پژوهشگاه نیرو



"بازنگری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان"

مدیر پروژه: محمد نیکنامی

مجری: وهاب مکاری‌زاده

NRI-ER-788-PCLPN06-00-F

DOI: 10.30503/nripress.2020.294


بسم الله الرحمن الرحيم

بازنگری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

مدیر پروژه:

محمد نیکنامی

همکار/همکاران پروژه:

سیاوش منیعی

مجری:

وهاب مکاری‌زاده

انتشارات پژوهشگاه نیرو

۱۴۰۰

کد گزارش: NRI-ER-788-PCLPN06-00-F

DOI: 10.30503/nripress.2020.294

ایران. وزارت نیرو. پژوهشگاه نیرو. گروه پژوهشی مدیریت انرژی

بازنگری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان / محمد نیکنامی. پژوهشگاه نیرو، ۱۴۰۰.

۳۹۱ ص.: مصور، نمودار، جدول

۱. نیکنامی، محمد/منیعی، سیاوش. ۲. مکاری‌زاده، وهاب.

انتشارات پژوهشگاه نیرو

گروه پژوهشی مدیریت انرژی

کلیه حقوق قانونی این اثر متعلق به پژوهشگاه نیرو است.

نشانی: تهران،شهرک‌غرب،انتهای‌بلوارشهیددادمان،پژوهشگاه‌نیرو، کدپستی: ۱٤٦٨٦۱۳۱۱۳

تلفن: ۹-۸۸۰۷۹٤۰۱

نمابر: ۸۸۰۷۸۲۹٦

وبگاه: *www.nri.ac.ir*

پست الکترونیک انتشارات: *publications@nri.ac.ir*

فرم تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب محمد نیکنامی متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این گزارش حاصل کار پژوهشی اینجانب و همکاران به شرح زیر است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به پژوهشگاه نیرو است.

همکاران :

۱. محمد نیکنامی

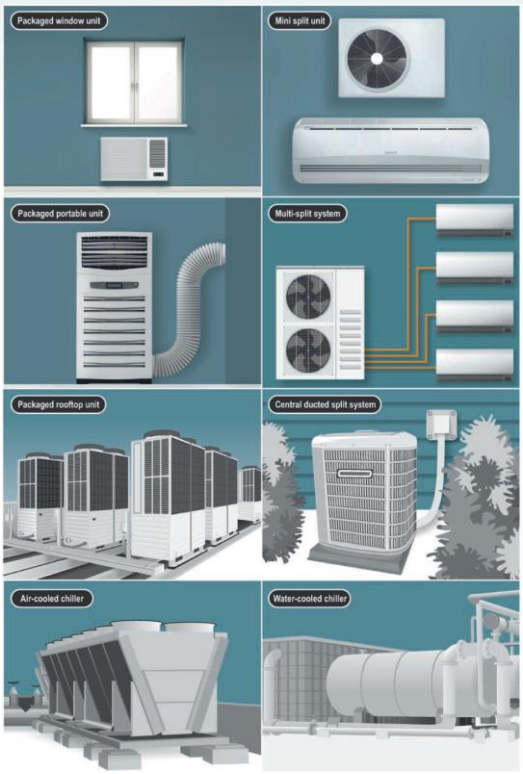
۲. سیاوش منیعی

۳. وهاب مکاری‌زاده

پژوهشگاه نیرو

Niroo Research Institute

"بازنگری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان"



کارفرما: پژوهشگاه نیرو

مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی

بهمن ماه ۱۳۹۹

به نام خدا

پژوهشگاه نیرو

نام گزارش: بازنگری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

کد گزارش-ویرایش: PCLPN06/T02

عنوان پروژه: بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های سرمایشی

واحد مجری پروژه: مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی

مدیر واحد مجری پروژه: شبنم منصوری

مدیر پروژه: سیاوش منیعی

تاریخ: بهمن ماه ۱۳۹۹

پیش‌گفتار

گزارش حاضر تحت عنوان بازنگری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان " فاز اول از پروژه "بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های سرمایشی" بوده که مشتمل بر زیربخش‌های زیر می‌باشد:

فصل اول: بازنگری ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

فصل دوم: به روز رسانی ضرورت توسعه و دلایل توجیه پذیری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

مجری محترم پروژه جناب آقای مهندس مکاری‌زاده از گروه مدیریت انرژی بوده و واحد مجری پروژه مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی پژوهشگاه نیرو می‌باشد. ناظرین محترم پروژه، آقایان دکتر عباس بحری (معاون رئیس پژوهشکده انرژی و محیطزیست) و دکتر مجتبی گیلوانژاد (رئیس پژوهشکده توزیع برق) می‌باشند. تیم مجری پروژه آقایان سیاوش منیعی و محمد نیکنامی از گروه مدیریت انرژی پژوهشگاه نیرو هستند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ۳
فهرست مطالب ٤
فهرست جداول ..... Error! Bookmark not defined.
فصل اول ٦
بازنگری ابعاد موضوع و محدوده مطالعات ٦
۱-۱: مقدمه ۷
۱-۲: بازنگری ابعاد موضوع و محدوده مطالعات ۷
۱-۲-۱: تبیین سطح تحلیل و افق زمانی سند بکارگیری فنآوریهای مدیریت بارهای سرمایشی ۷
۱-۲-۲: مرزبندی توصیفی ۱۰
۱-۲-۳: تبیین مشخصه های فناوری ۱۰
۱-۲-۴: ماهیت فناوری ۱۱
فصل دوم ۱۷
به روز رسانی ضرورت توسعه و دلایل توجیه پذیری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۱۷
۲-۱: ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه تولیدکنندگان برق (متولیان تولید، انتقال و توزیع برق) ۱۸
۲-۱-۱: کند شدن روند احداث نیروگاه با کاهش مصرف برق در ساعات پیک شبکه ۱۸
۲-۱-۲: کاهش و به تعویق انداختن سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت احداث شبکه انتقال و توزیع ۱۹
۲-۱-۳: بهره‌برداری بهینه از ظرفیت‌های موجود شبکه تولید، انتقال و توزیع ۱۹
۲-۱-۴: کاهش مسئله ناپایداری احتمالی و در نتیجه بهبود قابلیت اطمینان شبکه ۲۰
۲-۱-۵: کاهش تلفات داخلی نیروگاه‌ها ۲۱
۲-۱-۶: کاهش استهلاک، نیروگاه‌ها، شبکه انتقال و توزیع برق ۲۱
۲-۱-۷: کاهش مصرف آب در نیروگاه ها و هزینه های عملیاتی نیروگاه ۲۱

۲-۲: ضرورت های مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه مصرف کنندگان برق (استفاده کنندگان از سیستمهای سرمایشی) ۲۲
۲-۲-۱: کاهش هزینه انرژی ۲۲
۲-۲-۲: کاهش هزینه سرمایه گذاری لازم برای سیستمهای سرمایشی ۲۲
۲-۲-۳: کاهش هزینههای سیستمهای جانبی مرتبط با سیستمهای سرمایشی ۲۳
۲-۲-۴: کاهش مصرف آب و هزینه آب به صورت ضمنی (کولرهای آبی و چیلرها) ۲۳
۲-۲-۵: کاهش هزینه استهلاک سیستمهای سرمایشی در صورت کاهش بار ۲۳
۲-۲-۶: تأثیر متقابل مدیریت بارهای گرمایشی و سرمایشی ۲۳
۲-۳: ضرورت های مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه محیط زیست و توسعه پایدار ۲٤
۲-۳-۱: کاهش آلاینده های زیست محیطی ناشی از تولید برق ۲٤
۲-۳-۲: کاهش مصرف آب و کمک به پایداری منابع آب ۲٤
۲-۳-۳: کاهش حرارت داده شده به محیط زیست طی فرآیند تولید، انتقال و توزیع برق ۲٤
۲-۳-۴: افزایش کارامدی و کمک به توسعه استفاده از انرژی های تجدید پذیر برای تأمین بار الکتریکی ۲٥
۲-٤: ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه کلان و حفظ منافع ملی ۲٥
۲-۴-۱: لزوم دستیابی به اهداف اقتصاد مقاومتی در بخش اصلاح الگوی مصرف ۲٥
۲-۴-۲: کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانهای از طریق کاهش تولید انرژی الکتریکی ۲٦
۲-۴-۳: افزایش امنیت انرژی ۲۷
۲-۴-۴: افزایش اشتغال ۲۸
۲-۴-۵: افزایش کیفیت محیط داخل ساختمان‌ها و افزایش کیفیت زندگی ۲۹
۲-۴-۶: کمک به اقتصاد ملی از طریق کاهش مصرف سوخت ۳۱
۲-۴-۷: افزایش بودجه عمومی در کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت ۳۱
۲-۴-۸: کاهش وابستگی به سوختهای فسیلی ۳۲

فصل اول
بازنگری ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

۱-۱: مقدمه

با وجود تنوع اقلیمی موجود در ایران، اغلب مناطق کشور دارای آب و هوای معتدل و گرم بوده که باعث افزایش تقاضای بار سرمایشی در فصول گرم سال می‌گردد. بدین‌ترتیب با توجه به چگونگی افزایش دمای هوا، شاهد الگوهای مختلف در نحوه تغییرات بارهای سرمایشی و همچنین تنوع در استفاده از انواع تجهیزات تولید سرمایش می‌باشیم. با توجه به رابطه مستقیم زمان کارکرد تجهیزات سرمایشی با دمای هوا، میزان بار و انرژی مصرفی سرمایشی در اقلیم سرد و معتدل بیش از ۳۰ درصد و در اقلیم‌های گرم و مرطوب بالای ۶۰ درصد مصرف برق فصول گرم می‌باشد[۱]. بدین ترتیب می‌توان از بارهای سرمایشی به عنوان اضافه ظرفیت شبکه برق در فصول سرد نسبت به فصول گرم یاد نمود. این علت از یک طرف و کاهش راندمان نیروگاه‌های گازی، بخاری و سیکل ترکیبی به علت افزایش دمای هوای محیط از طرف دیگر باعث مشکل کمبود برق در فصل‌های گرم سال می‌باشند. با توجه به این مهم مدیریت بارهای سرمایشی در جهت کاهش و بهینه‌سازی مصرف برق می‌تواند از ظرفیت‌سازی های جدید در صنعت برق جلوگیری نموده و مقادیر قابل توجهی از سرمایه‌های ملی را صرفه‌جویی نماید.

