نمودن فعالیت‌های تصدی بخش دولتی ۱-۵- حمایت از توسعهٔ صادرات کالا و خدمات فنی-مهندسی برق ۱-۶- استقرار سازوکار اقتصادی- تجاری برای استفاده از قابلیت‌ها و فرصت‌های ICT و نظایر آن در صنعت برق
۲- ارتقاء توانمندی در تولید برق از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر: ۲-۱- جلب مشارکت مردم برای حمایت از تولید برق از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر ۲-۲- تنظیم قوانین مناسب در بازار برق به منظور توسعه استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر ۲-۳- تعریف و اجرای پروژه‌های نمونه در زمینه انرژی‌های‌نو و تجدیدپذیر و تجاری‌سازی آنها ۲-۴- تمرکز بر تحقیق و پژوهش و بومی‌سازی فناوری در فعالیت‌های مربوط به تولید برق از انرژی خورشیدی و بادی در کشور ۲-۵- تخصیص درصد معین و فزاینده‌ای از اعتبارات تحقیقاتی به بومی‌سازی فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های نو و تجدیدپذیر ۲-۶- بسترسازی، حمایت و جلب مشارکت بخش غیردولتی برای توسعهٔ انرژی‌های نو و تجدیدپذیر
۳- افزایش بهره‌وری تولید برق و ارتقاء بازده نیروگاه‌ها: ۳-۱- توسعهٔ کاربرد نیروگاه‌های با بازده بالاتر و اعمال هزینه‌های واقعی سوخت و هزینه‌های زیست‌محیطی در مناسبات مالی تولید و عرضهٔ برق ۳-۲- استفاده از انرژی حرارتی نیروگاه‌های مجاور یا داخل شهرها جهت مصارف منازل و واحدهای صنعتی ۳-۳- به‌کارگیری فناوری مولدهای پراکنده، با تأکید بر تولید همزمان برق و حرارت و برودت ۳-۴- استقرار سازوکار اقتصادی- تجاری در بهینه‌سازی نیروگاه‌ها ۳-۵- استفاده از فناوری نوین و تجهیزات با راندمان بالا ۳-۶- مدیریت بهینه بهره‌برداری از نیروگاه‌های برق‌آبی و افزایش هماهنگی آنها با تولید نیروگاه‌های حرارتی ۳-۷- تنوع‌بخشی در سوخت نیروگاه‌ها و توسعهٔ ظرفیت‌های قانونی برای اولویت‌بخشی به تأمین سوخت نیروگاه‌ها
۴- ارتقاء و توسعهٔ نظام مدیریت تقاضا و اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف با رویکرد کاهش شدت انرژی در کشور: ۴-۱- استقرار نظام قیمت‌گذاری برق بر مبنای عرضه و تقاضا و توسعه بازار برق ۴-۲- تغییر در نظام پرداخت یارانه‌های برق، باتوجه به قانون هدفمندکردن یارانه‌ها ۴-۳- جلب مشارکت مردم به منظور استفاده بهینه از برق ۴-۴- ساده‌سازی تعرفه‌های برق ۴-۵- توسعهٔ سامانهٔ هوشمند شبکهٔ برق ۴-۶- توسعه شرکت‌های خدمات انرژی غیردولتی در جهت بهینه‌سازی مصرف ۴-۷- توسعه و ارتقاء سطح استانداردهای مصرف برق و تولید تجهیزات برقی ۴-۸- حمایت از مراکز پژوهشی و صنایع مرتبط به منظور توسعهٔ فناوری‌های جدید در راستای کاهش مصرف انرژی ۴-۹- حمایت از توسعه حمل و نقل برقی ۴-۱۰- اصلاح ساختار موجود جهت اعمال مدیریت تقاضا و کاهش شدت انرژی
۵- کاهش تلفات در شبکه‌های برق، در جهت نیل به سطح بهینه: ۵-۱- هماهنگی در طراحی و توسعهٔ شبکه‌های فوق‌توزیع و توزیع برق ۵-۲- اصلاح مقررات و ضوابط و توسعهٔ سامانه‌های مناسب جهت جلوگیری از استفاده غیرمجاز از برق در شبکه‌های فشار ضعیف ۵-۳- استقرار سازوکار اقتصادی- تجاری در فعالیت‌های کاهش تلفات و هوشمندسازی شبکه ۵-۴- اصلاح معماری شبکه‌های توزیع ۵-۵- مدیریت بهینه سطح روشنایی معابر در طول مدت شبانه‌روز
۶- بهبود فرآیند سیاست‌گذاری در بخش برق و انرژی: ۶-۱- گسترش تعاملات در امر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی ۶-۲- اعمال حاکمیت و نظارت بر فعالیت‌های بخش ۶-۳- تهیه و تدوین برنامهٔ جامع انرژی کشور