با توجه به اهمیت بخش سرمایش و سهم بالای آن در مصرف انرژی نهایی و شدت مصرف انرژی نهایی در بخش مذکور، در این گزارش به ضرورت‌های مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه‌های مختلف پرداخته می‌شود. ضرورت‌های این سند راهبردی از دیدگاه فنی از نقطه نظر تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و همچنین از دیدگاه محیط زیست و توسعه پایدار بررسی می‌شود. ضرورت‌های کلی این کار از دیگاه های مختلف اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه ضرورت‌های قانونی مدیریت بارهای سرمایشی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و خلاصه ای از قوانین و مقررات موجود در کشور در این زمینه ارائه و نحوه ارتباط آن‌ها با مدیریت بار سرمایشی از جنبه های مختلف ارائه می شود. در پایان نیز با توجه به ضرورت های قانونی ارائه شده، لزوم تدوین سند راهبردی و دلایل توجیه پذیری اقتصادی در این زمینه بررسی می‌شود.

۱-۲: بازنگری ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

۱-۲-۱: تبیین سطح تحلیل و افق زمانی سند بکارگیری فنآوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی

یکی از فاکتورهای اساسی که در واقع یک مشخصه یا ویژگی برای هر نقشه راه محسوب می‌شود و یکی از عوامل تعیین کننده در انتخاب روش مناسب جهت تدوین نقشه راه نیز هست، سطح مورد بررسی یا سطح تحلیل می‌باشد. در این ارتباط سه سطح متفاوت قابل تعریف است که عبارتند از:

- سطح بنگاه،
- سطح صنعت،
- سطح ملی.

سطح بنگاه مربوط به حالتی است که یک سازمان یا بنگاه به صورت داخلی اقدام به تهیه نقشه راه کند. بعنوان مثال زمانیکه در این پروژه مطرح گردیده که تحلیلها و نقشه راه در سطح پژوهشگاه نیز در نظر گرفته شود، سطح تحلیل بنگاهی نیز خواهد بود. اگر نقشه راه فنآوری در برگیرنده چندین سازمان خواه به صورت کنسرسیوم یا کل صنعت باشد مورد دوم از سطوح تحلیل رخ می‌دهد. در برخی موارد نیز سطح تحلیل نقشه راه ملی است. این نقشه راه‌ها که در ابعاد ملی نیز ترسیم می شوند، عموما با هدف آینده‌نگری و نیز تسهیل در امر تصمیم‌گیری می‌باشند. معمولا در سطح ملی با حوزه‌های از دانش مواجه می‌شوند که به تعیین و اجرای سیاست‌های مربوط به توسعه و بکارگیری فنآوری و نیز سیاست‌های مربوط به تاثیرات فنآوری بر جامعه، سازمانها، افراد و محیط طبیعی می‌پردازند. در برخی موارد ممکن است سطح تحلیل از حالت ملی نیز فراتر رفته و حالت منطقه‌ای یا بین‌المللی بخود بگیرد.

در ارتباط با موضوع این پروژه سطح تحلیل از ابعاد و زوایای مختلفی می‌تواند مورد بحث و بررسی قرار گیرد. یکی از مهم‌ترین ابعاد به بخش مصرف‌کننده انرژی وابسته می‌باشد. مهم‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در حوزه سرمایش شامل ساختمان‌های مسکونی، عمومی و تجاری می‌باشد. نوع و مقدار مصرف انرژی در هریک از این بخش‌ها با توجه به ماهیت هر بخش و سیاست‌های اتخاذی دولت در خصوص انواع حامل‌های انرژی و قیمت آنها تعیین می‌شود. نظر به اینکه مجموع بخش‌های مسکونی، عمومی و تجاری در قالب بخش ساختمان در ایران سهم عمده مصرف انرژی جهت تولید سرمایش فضا را به خود اختصاص می‌دهند و همچنین دارای پتانسیل قابل توجه در خصوص بهینه‌سازی مصرف انرژی در جهت مدیریت و کاهش بارهای سرمایشی می‌باشند، لذا بخش‌های فوق به عنوان بخش هدف و مورد بحث در این مطالعه مد نظر قرار می‌گیرد.

مطابق آنچه که گفته شد سطح تحلیلی این پروژه ملی–بنگاهی بوده و با توجه به اینکه مهم‌ترین حامل انرژی تولید سرمایش انرژی برق می‌باشد محدوده کاری پروژه به صورت مستقیم با حیطه کاری وزارت نیرو در ارتباط است. بدین معنی که مشکل رشد بارهای سرمایشی، همیشه به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های وزارت نیرو مطرح بوده و صاحب‌نظران در صنعت برق همیشه بدنبال برطرف نمودن مشکل فوق می‌باشند. باید در نظر داشت که تکنولوژی‌های تولید سرما بر پایه استفاده از انرژی‌های فسیلی و تجدید پذیر همانند چیلرهای جذبی گاز سوز و خورشیدی، نقش کلیدی در تولید سرما در

ساختمان‌ها در تمامی دنیا بازی می‌کنند. بنابراین در این پروژه نقش تکنولوژی‌های فوق در کنار سیستم‌های سنتی تولید سرمایش بررسی شده و در سند راهبری و نقشه راه نهایی پروژه لحاظ خواهد شد. بدیهی است که نقش دیگر وزارتخانه‌ها همچون صنعت، نفت و راه و شهرسازی در این مسیر اهمیت داشته که سعی شده از نمایندگان وزارت‌خانه‌های فوق در کمیته راهبری استفاده شود.

از موارد دیگری که در تهیه نقشه راه باید مد نظر قرار گیرد، افق زمانی است. افق زمانی را می‌توان به صورت فاصله زمانی مابین وضعیت موجود با وضعیت مطلوب یا وضعیت مورد نظر در چشم انداز تعریف نمود. عوامل مختلفی در تعیین افق زمانی برای یک موضوع نقش دارند که عبارتند از:

- میزان و شدت تغییرات در تعداد و تنوع اجزاء و عوامل محیطی موثر بر موضوع مورد مطالعه
- میزان و شدت تغییرات در وضعیت اجزاء و عوامل محیطی موثر بر موضوع مورد مطالعه
- شدت رابطه و تاثیر عوامل محیطی در حال تغییر با موضوع مورد مطالعه
- میزان و شدت وابستگی عوامل محیطی موثر بر موضوع مورد مطالعه به یکدیگر
- نوع رابطه بین وضعیت عوامل محیطی و اندازه یا افق زمانی

با در نظر گرفتن این عوامل، فرآیند ذیل جهت تعیین افق زمانی پیشنهاد می‌گردد:

- اندازه گیری و تعیین وضعیت موجود عوامل محیطی سازمان
- تحلیل و تعیین الگوی تغییرات عوامل محیطی (از زمان حاضر تا آینده)
- محاسبه و ارزیابی تغییرات عوامل و اجزاء محیطی
- تعیین دوره یا افق زمانی بر مبنای نتایج ارزیابی

با استفاده از فرآیند بالا افق زمانی تعیین می‌شود که با توجه به اهداف پروژه فوق سه افق زمانی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت به صورت زیر برای این سند راهبردی و نقشه راه در نظر گرفته می‌شود. باید در نظر داشت که طول افق زمانی انتخاب شده با توجه به تغییرات آرام در سیستم‌های سرمایشی و همچنین به بلوغ رسیدن صنعت فوق در دنیا می‌باشد.

- افق کوتاه مدت: ۵ ساله (۱۳۹۴-۱۳۹۹)
- افق میان مدت: ۱۰ ساله (۱۳۹۴-۱۴۰۴)
- افق بلند مدت: ۲۰ ساله (۱۳۹۴-۱۴۱۴)

۲-۲-۱: مرزبندی توصیفی

با تعریف نظام‌های توسعه فناوری به عنوان شبکه‌ای از عوامل متعامل در یک حوزه‌ی فناورانه و اثرگذار در فرآیند تولید، انتشار و بهره‌برداری نوآوری، سطوح مختلف تحلیلی برای این سیستم می‌توان در نظر گرفت. بر این اساس، توسعه فناوری را می‌توان در سه واحد تحلیل فناوری به معنای یک حوزه دانشی، محصول، و مجموعه‌ای از محصولات مرتبط به‌هم و با هدف برآوردن کارکردی خاص مورد بررسی قرار داد. انتخاب سطح تحلیل بر شناسایی اجزای درون سیستم و تحلیل‌های آتی اثرگذار خواهد بود (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱: واحدهای تحلیل توسعه فناوری

سطح تحلیل	موضوع
حوزه علم و دانشی	تأکید بر یک فناوری و زیرفناوری‌های آن با درنظرگیری قابلیت استفاده در کاربردها و محصولات مختلف
محصول فناورانه	محوریت قرار گرفتن یک محصول و بررسی فناوری‌ها و کاربردهای مرتبط با آن
بخش فناورانه	هدف تحلیل بررسی یک بازار خاص و مجموعه‌ی بهم پیوسته‌ای از محصولات موردنیاز یک حوزه

با توجه به مطالب گفته شده و همچنین تقسیم بندی صورت گرفته در جدول ۱-۱ و در نظر گرفتن این موضوع که هدف این پروژه بررسی و تحلیل محصولات حوزه مدیریت بارهای سرمایشی می‌باشد، لذا سطح تحلیل توصیفی برای این پروژه در بخش فناورانه قرار می گیرد.

۳-۲-۱: تبیین مشخصه های فناوری

در ادبیات مدیریت فناوری، تعاریف و تعابیر مختلفی از فناوری ارائه شده است که منعکس کننده نقطه نظرات متفاوت محققین و صاحب نظران این رشته است. اکثر محققین بر این نکته اتفاق نظر دارند که فناوری عبارت است از کاربرد علم در جهت مرتفع کردن نیازهای زندگی انسان. برخی علاوه بر علم، تجارب و مهارت‌های انسان را نیز به مؤلفه‌های فناوری اضافه کرده‌اند. بدین ترتیب فناوری عبارت است از دانش و مهارت‌های لازم برای تولید کالا و یا ارائه خدمات که حاصل قدرت فکری و شناخت انسان و ترکیب قانون های موجود در طبیعت می‌باشد.

تعریفی که از فناوری در این مطالعه مورد استفاده قرار می‌گیرد، عبارت است از:

فناوری کاربرد علم، تجربه و مهارت های انسانی در جهت مرتفع کردن نیازهای اجتماعی است. فناوری در مجموعه‌ای از ابزار[۱]، مهارت‌ها[۲]، و دانش و اطلاعات[۳] جلوه می‌کند که به اجزاء فناوری معروف هستند. نه تنها عدم حضور یکی از این اجزاء، بلکه عدم هماهنگی میان آنها در کارآیی و اثربخشی فناوری مؤثر است.

این تعریف می‌تواند گستره وسیعی از فناوری‌ها را تحت پوشش قرار دهد. وجود برداشت‌های مختلف از فناوری بر عدم قطعیت در تدوین گام‌های ضروری در سند ملی توسعه فناوری می‌افزاید. برای مهار این عدم قطعیت ضروری است تا به ارائه یک طبقه‌بندی از ابعاد فناوری پرداخته شود.

در ادامه پس از ارائه تعریف از مفهوم فناوری، جایگاه فناوری با استفاده از طبقه‌بندی از ابعاد مختلف مشخص می‌گردد.

٤-۲-۱: ماهیت فناوری

بر اساس مطالعه مراجع، از حیث ماهیت کاربردی، فناوری‌ها را می‌توان از سه بعد مختلف تقسیم بندی نمود. این ابعاد در ذیل اشاره شده‌اند [۱۸].

۱-۲-٤-۱- سابقه فناوری

بر اساس سابقه حضور، فناوری‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی فناوری‌های جدید[۴] در مقابل فناوری‌های موجود[۵] تقسیم کرد. فناوری‌های جدید عبارتند از فناوری‌هایی که برای اولین بار در یک مرز بنگاهی، ملی و یا بخشی وارد شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعنوان مثال نرم افزار جدیدی که برای طراحی محصول بکار گرفته می‌شود و جایگزین روش دستی طراحی می‌گردد. فناوری جدید لزوماً یک فناوری نوظهور[۶] نیست، بلکه می‌تواند سال‌ها پیش خلق شده و توسط دیگران مورد استفاده قرار گرفته باشد.

---

۱ *Technoware/Hardware*

۲ *Humanaware/Brainware*

۳ *Infoware/Software*

۴ *New technologies*

۵ *Current technologies*

۶ *Emerging technologies*

با تعریف ارائه شده، معیار تشخیص فناوری جدید از فناوری موجود، سابقه حضور آن فناوری در داخل مرزهای بنگاهی و یا ملی است. منظور از سابقه‌ی حضور هم شکل‌گیری بازار فناوری است. فناوری‌هایی که بازار آن‌ها شکل‌گرفته باشد را باید جزء فناوری‌های موجود قلمداد کرد.

با توجه به مطالب گفته شده تکنولوژی‌های مورد مطالعه در این پروژه که برای مدیریت بارهای سرمایشی می‌باشند به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند (جدول ۱-۲):

جدول ۱-۲: تکنولوژی‌های مورد مطالعه در این پروژه

فناوری های موجود	فناوری های جدید
کولر آبی	اسپیلت با اینورتر
کولر گازی پنجره ای	داکت اسپلیت بدون اینورتر
اسپیلت بدون اینورتر	داکت اسپلیت با اینورتر
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	VRV/VRF
چیلر جذبی	مینی چیلر
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	چیلر جذبی خورشیدی
چیلر تراکمی گریز از مرکز	

۱-۲-٤-۲- پیچیدگی فناوری

پیچیدگی منجر به تقسیم‌بندی فناوری به دو گروه فناوری‌های پیشرفته[۷] در مقابل فناوری‌های ساده[۸] می‌گردد. واژه "فناوری پیشرفته" اشاره به فناوری‌هایی دارد که دارای ویژگی‌های زیر باشند:

- پیچیدگی زیاد
- علم محوری
- چرخه عمر کوتاه

[۷] *High technologies*

[۸] *Low/medium technologies*

- سهم بالای فناوری در قیمت تمام شده کالا/خدمت
- هزینه بالای تحقیق و توسعه

ویژگی‌های ذکر شده برای فناوری‌های پیچیده را می‌توان به عنوان معیارهایی برای تمیز دادن فناوری‌های پیچیده از فناوری ساده استفاده نمود.

با توجه به ویژگی‌های مذکور فناوری‌هایی مانند کولر آبی، کولر گازی پنجره‌ای، اسپیلت بدون اینورتر، داکت اسپلیت بدون اینورتر، چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف و چیلر جذبی دارای پیچیدگی نسبتاً پایین، چرخه عمر نسبتاً طولانی، سهم پایین فناوری در قیمت تمام شده و هزینه تحقیق و توسعه پایین می‌باشند و لذا جزء فناوری‌های ساده تقسیم بندی می‌گردند. از طرف دیگر فناوریهایی مانند اسپیلت با اینورتر، داکت اسپلیت با اینورتر، VRV/VRF، مینی چیلر و چیلر جذبی خورشیدی، چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته، چیلر تراکمی گریز از مرکز دارای پیچیدگی نسبتاً زیاد، چرخه عمر کوتاه، سهم بالای فناوری در قیمت تمام شده و هزینه تحقیق و توسعه زیاد می‌باشند و همچنین علم محور هستند. لذا این فناوری‌ها جزء فناوری‌های پیشرفته در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی قرار می گیرند.

۱-۲-٤-۳- تناسب فناوری

بر طبق این معیار، فناوری را می‌توان در گروه فناوری‌های مناسب[۹] در مقابل نامناسب[۱۰] جای داد. واژه فناوری مناسب، به فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که بیشترین سازگاری را با نیازهای شناسایی شده از یک طرف و منابع موجود (از جمله منابع فناورانه) از طرف دیگر داشته باشند. بنابراین فناوری مناسب لزوماً یک فناوری پیشرفته یا نوظهور نیست. بعنوان مثال استفاده کارآ و مؤثر از یک فناوری پیشرفته وقتی امکان‌پذیر است که زیرساخت‌های لازم و مهارت‌های انسانی موردنیاز از قبل وجود داشته باشد. لذا به صورت کیفی تقریباً تمامی فناوری‌های مورد مطالعه برای مدیریت بارهای سرمایشی برای تأمین نیازهای کشور مناسب ارزیابی می‌شوند.

از طرفی دیگر در صورت نیاز کشور به هر یک از این فناوری‌ها، زیرساخت‌های تولید و شبکه انتقال و توزیع برای توسعه استفاده از آنها فراهم می‌باشد. از این رو تمامی این فناوری‌ها با توجه به زیرساخت‌های کشور متناسب ارزیابی می‌شوند.

از نظر منابع در دسترس (انرژی و آب)، قابلیت تأمین منابع مورد نیاز برای این فناوری‌ها برای استفاده در داخل کشور فراهم می‌باشد. نکته پر اهمیت در بخش بخش منابع، کارائی فنی و اقتصادی سیستم‌های منتخب برای توسعه می‌باشد که

[۹] *Appropriate technologies*

[۱۰] *Inappropriate technologies*

این انتخاب می‌بایست با دقت کافی انجام شود. در فاز سوم به این مطالب پرداخته خواهد شد. لذا، تمامی این تکنولوژی‌های متناسب با منابع موجود در کشور از جمله منابع انرژی در دسترس و شرایط آب و هوایی می‌باشند.

۱-۲-٤-٤- تعیین چرخه عمر فناوری

فناوری‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی و نوع تعاملات با بازار متغیر در طول زمان هستند. این تغییر در طول زمان را باید در قالب طبقه‌بندی فناوری در طول مراحل چرخه عمر به نمایش گذاشت. تغییر ویژگی‌های عملکردی فناوری و رسیدن به بلوغ فنی در طول زمان بیان‌کننده چرخه عمر فناوری است. تغییر حجم ارائه‌ی فناوری در بازار برحسب زمان نیز چرخه عمر محصول بازار را نشان می‌دهند.

چرخه عمر فناوری، مفهومی است که نحوه بهبود عملکرد یک فناوری را در طول زمان نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، محل قرارگیری یک فناوری در چرخه عمر، متأثر از منحنی‌های چرخه عمر فناوری‌های وابسته به آن می‌باشد. از آنجا که فناوری‌های پیچیده غالباً از فناوری های دیگری در سطوح پایین تر تشکیل شده‌اند، چرخه عمر آن‌ها نیز مرکب از چرخه عمر اجزای تشکیل دهنده آن است. منحنی چرخه عمر دارای چهار مرحله جنینی، رشد، بلوغ و زوال است. زمانی که یک فناوری به محدودیت طبیعی خودش برسد، جایی برای بهبود نداشته و به سمت زوال و جایگزینی با فناوری‌های دیگر حرکت می‌کند. بنابراین لازم است تا فناوری‌هایی برای توسعه انتخاب شوند که در مرحله زوال خود قرار نداشته باشند. برنامه‌ریزی برای توسعه قطعات موجود در مرحله زوال منجر به هدررفت سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته و از دست دادن رقابت‌پذیری می‌گردد.

با استفاده از چهار معیار رشد فروش، سود شرکت های تولید کننده، تعداد رقبا و قیمت، می توان به صورت کیفی جایگاه هر فناوری را در چرخه عمر فناوری معین نمود. جدول ۱-۳ نشان دهنده ویژگی هر یک از این معیارها در مراحل چرخه عمر فناوری است.

جدول ۱-۳: ویژگی معیارها در مراحل چرخه عمر فناوری

پارامترها	مرحله معرفی	مرحله رشد	مرحله بلوغ	مرحله زوال
رشد فروش	پائین	رشد سریع	رشد کند	رشد منفی
سود شرکت‌های تولیدکننده	قابل چشم‌پوشی	در سطح بالا	متعادل	در حال کاهش

پارامترها	مرحله معرفی	مرحله رشد	مرحله بلوغ	مرحله زوال
تعداد رقبا	پائین	در حال رشد	تعداد زیادی رقیب (بازار اشباع شده است)	تعداد پائین
قیمت	بالا	در حال نزول	پائین‌ترین مقدار	پائین‌ترین مقدار

با توجه به معیارهای ارائه شده در جدول ۱-۳ چرخه عمر فناوریهای حوزه مدیریت بارهای سرمایشی به صورت کیفی در جدول ۱-۴ خلاصه شده است.