راهبردی‌های توسعه صنعت برق و انرژی در ایران
۷- اصلاح نظام مالی، تنوع‌بخشی، توسعه و جذب منابع مالی مورد نیاز برای توسعهٔ صنعت برق: ۷-۱- به روزرسانی ضوابط و مقررات به منظور تسهیل در تحصیل منابع درآمدی جدید برای صنعت برق به ویژه استفادهٔ چندمنظوره از تأسیسات صنعت ۷-۲- تنوع‌بخشی، مدیریت بهینهٔ منابع مالی و تقویت توان مالی بخش با تأکید بر منابع غیردولتی و جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی بخش برق و انرژی متناسب با برنامه‌های توسعه
۸- توسعه مبادلات منطقه‌ای برق: ۸-۱- افزایش ظرفیت تبادل برق با کشورهای منطقه و رفع موانع توسعه ظرفیت‌های تبادل سنکرون، متناسب با استانداردهای جهانی ۸-۲- برقراری مناسبات قابل اتکا و شفاف در هزینه‌های سوخت و محیط‌زیست برای تولید برق صادراتی ۸-۳- اعطای مجوز صادراتی به تولیدکنندگان برق از منابع انرژی نو و تجدیدپذیر ۸-۴- حمایت از بخش خصوصی برای توسعه تجارت منطقه‌ای برق با توجه به بازارهای هدف و متناسب با ارزش افزوده ملی
۹- ارتقاء سطح تحقیق و توسعه و فناوری بخش برق و انرژی: ۹-۱- هدایت و حمایت از مراکز تحقیقاتی داخلی و شرکت‌های تحقیقاتی و یا مشاوره‌ای غیردولتی ۹-۲- شناسایی و بررسی فرصت‌ها و مزیت‌های بخش ۹-۳- شناسایی، انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های نوین و سازگار با محیط‌زیست ۹-۴- افزایش سطح تعامل بخش برق و انرژی با مراکز علمی و تحقیقاتی داخلی و خارجی توانمند و نهادینه‌سازی آن ۹-۵- بازنگری در نظام تعریف و ارجاع پروژه‌های تحقیقات کاربردی بخش ۹-۶- مطالعه و بررسی کاربرد روش‌های نوین انتقال و ذخیره‌سازی برق از جمله: ابررسانا، سیستم‌های انتقال برق با ولتاژ خیلی بالا (EHV)، سیستم‌های انتقال برق فشار قوی با جریان مستقیم (HVDC)، سیستم‌های انتقال برق متناوب انعطاف‌پذیر (FACTS)، باطری‌ها، هوای فشرده، هیدروژن و ...
۹-۷- توسعه مدیریت و منابع انسانی در بخش برق و انرژی: ۹-۸- ارتقاء و توسعهٔ نظام جذب، توانمندسازی و نگه‌داشت منابع انسانی متناسب با اهداف صنعت برق ۹-۹- ارتقاء و توسعهٔ نظام تأمین مدیر و جانشین‌پروری در کلیه سطوح صنعت برق ۹-۱۰- استقرار نظام پروانه صلاحیت حرفه‌ای ۹-۱۱- ارتقاء و توسعهٔ نظام یادگیری فردی و سازمانی، با رویکرد مستندسازی و انتقال دانش و تجارب صنعت برق و استقرار و توسعهٔ نظام مدیریت دانش
۱۰- تقویت قدرت بازدارندگی و کاهش آسیب پذیری بخش با رویکرد استمرار ارائه خدمات: ۱۰-۱- طراحی و پیاده‌سازی نظام‌های پدافند غیرعامل و مدیریت بحران و خطرپذیری (ریسک) ۱۰-۲- آگاه‌سازی و توسعه فرهنگ مقابله با بحران ۱۰-۳- تنوع‌بخشی به منابع اولیه انرژی و فناوری‌های تولید برق ۱۰-۴- برقراری تعادل منطقه‌ای بین عرضه و تقاضای برق و ایجاد شبکه‌های حلقوی ۱۰-۵- حصول اطمینان از تأمین سوخت نیروگاه‌ها
۱۱- ارتقاء سطح کارآمدی و امنیت اطلاعات در بخش: ۱۱-۱- استقرار و توسعه سیستم‌های یکپارچه اطلاعات مدیریت ۱۱-۲- توسعه نرم‌افزارها و بانک‌های اطلاعاتی ۱۱-۳- ایجاد ارتباط ساختاری مناسب بین مراکز تصمیم‌سازی و بخش فناوری اطلاعات ۱۱-۴- تقویت و توسعه زیرساخت‌های مخابراتی صنعت برق جهت پاسخ‌گویی به نیازهای روزافزون حیاتی و اختصاصی این صنعت ۱۱-۵- استفاده بهینه از دستاوردهای نوین فناوری اطلاعات جهت حفظ امنیت و پایداری منابع اطلاعاتی و سیستم‌های عملیاتی صنعت برق ۱۱-۶- استفاده بهینه از ظرفیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات صنعت برق جهت ارائه خدمات قابل دسترس از راه دور
۱۲- سازگاری زیست محیطی و ارتقاء ایمنی در فعالیت‌های صنعت برق: ۱۲-۱- تهیه طرح جامع زیست‌محیطی فعالیت‌های صنعت برق ۱۲-۲- ایجاد سامانه‌های پایش و کنترل آثار زیست‌محیطی بخش ۱۲-۳- ارتقاء و توسعه نظام بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) ۱۲-۴- ارتقاء سطح ایمنی و سلامتی شهروندان در مقابل خطرات و مسائل زیست‌محیطی صنعت برق ۱۲-۵- الزامی‌نمودن نصب سیستم زمین در کلیه تأسیسات صنعت برق و مشترکین
۱۴- ارتقاء و توسعه نظام ارتباط و پاسخ‌گویی مناسب به نیازها و انتظارات ذی‌نفعان و بهبود شاخص‌های کیفیت خدمات به منظور احقاق حقوق شهروندی، تکریم مردم و ارتقاء رضایت آنان
۱۵- اصلاح و ارتقاء نظام ارزیابی عملکرد کارکنان، مدیران و سازمان با رویکرد توسعهٔ نظام مدیریت عملکرد برمبنای برنامهٔ استراتژیک بخش
۱۶- توسعه نظام مدیریت پروژه و مهندسی ارزش در طرح‌ها و پروژه‌های صنعت برق
۱۷- توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع برق متناسب با نیازهای مصرف مدیریت شده و نوسازی و بهینه‌سازی آنها
۱۸- به‌روز کردن قوانین مربوط به صنعت برق به‌ویژه برای مدیریت بهینه حریم تأسیسات و شبکه‌ها

بررسی‌ها نشان می‌دهد که توسعه اقتصادی و مصرف برق با یکدیگر رابطه مستقیمی دارند و بدون دسترسی به برق نمی‌توان انتظار توسعه و افزایش سطح زندگی را انتظار داشت. از این رو مهم ترین مسئله در افق زمانی ۲۰۵۰ برق رسانی همگانی با شعار (برق برای همه) است. در چشم انداز ۲۰۵۰ (مدیریت مصرف با هدف کاهش شدت مصرف برق) و همچنین (گسترش استفاده از برق به عنوان انرژی پاک) به عنوان جایگزین سایر حامل‌های انرژی دنبال می‌شود. با تحقق چشم انداز ۲۰۵۰ ، انتظار می‌رود که بیش از ۲۱۰۰۰ میلیارد دلار به تولید ناخالص داخلی جهان افزوده شود و سهم برق به عنوان حامل انرژی در کشورهای در حال توسعه با اجرای نقشه راه سه برابر حالت معمول بشود[۱۱].

با وجود توسعه روز افزون برق در ۱۰۰ سال گذشته، هنوز بسیاری از مردم جهان به برق دسترسی ندارند. اکنون بیش از۴ میلیارد نفر از مردم جهان، از نعمت برق محرومند و یا سرانه مصرف آنها کمتر از ۱۰۰۰ کیلووات ساعت در سال است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که توسعه اقتصادی و مصرف برق با یکدیگر رابطه مستقیمی دارند و بدون دسترسی به برق نمی‌توان انتظار توسعه و افزایش سطح زندگی را انتظار داشت. از این رو مهم ترین مسئله در افق زمانی ۲۰۵۰ برق رسانی همگانی با شعار (برق برای همه) است. در چشم انداز ۲۰۵۰ (مدیریت مصرف با هدف کاهش شدت مصرف برق) و همچنین (گسترش استفاده از برق به عنوان انرژی پاک) به عنوان جایگزین سایر حامل‌های انرژی دنبال می‌شود. با تحقق چشم انداز ۲۰۵۰ ، انتظار می‌رود که بیش از ۲۱۰۰۰ میلیارد دلار به تولید ناخالص داخلی جهان افزوده شود و سهم برق به عنوان حامل انرژی در کشورهای در حال توسعه با اجرای نقشه راه سه برابر حالت معمول بشود[۱۱].