جدول ۱-٤: چرخه عمر فناوریهای حوزه مدیریت بارهای سرمایشی

تکنولوژی	رشد فروش	سود شرکت‌های تولیدکننده	تعداد رقبا	قیمت	چرخه عمر
کولر آبی	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ
کولر گازی پنجره ای	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ
اسپیلت بدون اینورتر	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ
اسپیلت با اینورتر	سریع	بالا	در حال رشد	در حال نزول	رشد
داکت اسپلیت بدون اینورتر	سریع	بالا	در حال رشد	در حال نزول	رشد
داکت اسپلیت با اینورتر	سریع	بالا	در حال رشد	در حال نزول	رشد
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف (رفت و برگشتی و . . .)	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ

تکنولوژی	رشد فروش	سود شرکت‌های تولیدکننده	تعداد رقبا	قیمت	چرخه عمر
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته (اسکرول، اسکرال و . . .)	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ
چیلر تراکمی گریز از مرکز	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ
VRV/VRF	سریع	بالا	در حال رشد	در حال نزول	رشد
مینی چیلر	سریع	بالا	در حال رشد	در حال نزول	رشد
چیلر جذبی	کند	متعادل	زیاد	پایین	بلوغ
چیلر جذبی خورشیدی	پایین	قابل چشم پوشی	پایین	بالا	معرفی

فصل دوم

به روز رسانی ضرورت توسعه و دلایل توجیه پذیری سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

همانطور که در مقدمه فصل قبل نیز اشاره شد، در این بخش ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه‌های مختلفی مورد بررسی قرار می گیرد که در ادامه به تشریح آن ها پرداخته می شود.

۲-۱: ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه تولیدکنندگان برق (متولیان تولید، انتقال و توزیع برق)

نیروگاه‌ها و شبکه‌های انتقال و توزیع به عنوان تامین کنندگان انرژی الکتریکی برای مشترکین می‌باشند، بنابراین توجه به مدیریت بارهای سرمایشی و در نتیجه مدیریت بار الکتریکی، به دلایل زیر مورد لزوم است:

۲-۱-۱: کند شدن روند احداث نیروگاه با کاهش مصرف برق در ساعات پیک شبکه

وجود اوج بار در شبکه برقی یکی از مشکلات اساسی موجود در صنعت برق می‌باشد. قسمت قابل توجهی از این اوج بار در فصل تابستان توسط برق مصرفی برای تأمین بارهای سرمایشی در ساختمان‌ها ایجاد می‌گردد. بطوریکه در مناطق گرمسیری کشور، برق اصلی‌ترین حامل انرژی جهت تولید سرمایش ساختمان‌ها می‌باشد. همچنین در سایر مناطق کشور نیز به دلیل استفاده عمده از کولرهای آبی، کولرهای گازی، اسپلیت، پکیج‌های سرمایشی و چیلرهای تراکمی همچنان برق حامل انرژی اصلی مورد استفاده است[۲].

با استناد به نتایج مطالعات مدیریت بار که توسط مرکز تحقیقات نیرو انجام گرفته است، یکی از گزینه‌ها برای صرفه‌جویی در بخش‌های مختلف مصرف کنندگان انرژی الکتریکی و در نتیجه کاهش پیک شبکه سراسری، اعمال کنترل بر روی وسایل برودتی و سرمایشی است. با توجه به آمار و اطلاعات منتشره توسط وزارت نیرو و دیگر ارگان های ذیربط، سهم مولفه‌های مختلف مصرف در ساعات پیک بشکل جدول ۱-۴ می باشد[۳].

جدول ۱-٤: سهم مولفه های مختلف مصرف در ساعات پیک

ردیف	نام بخش	سهم در مصرف در ساعات پیک (درصد)
۱	خانگی	۵۰/۷
۲	صنعتی	۱۸/۶
۳	تجاری	۱۲/۶

۴	عمومی	۶/۰
۵	کشاورزی	۷/۶
۶	سایر	۴/۵

با توجه به جدول ۱-۴، میزان ۶۹/۳ درصد از مصرف در ساعات پیک مربوط به بخش های خانگی تجاری و عمومی است که قسمت عمده ای از پیک در فصل گرم مربوط به سیستمهای سرمایشی است.

قله و دره ایجاد شده در منحنی برق مصرفی برای تأمین بار سرمایشی یا به عبارتی ساعات اوج بار و غیر اوج بار در اقلیم‌های آب و هوایی مختلف متفاوت بوده و به نوع سیستم سرمایشی مورد استفاده و دما و رطوبت آن اقلیم بستگی دارد. به عنوان نمونه طی یک مطالعه موردی انجام گرفته در شهرستان بندرعباس، اوج بار سرمایشی در این شهرستان در سه ناحیه زمانی رخ می دهد. این نواحی شامل ساعت های ۱ الی ۵ صبح، ۱۳ الی ۱۶ بعدظهر و ۲۱ الی ۲۴ شب می‌باشد که با توجه به نمودار منحنی بار سرمایشی و وجود دره در این نمودار می‌توان با استفاده از ذخیره‌سازهای سرما اقدام به حذف یا کاهش اوج بار نمود[۴]. با توجه به اینکه دیماند مشترکین بر اساس حداکثر توان مصرفی تعیین می‌گردد، لذا در صورت عدم استفاده از روش‌های حذف یا کاهش اوج بار و تنها بدلیل تغییرات منحنی بار سرمایشی باید مقدار دیماند مشترکین و در نتیجه ظرفیت شبکه توزیع و انتقال و همچنین ظرفیت تولید برق نیروگاه‌ها بالاتر از حد متوسط مورد نیاز در نظر گرفته شود که این امر باعث اتلاف انرژی در سطوح مختلف سیستم انرژی کشور و افزایش غیر منطقی شدت مصرف انرژی نهایی در کشور می‌گردد.

۲-۱-۲: کاهش و به تعویق انداختن سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت احداث شبکه انتقال و توزیع

با توجه به موارد مذکور در بند قبلی، واضح است که در صورت عدم حذف یا کاهش اوج بار ناشی از بارهای سرمایشی، در اثر رشد نامتناسب ظرفیت سیستم های تولید، انتقال و توزیع با تعداد مشترکین و دیماند آن‌ها، هزینه‌های سرمایه‌گذاری لازم برای توسعه شبکه انتقال و توزیع برق و همچنین احداث نیروگاه‌ها با افزایش غیر منطقی همراه خواهد بود. بنابراین با مدیریت بارهای سرمایشی مقدار دیماند مشترکین به شدت کاهش یافته و هزینه‌های سرمایه‌گذاری لازم برای توسعه سیستم انرژی کشور کاهش می‌یابد[۲].

۲-۱-۳: بهره‌برداری بهینه از ظرفیت‌های موجود شبکه تولید، انتقال و توزیع

در صورت وجود پیک در منحنی مصرف در شبکه سراسری کشور می‌بایست جهت تأمین توان مورد نیاز برای این پیک ظرفیت نیروگاه‌ها افزایش یابد. توسعه نیروگاه‌ها بر اساس حداکثر ظرفیت مورد نیاز باعث می‌شود که در سایر ساعات منحنی بار الکتریکی در شبکه سراسری (میان باری و کم باری) نیروگاه‌ها مجبور شوند تنها با قسمتی از ظرفیت نامی خود کار کنند (بار جزئی[۱۱]) و یا به عبارتی زیر ظرفیت کار کنند. باید در نظر داشت که زیر ظرفیت کار کردن باعث کاهش شدید در راندمان حرارتی نیروگاه می‌شود. در نتیجه قسمتی از ظرفیت نیروگاه در ساعات غیر پیک بلااستفاده می‌ماند و از ظرفیت شبکه به صورت بهینه استفاده نمی‌شود. بنابراین در صورت وجود پیک در شبکه هزینه واحد انرژی تولید شده به دلیل کاهش راندمان نیروگاه نیز به شدت افزایش می‌یابد[۲].

با مدیریت بارهای سرمایشی که قسمت عمده‌ای از پیک بار الکتریکی مربوط به آنها می‌باشد، می‌توان پیک شبکه را تاحد زیادی کاهش داد و با جلوگیری از روند غیر ضروری توسعه نیروگاه‌ها و شبکه انتقال و توزیع از ظرفیت‌های موجود به صورت کاملاً بهینه استفاده نمود.

استفاده از سیستم‌های سرمایشی در ساعات غیر پیک می‌تواند این مشکل را تا حد زیادی حل کند. تولید و ذخیره‌سازی سرما یکی از راه های انتقال بار الکتریکی از ساعات پیک به ساعات غیر پیک است که باعث افزایش توان مصرفی در ساعات غیر پیک و در نتیجه افزایش راندمان حرارتی نیروگاه‌ها می‌شود.

۲-۱-٤: کاهش مسئله ناپایداری احتمالی و در نتیجه بهبود قابلیت اطمینان شبکه

افزایش بیش از حد بارهای الکتریکی در یک ناحیه جغرافیایی می‌تواند باعث بوجود آمدن ناپایداری (ولتاژ) در شبکه سراسری گردد. یکی از مولفه‌های اصلی تشکیل‌دهنده بارهای الکتریکی در فصول گرم توان مصرفی برای تأمین بارهای سرمایشی می‌باشد[۲].

تعریف موسسه مهندسان برق و الکترونیک یا IEEE[۱۲] از پایداری ولتاژ عبارتست از توانایی یک سیستم قدرت در نگهداری ولتاژ دائمی در همه باس‌های سیستم بعد از بروز اغتشاش در شرایط مشخصی از بهره برداری. اغتشاش ممکن است خروج ناگهانی یکی از تجهیزات باشد یا افزایش تدریجی بار. هنگامی که توان الکتریکی انتقالی به بار رو به افزایش است تا بتواند بار اضافه شده را تامین کند (بار ممکن است مکانیکی، حرارتی یا روشنایی باشد)، و هر دو مؤلفه یعنی توان و ولتاژ قابل کنترل

[۱۱] *Part Load*

[۱۲] *Institution of Electrical and Electronics Engineers*

بمانند، سیستم قدرت پایدار ولتاژی خواهد بود و اگر سیستم بتواند بار الکتریکی را منتقل کند و ولتاژ از دست برود سیستم ناپایدار ولتاژ است. فروپاشی ولتاژ هنگامی رخ می‌دهد که افزایش بار باعث غیرقابل کنترل شدن ولتاژ در ناحیه مشخصی از سیستم قدرت گردد. بنابراین ناپایداری ولتاژ در طبیعت خود یک پدیده ناحیه ای است، که می‌تواند بصورت فروپاشی ولتاژ کلی بدل گردد بدون هیچ پاسخ سریعی. با تغییر ساختار جدیدی که در سال‌های اخیر در سیستمهای قدرت پدید آمده و باعث شده است که واحدهای تولیدی، توان الکتریکی هرچه بیشتری را از خطوط انتقال عبور دهند، انتظار می‌رود شاهد فروپاشی ولتاژ گسترده‌تر و بیشتر سیستم‌های قدرت باشیم. برای مثال عبور توان بیش از حد از یک خط انتقال باعث افت ولتاژ بیش از حد و کاهش ظرفیت انتقال توان الکتریکی به بخش مشخصی از سیستم قدرت گردد[۶].