۷-استراتژی پیش رو برای تحقیق و توسعه صنعت برق جهان

۷-۱ هوشمندسازی شبکه توزیع

شبکه هوشمند را به طور معمول سیستمی تعریف می‌کنند که به شرکت‌های توزیع برق امکان نظارت از راه دور و اعمال فرمان و کنترل تجهیزات شبکه را به صورت آنلاین می‌دهد. اما چنین تعریفی به ما تصویری روشن از ویژگی‌های شبکه هوشمند به دست نمی دهد، به خصوص این که بسیاری از مواقع(اتوماسیون شبکه) و (هوشمند سازی شبکه) به جای یکدیگر به کار می‌روند و مرز بین آن‌ها مخدوش می‌شود. برای مثال ، اغلب یکی از ویژگی‌های شبکه هوشمند را امکان جداسازی شبکه معیوب به منظور کاهش تعداد مشترکان خاموش و افزایش سرعت بازیابی شبکه می‌دانند. اما این امر با اتوماسیون شبکه نیز حاصل می‌شود و بسیاری از شرکت‌های توزیع دنیا، پیش از طرح مفهوم شبکه هوشمند در پایان دهه ۱۹۹۰، به آن دست یافته اند. مقایسه این دو مفهوم- اتوماسیون شبکه توزیع و شبکه هوشمند- می‌تواند بسیاری از این ابهام‌ها را حل کند. با اتوماسیون شبکه توزیع می‌توان اطلاعات شبکه را از راه دور پایش کرد، امکان جداسازی و فرمان برای قطع و وصل تجهیزات نیز وجود دارد، مشابه آن چه در حال حاضر واحدهای دیسپاچینگ انتقال و فوق توزیع امکان انجام آن را دارند. شبکه هوشمند فراتر از این می‌رود و می‌تواند با ایجاد ارتباط بین اجزای شبکه مشترکان، به کمک نرم افزارهای هوشمند نسبت به بازیابی خودکار شبکه، تعادل خودکار شبکه به منظور کاهش تلفات و استفاده بهینه از تجهیزات و ... اقدام کند. ویژگی دیگر نیز فراهم آوردن امکان اتصال مولدهای کوچک و بسیار کوچک- مولدهایی که در منازل و ساختمان‌های اداری وجود دارند- به شبکه توزیع است.

۷-۲ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

در حال حاضر به طور متوسط به ازای تولید هر کیلووات ساعت برق، حدود ۶۰۰ گرم گاز دی اکسید کربن تولید می‌شود. چشم انداز سال ۲۰۵۰ صنعت برق جهان، کاهش این عدد به یک سوم شرایط جاری و رسیدن به ۲۰۰ گرم دی اکسید کربن است. مطابق بررسی‌های انجام شده، انتشار کربن در دوره عمر نیروگاه‌های نفتی، دیزلی و زغال سنگی از فناوری‌های دیگر بیشتر است. با اجرای نقشه راه و بهبود راندمان تولید و استفاده روز افزون از منابع تجدید پذیر، امید می‌رود که میزان انتشار کربن ناشی از تولید برق کاهش چشم گیری پیدا کند. پیش بینی‌ها حاکی از آن است که با توسعه فناوری قیمت تمام شده تولید برق از نیروگاه‌های بادی تا سال ۲۰۳۰ از روش‌های ارزان امروزی (زغال سنگ و گاز) نیز ارزان تر می‌شود[۱۸].

این مهم نوید دهند توسعه روز افزون سهم باد در سبد منابع تولید برق جهان است. مطابق آمار منتشر شده از سوی انجمن انرژی بادی اروپا، ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده در سال ۲۰۰۸، برای نخستین بار از سایر منابع تولید برق در اروپا فزونی گرفته است. سهم روش‌های مختلف تولید در انتشار گازهای گلخانه‌ای متفاوت است.بیشترین میزان آلایندگی نیروگاه‌های موجود در نیروگاه‌های زغالی ایجاد می‌شود. از این رو، بهبود فناوری این نیروگاه‌ها از اولویت بالایی برخوردار است. تا سال ۲۰۵۰ ، بیش از یک سوم گازهای گلخانه‌ای با بهبود فناوری نیروگاه‌های زغالی

حاصل خواهد شد. توسعه نیروگاه‌های جدید نیز متکی بر روش‌های بدون تولید کربن است. بنابر این نیروگاه‌های هسته‌ای و تجدید پذیر که گازهای گلخانه‌ای تولید نمی کنند و نقش آنها در کاهش انتشار دی اکسید کربن تا سال ۲۰۵۰ پررنگ دیده شده است، اما احتمال لغو ساخت این نیروگاها به دلایل زیست محیطی و مشکلات دفن زباله‌های اتمی، بسیار زیاد است[۱۹].

به این ترتیب نیروگاه‌های تجدید پذیر که باعث کاهش ۴۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند، اهمیت بیشتری خواهندیافت. با توجه به مطالب بالا، برنامه توسعه انرژی‌های تجدید پذیر تا سال ۲۰۵۰ شتاب بیشتری خواهد گرفت. تا سال ۲۰۳۰ بیش از یک سوم برق مورد نیاز از انرژی‌های تجدید پذیر تامین می‌شود. این روند تا سال ۲۰۵۰ ادامه خواهد داشت و با وجود افزایش شدید مصرف، سهم انرژی‌های تجدید پذیر نیز افزایش یافته و به بیش از ۴۲ درصد انرژی مصرفی خواهد رسید. تا کنون نیروگاه برق آبی مهم ترین منبع انرژی تجدید پذیر برای تولید برق بوده است. تولید برق آبی به دلیل محدودیت منابع آب در سال‌های آتی امکان توسعه ندارد و توسعه نیروگاه‌های بادی در دهه‌های آینده شتاب می‌گیرد و وتولید برق بادی تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۲۰ برابر امروز خواهد رسید. تولید برق بادی در سال‌های گذشته نیز رشد چشم گیری داشته است. این دستاورد با توسعه فناوری تولید توربین‌های بادی تا ظرفیت ۴ مگاوات و اقتصادی شدن آن در مقایسه با سایر روش‌های تولید، به دست آمده است. ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های بادی در سال ۲۰۰۸ ، بالغ بر ۱۲۰ گیگاوات بوده است و در دهه اخیر سالانه نزدیک به ۳۰ درصد افزایش یافته است. این رشد نمایی همچنان تا سال ۲۰۵۰ ادامه خواهد یافت و سهم برق بادی در سال ۲۰۵۰، به ۱۲ درصد برق مصرفی جهان خواهد رسید[۲۲].

۷-۳ مدیریت بهینه سبد تولید

با وجود اهمیت برنامه کاهش تولید کربن برای موسسه تحقیقات برق آمریکا ، موضوع برق رسانی همگانی تا سال ۲۰۵۰، ایجاب می‌نماید که استفاده از نیروگاه‌های بزرگ موجود کماکان ادامه یابد. منابع اصلی تولید برق در نیروگاه‌های فعلی جهان، به ترتیب سوخت‌های فسیلی(۶۷/۵ درصد) ، برق آبی (۱۶ درصد) و هسته‌ای (۱۳/۵ درصد) است. بدیهی است که با وجود تولید گسترده کربن در نیروگاه‌های فسیلی ، به واسطه سهم جدی آنها در تولید برق، نمی توان از آنها چشم پوشی کرد. با توجه به این واقعیت و با هدف کاهش تولید کربن ، اولویت‌های زیر از سوی موسسه تحقیقات برق آمریکا برای نیروگاه‌های بزرگ جهان پیشنهاد شده است.

- ✓ گسترش استفاده از فناوری IGCC در نیروگاه‌های زغالی با هدف کاهش تولید کربن به ازای هر مگاوات ساعت تولید برق
- ✓ گسترش استفاده از نسل جدید نیروگاه‌های هسته‌ای با هدف تولید همزمان برق و هیدروژن
- ✓ استفاده روز افزون از انرژی‌های تجدید پذیر در سبد منابع تولید برق[۱۳].

با وجود اولویت‌ها و جهت گیری‌های عمومی سه گانه مورد اشاره آنچه که در خصوص سبد منابع تولید برق حایز اهمیت است، موضوع ترکیب متوازن و کم ریسک منابع است. مطالعه وضعیت فعلی ظرفیت نیروگاه‌ها و روند آتی توسعه آن‌ها در کشورهای مختلف حاکی از آن است که در بیشتر کشورها سبدی متوازن از منابع تولید برق بیش بینی شده و برنامه آتی آن‌ها نیز در این راستا طرح ریزی شده است. بخش قابل توجهی از برق کشورهای صنعتی در نیروگاه‌های زغالی تولید می‌شود. برای مثال در انگلستان و آمریکا بیش از یک سوم برق تولیدی با ذغال سنگ تولید می‌شود. بدیهی است که نمی توان از این حجم تولید برق صرف نظر کرد و آن را به راحتی با سایر منابع جایگزین کرد. این امر هم از نظر سرمایه گذاری و هم از نظر امنیت تولید برق اهمیت دارد. از این رو باید راه‌هایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای این نیروگاه‌ها یافت. مهم ترین راه کارهای پیشنهادی که بسیاری از آنها برای سایر نیروگاه‌های فسیلی نیز کاربرد دارد، در زیر فهرست شده است.