با توجه به مطالب گفته شده کاملاً مشخص است که با مدیریت بارهای سرمایشی و در نتیجه جلوگیری از افزایش بیش از حد توان الکتریکی لازم برای تأمین این بارها در ساعات اوج بار در فصول گرم می‌توان تا حد زیادی از بوجود آمدن ناپایداری در شبکه سراسری جلوگیری نمود.

۲-۱-۵: کاهش تلفات داخلی نیروگاه‌ها

میزان تلفات داخلی نیروگاه تابعی از راندمان نیروگاه و میزان تولید برق آن است. بنابراین با کاهش تقاضای برق توسط کاهش بارهای سرمایشی، علاوه بر کاهش مستقیم مصرف انرژی، میزان تلفات انرژی در شبکه انتقال و توزیع و همچنین در نیروگاه‌ها به صورت ضمنی کاهش می‌یابد[۲].

۲-۱-٦: کاهش استهلاک، نیروگاه‌ها، شبکه انتقال و توزیع برق

در بسیاری از مناطق کشور و در محدوده زمانی که اوج بار الکتریکی وجود دارد نیروگاه‌ها مجبور به استفاده از تمامی توان خود می‌باشند و حتی در برخی از موارد مجبور به تولید برق با توان بیش از توان نامی نیروگاه می‌باشند. این کار (کار کردن تجهیزات نیروگاه و همچنین شبکه انتقال و توزیع در حالت بیش باری) باعث افزایش استهلاک این سیستم‌ها شده و هزینه تعمیرات و جایگزینی زیادی را به سیستم وارد می‌کند[۲].

۲-۱-۷: کاهش مصرف آب در نیروگاه ها و هزینه های عملیاتی نیروگاه

با توجه به کمبود منابع آب در دهه اخیر در کشور، مدیریت منابع آب در کشور از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی از مصرف کنندگان اصلی آب نیروگاه های بخار و سیکل ترکیبی می باشند. بنابراین با کاهش مصرف برق و در نتیجه کاهش توان تولیدی توسط نیروگاه‌ها، مصرف آب به صورت ضمنی کاهش می‌یابد[۲].

۲-۲: ضرورت های مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه مصرف کنندگان برق (استفاده کنندگان از سیستمهای سرمایشی)

۲-۲-۱: کاهش هزینه انرژی

یکی از اقلام هزینه ای خانوارها و همچنین ساختمان های اداری، تجاری، رفاهی و خدماتی هزینه انرژی برق می‌باشد. بنابراین با مدیریت بار سرمایشی به روش‌های مختلف می توان این هزینه را کاهش داد. علاوه بر هزینه برق مصرفی، هزینه توان راکتیو و جریمه تجاوز از دیماند قرارداد که در نتیجه استفاده از سیستم‌های سرمایشی بر مجتمع‌های بزرگ (برای مشترکان با اشتراک دیماندی) وارد می‌شود نیز اهمیت این موضوع را از نظر اقتصادی برای مصرف‌کنندگان دیماندی دو چندان می‌کند. یکی دیگر از اثرات مدیریت بار سرمایشی در کاهش هزینه قبوض انرژی خانوارها مربوط به اختلاف میان تعرفه های میان باری، اوج بار و کم باری می‌باشد که مصرف کنندگان می توانند با استفاده از روشهای مختلف جابجایی و انتقال بار الکتریکی مصرفی به ناحیه میان باری و کم باری هزینه های قبوض خود را تا حد زیادی کاهش دهند[۲] و [۷] و [۸].

۲-۲-۲: کاهش هزینه سرمایه گذاری لازم برای سیستمهای سرمایشی

یکی از عمده ترین هزینه های سرمایه گذاری لازم برای ساختمان های در حال ساخت و همچنین برای ساختمان هایی که در حال طراحی مجدد و نوسازی و جایگزینی تأسیسات خود هستند هزینه مربوط به سیستم‌های سرمایشی است. در صورت مدیریت بار سرمایشی، کاهش مقدار حداکثر آن و در نتیجه انتخاب سیستم سرمایشی با ظرفیت مناسب می توان این هزینه را تا حد زیادی کاهش داد. برای ساختمان های در حال ساخت در صورت عدم مدیریت بار سرمایشی، ظرفیت سیستم تا ۳ الی ۴ برابر افزایش می‌یابد[۲] و [۷] و [۸].

۲-۲-۳: کاهش هزینه‌های سیستمهای جانبی مرتبط با سیستمهای سرمایشی

با توجه به بند قبل در صورت مدیریت بار سرمایشی و کاهش سایز و ظرفیت سیستمهای سرمایشی میزان دیماند برق کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت و هزینه سرمایه گذاری لازم برای سیستمهای جانبی مانند ترانسفورماتورها، الکتروموتورها و اجزا تاسیسات الکتریکی و مکانیکی کاهش می‌یابد[۲] و [۷] و [۸].

۲-۲-٤: کاهش مصرف آب و هزینه آب به صورت ضمنی (کولرهای آبی و چیلرها)

قسمت عمده‌ای از بار سرمایشی در ساختمان‌های کشور (اعم از مسکونی، اداری و تجاری) توسط کولرهای آبی و چیلرها (تراکمی و جذبی) تأمین می‌شود. در کولرهای آبی آب به صورت مستقیم برای سرمایش استفاده می‌شود و در چیلرها نیز برای خنک کردن کندانسور و جذب‌کننده (در سیستمهای جذبی) استفاده می‌شود. بنابراین برای تأمین بار سرمایشی علاوه بر مصرف برق مقدار زیادی آب نیز مصرف می‌شود. در صورت مدیریت بار سرمایشی و کاهش میزان سرمایش لازم، زمان کارکرد سیستم سرمایشی کاهش یافته و علاوه بر کاهش هزینه‌های انرژی، هزینه آب مصرفی نیز کاهش می‌یابد[۲] و [۷] و [۸].

۲-۲-٥: کاهش هزینه استهلاک سیستمهای سرمایشی در صورت کاهش بار

مشابه تحلیل ذکر شده در بخش قبلی، از دیدگاه مصرف‌کنندگان برق نیز مدیریت بار سرمایشی و کاهش میزان تقاضا برای سرمایش باعث کاهش هزینه استهلاک سیستمهای سرمایشی می‌شود. زیرا با کاهش بار سرمایشی زمان کارکرد سیستمهای سرمایشی کاهش می‌یابد. همچنین با مدیریت بار سرمایشی و حذف اوج بار سرمایشی از قرار گرفتن سیستم سرمایشی در حالت بیش باری خودداری شده و در نتیجه احتمال صدمه دیدن سیستم سرمایشی کاهش می‌یابد[۲].

۲-۲-٦: تأثیر متقابل مدیریت بارهای گرمایشی و سرمایشی

یکی دیگر از دلایلی که ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی را توجیه می‌کند تأثیر متقابل اعمال مدیریت بر بارهای سرمایشی و گرمایشی بر یکدیگر است. به عبارت دیگر در بسیاری از موارد اقداماتی که برای مدیریت بارهای سرمایشی انجام

می‌گیرد، به صورت مستقیم یا ضمنی منجر به مدیریت بار گرمایشی نیز می‌گردد. به عنوان مثال یکی از راهکارهای کاهش بار سرمایشی ارتقای عایق های بکار رفته در پوسته ساختمان‌ها است. اعمال این راهکار باعث کاهش بارهای گرمایشی نیز می‌گردد و اثرات مثبت این راهکار را افزایش می‌دهد[۲] و [۷] و [۸].

۲-۳: ضرورت های مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه محیط زیست و توسعه پایدار

علاوه بر ضرورت های ذکر شده از دیدگاه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان برق، مدیریت بارهای سرمایشی به دلایل مختلف محیط زیستی ضرورت دارد که در ادامه به چند مورد از آن ها پرداخته می شود[۲].

۲-۳-۱: کاهش آلاینده های زیست محیطی ناشی از تولید برق

بازدهی نه چندان مطلوب احتراق در نیروگاه‌های موجود در کشور و میزان انتشار آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از این عملکرد نامطلوب، ضرورت کاهش مصرف برق را بیش از پیش نشان می‌دهد. به عبارت دیگر با مدیریت و کاهش بارهای سرمایشی و در نتیجه کاهش مصرف برق می توان تا حد زیادی میزان تقاضای برق تولیدی در نیروگاه‌ها را کاهش داد و در نتیجه میزان انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای خروجی از دودکش نیروگاه‌ها که باعث آلودگی و ناپایداری محیط زیست می‌شوند را کاهش داد. میزان انتشار آلاینده‌ها تابع مستقیمی از میزان برق تولیدی و یا سوخت مصرفی است.

۲-۳-۲: کاهش مصرف آب و کمک به پایداری منابع آب

همانطور که در بخش مربوط به تولیدکنندگان نیز اشاره شد، با کاهش تقاضا برای برق تولید در نیروگاه‌های کشور، میزان آب مصرفی در نیروگاه های بخار و سیکل ترکیبی نیز به صورت ضمنی کاهش می‌یابد. کاهش مصرف آب نیز به صورت قابل ملاحظه‌ای به پایداری محیط زیست و حفظ منابع آب کمک می‌کند.

۲-۳-۳: کاهش حرارت داده شده به محیط زیست طی فرآیند تولید، انتقال و توزیع برق

یکی دیگر از ضرورت های مدیریت بارهای سرمایشی جلوگیری از ورود اتلاف های حرارتی ایجاد شده در نیروگاه ها و شبکه های انتقال و توزیع برق به محیط زیست و در نتیجه جلوگیری از گرم شدن کره زمین است. بالغ بر ۶۴ درصد حرارت تولید شده توسط سوخت های فسیلی در نیروگاه های کشور به صورت حرارت به محیط اطراف وارد می شود که در نتیجه باعث گرم شدن آن می شود[۱۷]. از طرف دیگر وارد شدن این حرارت به محیط زیست تا حدی نیاز به بارهای سرمایشی را افزایش می دهد و در نتیجه یک حلقه بین نیاز به بارهای سرمایشی و حرارت اتلافی در نیروگاه ها وجود دارد.