- ✓ امکان استفاده از سوخت جایگزین (گاز به جای زغال سنگ)
- ✓ به کارگیری روش‌های بهره ورتر در نیروگاه‌های زغالی به همراه جذب کربن
- ✓ جذب کربن با جنگل کاری در اطراف نیروگاه
- ✓ جذب کربن با فرایندهای شیمیایی
- ✓ توسعه و به کارگیری روش‌های جذب مستقیم کربن
- ✓ بهبود بهره وری سیستم حمل ونقل و کاهش دی اکسید کربن ناشی از حرکت خودروها[۱۱] و [۹].

اقدام‌های مورد اشاره، همگی برای بهبود عملکرد و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به کار می‌آیند. همان طور که پیشتر عنوان شد، در توسعه نیروگاه‌های جدید، بیشتر بر انرژی‌های تجدید پذیر تاکید می‌شود. از سوی دیگر، برق رسانی همگانی در کشورهای در حال توسعه نیازمند اتخاذ روش‌های ارزانی است که بتوان در مدت کوتاهی برق مورد نیاز مردم را تأمین

کرد. از این رو سه اولویت زیر برای تأمین برق در کشورهای در حال توسعه اهمیت بالایی دارد.

- ✓ توسعه مولدهای تولید پراکنده به جای تولید متمرکز این سیاست در کشورهای توسعه یافته از دهه قبل دنبال شده است. تولید پراکنده ارزان ترین و سریع ترین روش برق رسانی به مناطقی است که به شبکه سراسری متصل نیستند. هزینه‌های برق رسانی با مولدهای تولید پراکنده باعث کاهش نیاز به احداث خطوط انتقال می‌شود. همچنین محدود بودن حجم سرمایه مورد نیاز برای احداث این نوع مولدها، امکان مشارکت بخش خصوصی و سرمایه گذاری دولت‌های با درآمد پایین را بیشتر می‌کند. برای مثال انتظار می‌رود که در سال ۲۰۲۵ ، در آمریکا بیش از ۲۵۰ گیگاوات (۲۵٪ ظرفیت تولید) به مولدهای تولید پراکنده کوچک تر از ۲۰ مگاوات اختصاص داشته باشد.
- ✓ اتکا به منابع داخلی انرژی برای تولید برق به منظور کنترل هزینه و امنیت شبکه
- ✓ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به منظور پرهیز از ایجاد بحران‌های زیست محیطی در آینده و بالا بردن امنیت شبکه ناشی از کمبود احتمالی سوخت[۱۳].

۷-۴ مدیریت مصرف و بهبود بهره وری

مدیریت مصرف کاهش شدت مصرف انرژی، علاوه بر این که بازده اقتصادی فراوانی برای کشورها دارد، برای برق رسانی همگانی ضروری است. نصب نیروگاه‌های جدید هزینه‌های فراوانی دارد و باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز می‌شود. از این رو، سیاست‌های مدیریت مصرف در زمره اولویت‌های صنعت برق جهان قرار گرفته است. موسسه تحقیقات برق آمریکا، در راستای مدیریت مصرف و بهبود بهره‌وری ، راهکارهای زیر را توصیه کرده است.

- ✓ مدیریت بار از راه دور (با استفاده از کنتورهای AMI)
- ✓ بهبود راندمان موتورهای صنعتی
- ✓ توسعه استفاده از سلول‌های سوختی
- ✓ کاهش جدی سهم روشنایی با استفاده از فناوری پلیمرهای با قابلیت ایجاد نور
- ✓ اصلاح فرایندهای صنعتی (به عنوان مثال استفاده از آندهای خنثی در تولید آلومینیوم)
- ✓ انجام فرایندهای شیمیایی در دمای پایین تر
- ✓ بهبود راندمان تراشه‌های الکترونیکی و کامپیوتری
- ✓ بهبود راندمان تجهیزات سرمایشی و استفاده از انرژی‌های نو برای سرمایش[۱۱].

مدیریت مصرف و بهبود بهره وری با بروز بحران نفتی دردهه ۱۹۷۰ اهمیت یافت و اغلب کشورها به استفاده بهینه تر از انرژی روی آوردند. همه کشورها و مناطق به یک اندازه در مدیریت مصرف توفیق نداشته اند. مدیریت مصرف در ایالت کالیفرنیای آمریکا حاکی از آن است که داشتن برنامه‌ای جامع (و نه اقتضایی) برای کاهش مصرف سرانه بسیار با اهمیت است. این نتایج با تمرکز بر بهبود استانداردهای ساختمان سازی، استفاده از تجهیزات پربازده و کاهش مصرف داخلی نیروگاه‌ها به دست آمده است. با وجود دنبال کردن سیاست‌های مدیریت مصرف در آمریکا در چهل سال گذشته، همچنان فرصت‌های بسیاری برای کاهش مصرف وجود دارد. برای مثال، تنها در ایالت‌های جنوبی آمریکا می‌توان ۴۰ تراوات ساعت در مصرف روشنایی کاهش داشت. این میزان معادل ۱ درصد مصرف آمریکاست.

۷-۵ حمل و نقل بر پایه برق

در خودروهای هیبریدی، با استفاده از فناوری‌های روز ترکیبی از موتور احتراقی درون سوز(ICE) و موتور الکتریکی (EV) در کنار هم قرار گرفته اند. در پی اهمیت یافتن مسایل زیست محیطی و آلایندگی موتورهای احتراقی از یک سو و بروز بحران‌های نفتی و افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر، توجه جوامع بشری به صرفه جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی جلب شده است. یکی از راه حل‌های اصلی تحقق این مهم، بهره مندی از خودروهای هیبریدی است[۹].

خودروهای هیبریدی الکتریکی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. دسته نخست خوورهایی هستند که موتور الکتریکی و موتور احتراقی به طور همزمان عمل کرده و در حقیقت مصرف سوخت فسیلی موتور احتراقی با کمک موتور الکتریکی کاهش می‌یابد. دسته دوم خودروهایی هستند که موتور الکتریکی و موتور احتراقی هر کدام به طور مجزا می‌توانند خودرو را به حرکت درآورده و مستقل از هم عمل نمایند. دو دسته یاد شده، بیشتر خودروهای کوچکی را شامل می‌شدند که مناسب سفرهای بین شهری نبودند. در ادامه پیشرفت‌های فناوری در جهان،نسل سوم این گونه خودروها، به نام PHEV عرضه شده است که ضمن مستقل عمل نمودن موتورهای الکتریکی و احتراقی، مسافت بیشتری را نیز می‌توانند طی کنند[۲۶] و [۲۵].

بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از خودروهای هیبریدی رو به افزایش است و پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰، نیمی از خودروهای جهان از این نوع باشند. با اتصال این خودروها در ساعات غیر پیک به شبکه ، انرژی الکتریکی در آنها ذخیره و از هدر رفتن سوخت‌های فسیلی جلوگیری می‌شود. همچنین

شارژ خودروها در زمان غیرپیک سبب می‌شود که دره منحنی بار پر شده و ضریب بار بهبود بیابد[۲۱].

بحث و نتیجه گیری

ایجاد شبکه هوشمند نیازمند آمادگی بستر مخابراتی و اتوماسیون شبکه توزیع است و بدون این دو، نمی توان انتظار داشت که توفیقی در این کار وجود داشته باشد. نصب کنتورهای AMI که در ایران از آن به عنوان هوشمند سازی شبکه توزیع یاد می‌شود ، تنها بخشی از فعالیت‌هایی است که برای هوشمند سازی شبکه مورد نیاز است.انجام این بخش جزیی نیز در بیشتر کشورهای دنیا در برنامه‌ای ۶ تا ۸ ساله پیش بینی شده است. با توجه به این مهم به نظر می‌رسد که ضرورت و امکان اتمام پروژه نصب کنتورهای هوشمند در مدت یک سال باید مورد بازبینی قرار گیرد. اولین گام در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ، پایش میزان آلایندگی نیروگا ها و گزارش دهی منظم آن است. دو اقدام در این راستا باید مورد توجه قرار گیرد. بهبود راندمان نیروگاه‌ها، اولویت اول است. این مهم در برنامه پنجم توسعه دیده شده است و راندمان نیروگاه‌های کشور به طور متوسط سالانه ۱ درصد افزایش خواهد یافت . اقدام بعدی نیز در توسعه استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر است. برنامه ریزی برای سهم ۳ درصدی منابع تجدید پذیر در تولید برق، در برنامه پنجم توسعه از جمله این اقدام‌هاست[۳]. با توجه به پتانسیل تونل‌های باد ایران و روند کاهشی قیمت نیروگاه‌های بادی در جهان، تمرکز ما باید برای تحقق این هدف، بر مولدهای بادی باشد. هر چند استفاده از انرژی خورشیدی گران است اما با توجه به اقلیم ایران باید مورد مطالعه قرار بگیرد. سبد منابع تولید برق ایران، با درصد بالایی (بیش از ۹۰ درصد) به منبع گاز وابسته است و این مهم موجب می‌شود که در شرایط خاص (سرمای شدید زمستان) بخش قابل توجهی از نیروگاه‌های گازی کشور با کمبود گاز مواجه شده و در نتیجه مدت زمان طولانی را با سوخت دوم خود کار کنند. بدیهی است که این مهم در قیمت تمام شده برق تولیدی و بهره برداری اثر بخش از تجهیزات حیاتی نیروگاه ، تأثیر ناخوشایندی دارد[۱]. مدیریت مصرف و بهبود بهره وری چند سالی است که در اولویت‌های صنعت برق و بخش انرژی کشور قرار دارد، اما جز نتایج مقطعی ، توفیق چندانی در این زمینه حاصل نشده است. همچنان شدت مصرف انرژی و برق در ایران بسیار بالاست و در سال‌های اخیر نیز روندی کاهشی نداشته است.توسعه و تشویق استفاده از خودروهای هیبریدی الکتریکی از طرف دولت‌ها و سازمان‌های بین المللی افزایش یافته است و باید پژوهش‌هایی برای عملی کردن چنین طرح‌هایی با برنامه ریزی مدون و بلند مدت در دستور کار قرار بگیرد. متولی این مهم نمی تواند تنها صنعت برق کشور باشد، ستاد مدیریت حمل و نقل و سوخت کشور نیز از جمله سازمان‌هایی است که باید به این موضوع توجه ویژه داشته باشد. امید که با توجه کافی و همه جانبه به این موضوع پس از ورود این خودروها به کشور، شاهد تکرار تجربه گازسوز کردن خودروها بدون توجه به توسعه زیرساخت‌های لازم برای تامین سوخت مورد نیاز آنها ، نباشیم.