۲-۳-٤: افزایش کارامدی و کمک به توسعه استفاده از انرژی های تجدید پذیر برای تأمین بار الکتریکی

در سالهای اخیر استفاده از انرژی های تجدید پذیر در تأمین انرژی مصرفی در بسیاری از کشورها به شدت در حال رشد است و در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تمرکز زیادی بر توسعه وارتقای سیستمهای سرمایشی بر مبنای استفاده از انرژی های تجدید پذیر بویژه استفاده از انرژی خورشیدی شده است. با توجه به مزیت بسیار مهم انرژی خورشیدی برای تأمین سرمایش (همزمانی اوج تابش با اوج بار سرمایشی)، استفاده از این انرژی نیازمند هزینه سرمایه‌گذاری زیادی است و در واقع یکی از موانع توسعه این سیستم ها و کم کردن اولویت آن ها نسبت به سایر سیستمهای سرمایشی، هزینه زیاد ساخت این سیستمها می‌باشد. لذا با در نظر گرفتن این موضوع که پتانسیل انرژی خورشیدی در قسمت‌های عمده‌ای از کشور ما چندان بالا نیست، در صورت مدیریت بار سرمایشی و کاهش میزان دیماند برای سرمایش، امکان استفاده از این انرژی فراهم شده و باعث کارامد شدن سیستمهای سرمایشی خورشیدی می‌شود. یکی دیگر از موانع استفاده از سیستمهای خورشیدی برای سرمایش نیاز به فضای زیاد برای بهره برداری کافی از انرژی خورشیدی است که این مشکل با کاهش دیماند سرمایشی و در نتیجه کاهش سایز و ظرفیت سیستم خورشیدی قابل حل است.

۲-٤: ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه کلان و حفظ منافع ملی

علاوه بر ضرورت های مطرح شده در بخش قبلی برای مدیریت بارهای سرمایشی، از دیدگاه کلان و ملی نیز ضرورت ها و الزاماتی برای مدیریت بارهای سرمایشی وجود دارد که در ادامه به صورت خلاصه به آن ها اشاره می شود.

ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی در بخش ساختمان با توجه به لزوم کاهش مصرف انرژی در این بخش و اصلاح الگوی مصرف می‌تواند از زوایای گوناگونی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و با ساختارهای گوناگونی ارائه شود. در این قسمت یک ساختار ۸ وجهی برای مساله فوق الذکر ارائه می‌شود که در آن ضرورت مساله از ابعاد مختلف سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و غیره بررسی می‌گردد. هر چند وجوه جدیدی می‌توان به مساله افزود لکن موارد گنجانده شده در این ساختار ۸ وجهی مهمترین دلایل در جهت مدیریت بارهای سرمایشی در بخش ساختمان هستند.

۲-٤-۱: لزوم دستیابی به اهداف اقتصاد مقاومتی در بخش اصلاح الگوی مصرف

اقتصاد مقاومتی یک نظام اقتصادی است که هماهنگ با سیاستهای کلان سیاسی و امنیتی کشور و برای مقاومت در برابر اقدامات تخریبی شکل بگیرد تا بتواند در برابر ضربات اقتصادی تحریمها و توطئه‌های گوناگون اقتصادی مقاومت کرده و توسعه و پیشرفت خود را ادامه دهد و روند رو به رشد همه جانبه خود را در ابعاد ملی، منطقه‌ای و جهانی حفظ کند.

همانگونه که مفهوم مصرف در خصوص مواردی همچون کالاها، خدمات و انرژی موضوعیت پیدا می‌کند الگوی مصرف و اصلاح آن نیز برای موارد فوق الذکر موضوعیت دارد. دستیابی به الگوی صحیح مصرف انرژی در هر جامعه‌ای نقش برجسته‌ای در امکان دستیابی آن جامعه به توسعه دارد. بنابراین برای کشوری مانند ایران، که در حال توسعه است، الگوی مصرف انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است. الگوی مصرف انرژی اگر منطبق بر الگوی تولید جامعه باشد با توسعه سازگار است و اگر منطبق بر الگوی تولید نباشد به صورت عنصر ضد توسعه عمل می‌کند. در کشورهای توسعه یافته، الگوی مصرف انرژی در گذر زمان بر مبنای الگوی تولید شکل گرفته است. در چنین جوامعی رشد بالای مصرف انرژی می‌تواند تعبیر دوگانه داشته باشد. از یکسو رشد بالای مصرف انرژی می‌تواند به معنای رشد اقتصادی بیشترو افزایش تولید و اشتغال و در یک کلام رونق اقتصادی باشد و از سوی دیگر بدان معنی است که شدت مصرف انرژی و یا استانداردهای مرتبط با آن از مقادیر مناسب و مجاز آن در سطح بین المللی فاصله گرفته و انرژی به صورت قابل ملاحظه‌ای تلف می‌شود. مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که مورد دوم در مورد کشور ما مصداق دارد؛ بگونه‌ای که در تمامی بخشهای اقتصادی و اجتماعی و به ازای کلیه حاملهای انرژی مقدار مصرف فاصله قابل ملاحظه‌ای با سطوح و استانداردهای مجاز در سطح بین‌المللی دارد[۹] و [۱۰].

از جمله اقدامات فوق الذکر که بخصوص در سالهای اخیر مورد توجه فراوان قرار گرفته و تمامی کوششها جهت تعیین استانداردها و محدوده‌های مجاز مصرف نیز از آن نشات گرفته بکارگیری روش‌های مختلف برای مدیریت بار الکتریکی از طریق مدیریت بارهای سرمایشی در بخشهای مختلف اقتصادی و اجتماعی بوده است. بکارگیری این روش‌ها بخصوص در بخشهای غیر مولد همچون بخش خانگی با تبلیغات و بسترسازی فرهنگی بیشتری همراه بوده است.

در این بین هر چند کاهش مصرف انرژی برای یک تجهیز یا یک واحد ساختمانی خاص مقدار قابل توجهی نیست، لکن تنوع و تعداد قابل توجه تجهیزات انرژی‌بر سرمایشی و بخصوص تجهیزات الکتریکی در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی لزوم توجه به بکارگیری روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی جهت دستیابی به اهداف اقتصاد مقاومتی در بخش اصلاح الگوی مصرف را دو چندان می‌سازد.

۲-٤-۲: کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای از طریق کاهش تولید انرژی الکتریکی

همانطور که در بخش‌های قبلی نیز اشاره شد، هیچ یک از سامانه های تولید برق فاقد اثرات زیست محیطی نیستند. اثرات زیست محیطی در کل مراحل زنجیره تولید انرژی برق شامل استخراج منابع، ساخت تجهیزات، حمل و نقل مواد، استفاده از برق و دفع زائدات رخ می‌دهد. برخی از اثرات عمده زیست محیطی همراه با تولید برق شامل آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای همچون دی اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4) و اکسید نیتروژن (N_2O) می‌باشد.

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که نیاز جهان به انرژی در سال ۲۰۵۰ حدودا ۵۰ درصد الی ۱۰۰ درصد بیش از نیاز امروز خواهد بود و سهم و درصد انرژی الکتریکی از انرژی اولیه که در سال ۱۹۵۰ معادل ۲۰ درصد بوده است، در سال ۲۰۰۰ به ۳۸ درصد و در سال ۲۰۵۰ به ۷۰ درصد خواهد رسید. نکته قابل توجـــه در این مطالعات ترکیب سوخت در تولید انرژی الکتریکی است و محتمل‌ترین سناریو ارائه شده استفاده از سوخت های فسیلی در تولید انرژی الکتریکی می‌باشد (ذغال سنگ ۳۰ درصد، گاز برای تولید برق ۱۰ درصد، نفت ۱۰ درصد، انرژی تجدیدپذیـــر ۱۵ درصد و نیروگاه‌های هسته ای ۱۵ درصد). ملاحظه می‌گردد که علی‌رغم تنوع انرژی، وابستگی نیروگاه‌ها به سوخت فسیلی تا سال ۲۰۵۰ همچنان قابل توجه است. بنابراین دنیا در ارتباط با تولید انرژی برق با یک چالش جدی در رابطه با اثرات زیست محیطی روبرو خواهد بود و کشور ما ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست[۱۱].

آمار موجود در ایران نشان می دهد که سرانه انتشار CO2 از ۶۰۷ کیلوگرم در سال۱۳۴۶ به۴۹۷۷/۷ کیلوگرم در سال۱۳۸۲ و ۶۸۸۱/۷ کیلوگرم در سال ۱۳۸۶ رسیده است که بیش از ۱۱ برابر شـده اسـت. سـرانه کشـورهای OECD ۱۱/۰۸تن و ترکیه ۲/۸۷ تن و هند حدود ۱ تن می باشد. در مقایسه با سـایر کشـورها، نیـز ایـران۱/۳۴ درصد CO2 جهانی را تولید می کند. بنابراین همگام با حرکت جهانی در مسیر کاهش تولید دی‌اکسید کربن، ایران نیز باید تولید این گاز گلخانه‌ای را کنترل کرده و تا حد امکان در کاهش میزان تولید آن تلاش نماید[۱۲].

نتایج به دست آمده از تحقیقات نشان می‌دهد که مهمترین عامل در انتشار CO2 عامل تولیدی می‌باشد. در این بین تولید برق از منابع سوخت‌های فسیلی اهمیت می‌یابد؛ بخصوص اینکه عمده برق مصرفی در ایران توسط نیروگاه‌های حرارتی مبتنی بر سوخت‌های فسیلی تامین می‌شود. به منظور کاهش سهم نیروگاه‌ها در انتشار گاز دی اکسیدکربن راه حلهای مختلف مطرح می‌شود که از آن جمله می‌توان به اسـتفاده ازسوخت گاز طبیعی به جای دیگر سوخت‌ها و یا بکارگیری نیروگاه سیکل ترکیبی نسبت به سایر نیروگاه‌ها بـرای تولید برق اشاره کرد. راه حل دیگر می‌تواند بهبود بهـره‌وری انرژی و کاهش میزان مصرف باشد که در نهایت موجب تولید انرژی الکتریکی کمتر می‌شود. بنابراین بکارگیری روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی، علاوه بر کاهش میزان تلفات انرژی در نیروگاه‌ها و شبکه انتقال و توزیع،راه حل مناسبی جهت کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای بشمار می‌رود و توجه به آن امری حیاتی و مهم است.

۲-٤-۳: افزایش امنیت انرژی

امنیت انرژی به عرضه مداوم و مطمئن با قیمت‌های معقول در حامل‌های انرژی بازگشته و سعی می‌نماید تهدیدات ژئوپلیتیکی، اقتصادی، تکنیکی، زیست محیطی و روانی ناظر بر بازارهای انرژی را کاهش دهد. امنیت انرژی از دیدگاه مصرف‌کنندگان به معنای آن است که اولا دسترسی آسان و بدون احتمال خطر به منابع نفت و گاز جهانی وجود داشته باشد.