منابع

۱. آمار ونمودارهای انرژی ایران وجهان،وزارت نیرو،معاونت برق وانرژی،دفتربرنامه ریزی کلان برق وانرژی(۱۳۸۷).
۲. تدوین سند چشم انداز وبرنامه راهبردی بلندمدت-گروه برنامه ریزی راهبردی وزارت نیرو(۱۳۹۰).
۳. تدوین مدل استراتژی فناوری درصنعت برق ایرن-دفتر تحقیقات شرکت توانیر(۱۳۹۰).
۴. لل،سانجایا،سیاست فناوری وتشویق بازار،دفتر سیاست صنعتی مرکز مطالعات فناوری دانشگاه صنعتی شریف ،چاپ اول،(انتشارات رسانا؛تهران۱۳۸۵).

5. ABB (2010), “Electric Vehicle Infrastructure: DC Fast Charge Station”, ABB, Turgi, Switzerland.
6. BC Hydro (2011), Smart Metering & Infrastructure Program Business Case, BC Hydro, Vancouver.
7. Budde, P. (2010), *Australia: Smart Grid Market in 2011*, Paul Budde Communication, Bucketty,Australia.
8. CER (Commission for Energy Regulation Ireland) (2011), “Cost-Benefit Analysis (CBA) for a National Electricity Smart Metering Rollout in Ireland”, CER, Dublin.
9. Circontrol (2010), “Electric Vehicle Charging: How, When and Where?”DECC (Department of Energy and Climate Change UK) (2011), “Smart Metering Implementation
10. EC (European Commission) (2009), *Directive 2009/72/EC*, EC, Brussels.
11. http://www.aryanaconsultants.com(2011.05.3)
12. http://circarlife.circontrol.com/en/news/electric-vehicle-charging-how-when-and-where. (2011.06.3)
13. http://www.iea.org(2011.07.3)
14. http://www.kepco.co.kr(2011.09.3) [
15. IEA (International Energy Agency) (2009a), *EV/PHEV Technology Roadmap*, OECD/IEA, Paris.
16. IEA (2009b), *Modelling Load Shifting Using Electric Vehicles in a Smart Grid Environment*,OECD/IEA, Paris.
17. IEA (2010a), *Energy Technology Perspectives*, OECD/IEA, Paris.
18. IEA (2010b), *Prospects for Large-Scale Energy Storage in Decarbonised Power Grids*, OECD/IEA,Paris.
19. IEA (2010c), *World Energy Outlook 2010*, OECD/IEA, Paris.

20. IEA (2011), *Smart Grids Technology Roadmap*, OECD/IEA, Paris.
21. Kurani, K., T. Turrentine and D. Sperling (1994), "Demand for Electric Vehicles in Hybrid Households: An Exploratory Analysis", *Transportation Policy*, Vol. 1, pp. 244–256.
22. Ministry of Ecology and Energy, France (2010), "Decree n° 2010-1022 on Smart Meters", Government of France, Paris.
Ministry of Energy, Ontario (n.d.), "Smart Meters",Ministry of Trade and Industry, Finland (2009), *Electricity Market Act 66/2009*.
23. MKE (Ministry of Knowledge Economy, Republic of Korea) (2010), "Korea National Smart Grid Road Map", MKE, Republic of Korea.
24. Programme: Response to Prospectus Consultation", DECC, London.DOE (US Department of Energy) (2008), "Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Infrastructure Review", DOE, Idaho.
25. RWTH (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen) (2010), "Grid for Vehicles", Schoemaker, P.J.H. (1995), "Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking", *Sloan management Review*, Vol. 36, No. 2, pp. 25-40.