ثانیاً این منابع بصورت منطقی دارای تنوع و گوناگونی از لحاظ منطقه جغرافیایی منابع و همچنین مسیرهای انتقال داشته باشند و ثالثاً جریان نفت و گاز عموماً از نقاطی تامین گردند که احتمال ثبات و عدم تغییر در حکومت های آنان درازمدت و طولانی باشد.

بحث امنیت انرژی به صورت مستقیم به تامین حاملهای اولیه انرژی و به صورت غیر مستقیم به تولید حاملهای ثانویه همچون برق مرتبط می‌شود و همین مساله موجب شده تا دخالت حکومتها در حوزه انرژی در هر کشور توجیه‌پذیر و الزامی گردد. در این ارتباط و به صورت نمونه، پایداری شبکه برق هر کشور از اهمیت خاصی برخوردار بوده و به عنوان یک چالش همیشه مطرح بوده است. برخی کشورها مانند فرانسه برای رهایی از دام انرژیهای پایان‌پذیر به تولید برق هسته‌ای روی آورده‌اند.

یکی از واقعیتهای پیش روی ایران این است که اغلب مخازن نفتی کشور در نیمه دوم عمر خود قرار دارند و ظرفیت تولید سالانه آنها به طور متوسط نزدیک به ۲۰۰ هزاربشکه کاهش می‌یابد[۱۰]. از همین رو تحلیلگران انرژی معتقدند ایران بدون سرمایه‌گذاری سنگین و منابع مالی خارجی، امکان حفظ سقف تولید خود را نخواهد داشت. از سوی دیگر چنانچه روند مصرف انرژی در داخل ادامه یابد، در آینده‌ای نه چندان دور، ایران که کشوری نفتخیز است، باید تمام تولیدات نفت خود را که مهمترین منبع درآمد ارزی و همچنین عامل مهم در چانه‌زنی های بین المللی و منطقه‌ای در بعد امنیت انرژی می‌باشد، در داخل مصرف کند و به این ترتیب نه تنها دیگر نفوذ و اقتدار خود را درسطح کشورهای تولید کننده نفت از دست خواهد داد، بلکه در بعد سیاست خارجی نیزدر زمینه نفت و گاز تحت تأثیر کشورهای رقیب قرار خواهد گرفت. بنابراین حرکت در جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی در کشور و تلاش در جهت کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی بوسیله کاهش مقدار تقاضا برای حامل‌های ثانویه انرژی امری ضروری است و مدیریت بارهای سرمایشی می تواند به عنوان یک راهکار پیشنهاد گردد.

۲-٤-٤: افزایش اشتغال

بحث اشتغال و پیچیدگیهای آن در جهان پر شتاب امروز توجه بسیاری از سیاستگزاران، دولتمردان و کارشناسان را به خود جلب نموده است. بدیهی است ترکیب جمعیت جوان کشور و سیل متقاضیان کار، ضرورت پرداختن بیشتر به این مسئله را از ابعاد مختلف ایجاب می‌نماید. واقعیت این است که با توجه به ضرورت تحول در اقتصاد سنتی و کلاسیک جامعه، طرحهای مقطعی و راهکارهای صنعتی، در ایجاد اشتغال و تولید، مؤثر و کارساز نیست. به بیان دیگر در شرایط امروز جامعه که به شدت از عوامل بیرونی و جهانی متأثر است، برای کاهش عارضه بیکاری، بایستی ضمن ریشه‌یابی مسئله، فرصت‌های شغلی جدیدی را تعریف و به جامعه معرفی کرد.

برای پایین آوردن نرخ بیکاری راه حلهای متفاوتی از طرف متخصصین و اقتصاددانان پیشنهاد شده است که اولین و مهمترین آنها سرمایه گذاری در تولید است. دومین راه‌حل استفاده از تجارب سایر کشورها به عنوان یک راهنما و الگوی تجربه شده است. راه حل سوم نیز که بیشتر به موضوع این مطالعه نزدیک است ایجاد ثبات و امنیت سرمایه‌گذاری برای تولیدکنندگان داخلی، سرمایه‌گذاران خارجی و بکارگیری شیوه‌های نوین تولید، توزیع کالاها و خدمات و در کنار آنها تولید تجهیزات جدید است.

با فرض اینکه دانش تخصصی برای تولید وسایل سرمایشی و تجهیزات کنترل بارهای سرمایشی وجود نداشته باشد بازهم بکارگیری این وسایل و تجهیزات با ایجاد اشتغال همراه خواهد بود. در این ارتباط زنجیره تامین این وسایل و تجهیزات از خارج از کشور تا جایی که بدست مصرف‌کننده برسد مشاغل مختلف و متنوعی را ایجاد خواهد نمود. علاوه بر این نصب و راه‌اندازی تجهیزات اشاره شده نیز مشاغل و تخصصهای مشخصی را نیاز خواهد داشت که هر چند در ابتدا وارداتی است، لکن با مرور زمان و آموزش نیروی انسانی در داخل کشور بومی خواهد شد. مصداق بارز این مطلب تدوین استاندارد مشاغل برای فعالیتهای مرتبط با انرژیهای نو و بکارگیری آن توسط سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور است.

با ورود تجهیزات کنترل بارهای سرمایشی به کشور، پس از مدتی و در صورت حمایت مناسب دولت، سرمایه‌گذاران داخلی و حتی خارجی در جهت تولید و توزیع این تجهیزات در داخل کشور اقدام خواهند کرد که این مساله موجبات اشتغال پایدار در زمینه تجهیزات پربازده را به همراه خواهد داشت. این اشتغال جنبه متفاوت تحقیقاتی و تجاری خواهد داشت که به نوبه خود زمینه ظهور مشاغل جدیدتر در جامعه را فراهم خواهد ساخت. بنابر این بکارگیری روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی می‌تواند به عنوان یک راهکار کمکی جهت اشتغال پایدار مطرح شود.

۲-٤-٥: افزایش کیفیت محیط داخل ساختمان‌ها و افزایش کیفیت زندگی

زندگی راحت تر انتخاب اصلی بشر می‌باشد. ابزار و وسایل مختلف نیز در این راحتی نقش اساسی دارند. تجهیزات انرژی‌بر نظیر وسایل سرمایشی و گرمایشی، تلویزیون‌ها و یخچال‌ها نیز نسلهای مختلفی را تجربه کرده‌اند و در کنار سایر پیشرفت‌ها به بحث صرفه‌جویی انرژی در آنها نیز توجه شده تا جایی که این مساله، بخش لاینفک هر گونه تبلیغ و آگهی بازرگانی شده است. هر چند ارتباط مستقیمی بین صرفه‌جویی انرژی در یک تجهیز و کیفیت کارکرد آن وجود ندارد لکن باید پذیرفت این دو مساله امروزه با یکدیگر گره خورده و پیشرفتها در هر دو زمینه به صورت موازی پیش می‌رود.

امروزه صنعت ساختمان سازی و تجهیز آن نیز نسبت به گذشته بسیار تخصصی تر شده و اوج گرفته است. سازندگان به دنبال راهکارهایی هستند تا بتوانند علاوه بر کاهش هزینه ساخت ساختمان خود، سرمایه خود را بهینه صرف کرده و کیفیت ساختمان خود را روز به روز ارتقا دهند. افزایش کیفیت محیط داخل ساختمان‌ها و افزایش کیفیت زندگی تابعی از کیفیت

ساختمان و تجهیزات مورد استفاده در آن است. سیستم انرژی لازمه تمامی ساختمان ها می‌باشد و دخیل بودن آن در کیفیت ساختمان موجب شده تا ساختار انرژی ساختمانها از سنتی به هوشمند تغییر کرده و گرایش به ساختمان های هوشمند به شدت افزایش پیدا کند. فاکتورهای دخیل در این امر در دو دسته معایب سیستم سنتی و مزایای سیستم هوشمند می‌باشد که در زیر خلاصه می شوند:

معایب سیستم سنتی:

- واسطه‌های چندگانه، فروشندگان و سازندگان گوناگون
- مدیریت سیستم ها به صورت جداگانه
- عدم هماهنگی و تطابق سیستم‌ها
- نیاز به آموزش‌های مختلف برای هر سیستم
- داشتن هزینه‌های انرژی بیش از اندازه
- نیازبه وجود کارگران کارآزموده مختلف

مزایای سیستم هوشمند:

- بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی
- بهره‌وری هزینه
- کنترل امنیت و ایمنی
- تأمین آسایش و رفاه
- سادگی استفاده از تجهیزات هوشمند
- مدیریت ساختمان هنگام بروز حوادث
- کنترل ساختمان از هرجای دنیا
- کم کردن استهلاک وسایل مصرفی
- انعطاف‌پذیری

ملاحظه می‌شود که ایجاد شدن سیستم هوشمند علاوه بر رفع عیب‌های سیستم سنتی، مزایای بسیاری هم به همراه دارد که تمامی این گزینه ها در جهت رفع نیازها و انتظارات امروزی از محل کار و زندگی ما می‌باشد و هر سازنده‌ای را به راحتی مجاب به گرایش به سیستم هوشمند می‌نماید (برای باقی ماندن در صحنه رقابت و تأمین نیازهای جدید استفاده کنندگان). در همین راستا بکارگیری روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی در واقع گام اولیه جهت طراحی و ساخت ساختمانهای هوشمند و افزایش کیفیت زندگی می‌باشد.

۲-٤-٦: کمک به اقتصاد ملی از طریق کاهش مصرف سوخت

امروزه جهان با تقاضای فزاینده‌ای برای تامین و تولید انرژی مواجه است، به گونه ای که تامین انرژی به عنوان یک نیاز استراتژیک و وابسته به منافع ملی و حیات کشورها محسوب شده و کشوری که از امنیت انرژی بالاتری برخوردار باشد، رشد اقتصادی و رفاه پایدارتری خواهد داشت. بر همین اساس بهینه‌سازی مصرف انرژی به عنوان یکی از مهمترین مولفه‌های کارآمدی است که جایگاه ویژه ای در سیاست های کلان انرژی کشورها دارد و هیچ کس نمی تواند منکر نقش و جایگاه اساسی و مهم انرژی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها شود. رشد جمعیت و روند توسعه اقتصادی کشورها موجب شده هر روزه بر سرعت مصرف انرژی در جهان افزوده شود؛ بگونه‌ای که براساس آمارهای اتحادیه جهانی انرژی، مصرف انرژی هر ۱۰سال ۲ برابر می‌شود و پیش بینی های همین اتحادیه نشان می‌دهد مصرف انرژی در جهان طی سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۲۵ به میزان ۵۴ درصد افزایش خواهد یافت و در این چشم انداز بیشترین میزان مصرف انرژی به کشورهای در حال توسعه (مثل ایران) تعلق دارد. این در حالی است که کشور ما نیز سرانه مصرف انرژی بسیار بالایی دارد[۱۱].

آمارها نشان می‌دهد مصرف فرآورده های نفتی در ایران در کمتر از ۲ دهه به ۳ برابر افزایش پیدا کرده است و متوسط مصرف انرژی سالانه حدود ۱۰ درصد رشد داشته است. بر همین اساس مصرف نادرست انرژی هزینه قابل توجهی برای کشور در بر دارد که در این زمینه نبود فرهنگ بهینه‌سازی مصرف انرژی از دلایل اصلی بشمار می‌رود. لذا با عنایت به اقتصاد تک محصولی و متکی بر درآمدهای نفتی و مصرف بالای انرژی در کشور، سیاست تلاش برای بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف انرژی به عنوان یک ضرورت ملی بیش از پیش آشکار می‌شود تا از این طریق مصرف سوخت کاهش یافته و بواسطه کاهش هزینه‌های تامین سوخت مازاد و کاهش میزان سرمایه‌گذاری جهت تولید، انتقال و توزیع حاملهای انرژی ناشی از آن باری از روی دوش اقتصاد ملی برداشته شود[۱۲].

برای میسر شدن این امر یکی از راه‌های تأثیرگذار استفاده از روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی و توسعه فناوری‌های مرتبط با آن می‌باشد که باید به عنوان یک خط مشی اصلی مورد توجه سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران قرار گیرد. در این ارتباط حتی کوشش‌های اندک برای کاهش مصرف انرژی نیز می‌تواند نتایج قابل توجهی را در سطح ملی به بار آورد. مطالعه پیش رو می‌تواند بخشی از این تلاشهای اندک باشد که با توصیه به روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی در بخش ساختمان به تقویت اقتصاد ملی کمک نماید.

۲-٤-۷: افزایش بودجه عمومی در کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت

بودجه کل کشور برنامه مالی دولت است که برای یک سال مالی تهیه و حاوی پیش‌بینی درآمدها و سایر منابع تامین اعتبار و برآوردهزینه‌ها برای انجام عملیاتی که منجر به نیل به سیاستها و هدفهای قانونی کشور می‌گردد، می‌باشد. یک از بخشهای این بودجه، بودجه عمومی است که شامل اجزاء زیرمی‌باشد[۹]:

الف) پیش بینی دریافتها و منابع تامین اعتبار که به طور مستقیم و یا غیرمستقیم در سال مالی قانون بودجه به وسیله دستگاهها ازطریق حسابهای خزانه‌داری کل اخذ می‌گردد.

ب) پیش پرداختهای که از محل درآمد عمومی و یا اختصاصی برای اعتبارات جاری و عمرانی و اختصاصی دستگاههای اجرائی می‌تواند در سال مالی مربوط انجام شود.

مشکلات اقتصادی در ایران نتیجه ترکیبی از کنترل قیمت‌ها و یارانه‌ها به ویژه در بخش مواد غذایی و انرژی است. در واقع بخش عمده‌ای از بودجه عمومی در ایران به حوزه انرژی مربوط می‌شود که این مساله تنها به بحث یارانه نیز ختم نمی‌شود. هر ساله جهت تامین انرژی مورد نیاز کشور و فراهم نمودن زیر ساختهای لازم در سالهای آتی، مبالغ هنگفتی صرف سرمایه‌گذاری در بخشهای نفت، گاز و برق می‌شود. علاوه بر این مبالغ قابل توجهی به بحث انتقال و توزیع حاملهای انرژی اختصاص می‌یابد. در این شرایط بدیهی است که کاهش مصرف انرژی با هر روش ممکن تاثیر مستقیم بر کاهش بودجه مورد نیاز بخش انرژی خواهد داشت و از این طریق میتوان بودجه عمومی را به سایر بخشها و فعالیتها اختصاص داد. این مساله در هر سه بازه زمانی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت رخ می‌دهد و تاثیرات آن بخصوص در رشد و توسعه پایدار جامعه قابل توجه است.

نظر به آنچه گفته شد بکارگیری روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی در بخش ساختمان می‌تواند افزایش بودجه عمومی کشور در کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت را به عنوان یک مزیت اقتصادی به همراه داشته باشد.

۲-٤-۸: کاهش وابستگی به سوختهای فسیلی

تخمین مجموعه ذخایری که نهایتا در جهان قابل استحصال است، دشوار است. در اینجا منظور ذخایری است که پتانسیل انرژی تولیدی دارند و با قیمتهای اقتصادی و بدون مشکلات لاینحل استخراج، قابل استحصال باشند. با این‌حال منابع فسیلی جهان واقعا محدود است و اگر تهی شدن منابع فسیلی ملاک عمل باشد، کشورهای جهان باید از وابستگی‌های شدید خود به سوختهای فسیلی بکاهند و به سمت انواع جایگزین دیگر روی آورند. مشکل اصلی این است که جایگزین کردن عرضه سایر انواع انرژی چندین دهه طول می‌کشد و بنابر این باید از سایر موارد همچون کاهش مصرف انرژی به منظور افزایش عمر استفاده از منابع سوخت‌های فسیلی بهره جست.

ایران نیز همانند سایر کشوها از موارد صدر الذکر مستثنی نیست. بخصوص اینکه بررسی ساختار مدیریت انرژی در کشور نشان می دهد که نیروگاهها وابستگی بالایی به سوخت های فسیلی دارند و به نیروگاه‌های تجدیدپذیر کم توجهی شده است به نحوی که ۹۵ درصد برق در نیروگاههای حرارتی و با استفاده از سوختهای فسیلی تولید می‌شود. همچنین توسعه نیروگاههای کشور طی سالهای گذشته با تکیه بر نیروگاههای حرارتی صورت گرفته و افزایش وابستگی برق کشور را به ذخایر فسیلی افزایش داده است. با وجود گذشت بیش از یک دهه از شروع فعالیتهای وزارت نیرو در زمینه انرژیهای تجدیدپذیر، سهم این منابع در تولید برق از ۱ درصد فراتر نرفته است. در این شرایط وزارت نیرو خود را متولی تولید برق می‌داند و وزارت نفت نیز مسوول تولید و تامین نفت و فراورده‌های نفتی مصرف‌کنندگان از جمله وزارت نیرو است. بدین صورت زنجیره تولید برق از محل استخراج نفت و پالایش آن تا تبدیل به برق در نیروگاهها به صورت کامل دیده نمی‌شود و هر یک از این دو نهاد تنها بخشی از زنجیره تولید برق را مد نظر قرار داده و هزینه ها و فرصت های کلان کشور به صورت مناسب دیده نمی‌شود[۱].

نظر به آنچه گفته شد بنظر می‌رسد اصلاح ترکیب انواع نیروگاههای برق در کشور حداقل در کوتاه مدت و میان مدت امکان‌پذیر نباشد و بیشتر باید بر روی روشهای دیگر که موجبات کاهش مصرف حاملهای انرژی و بخصوص برق را فراهم می‌سازند تکیه نمود. از جمله این روشها می‌تواند بکارگیری مدیریت بارهای سرمایشی بر در بخشهای مختلف اقتصادی و اجتماعی بخصوص بخش ساختمان باشد. این مساله لزوم تحقیق و استخراج نقشه راه بکارگیری روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی در بخش ساختمان را بیش از پیش الزامی می‌سازد.

مراجع و منابع

۱- سازمان بهره وری انرژی ایران، "توصیه‌ها و راهکارهای مؤثر در بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی در سیستمهای سرمایشی و تجهیزات و لوازم مربوطه"

۲- فرهاد ملک پور فرسادی، ناصر اسکندری و حسنسیاهی، "مدیریت بارهای الکتریکی، روش استراتژیک اجرایی مدیریت انرژی، دومین کنفرانس مدیریت اجرایی، ۱۳۹۰

3- http://edsm.tavanir.org.ir/es/es4.asp

٤- ناصح نصوری، "کاهش پیک بار سرمایشی شهرستان بندرعباس با اعمال کنترل مستقیم کولرهای گازی"، نهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع برق، دانشگاه زنجان، ۱۳۸۳

٥- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ۱۹، صرفه جویی در مصرف انرژی، ۱۳۹۱.

6- http://powerstars.blogfa.com

7- Juozas Abaravičius,“Load Management in Residential Buildings”, Division of Energy Economics and Planning, Department of Heat and Power Engineering, Lund University, 1990

8- Joe Huang and Ellen Franconi,“COMMERCIAL HEATING AND COOLING LOADS COMPONENT ANALYSIS”,Building Technologies Department, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 1999

9- http://www.majlis.ir/

۱۰- بهره وری و شدت انرژی در ایران و جهان–اداره بررسی ها و سیاست های اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

11- www.iea.org

۱۲- وزارت نیرو–دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی–ترازنامه انرژی ۱۳۹۱

13- www.moe.gov.ir

14- www.saba.org.ir

15- www.dolat.ir

۱۶- تبیین ضرورت های تدوین سند جامع توسعه انرژی های تجدیدپذیر–وزارت نیرو–سازمان انرژی های نو ایران–سانا

17- http://www.tavanir.org.ir/page_preview.php?page_id=p22b

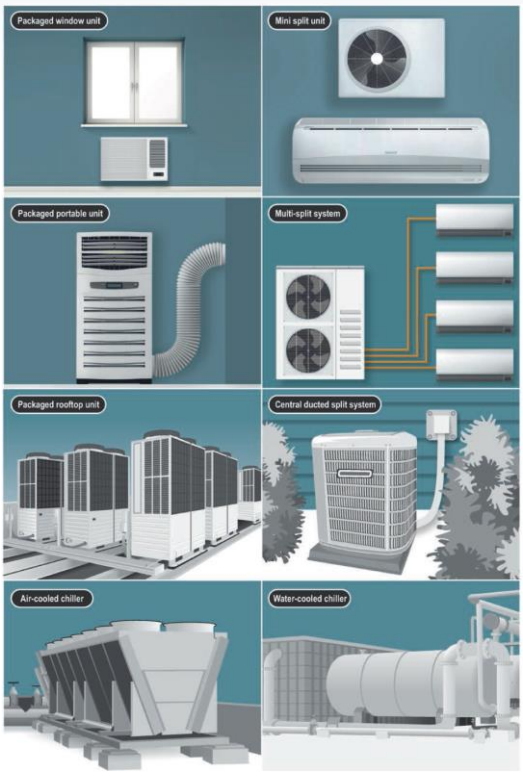
۱۸- روش شناسی تدوین اسناد ملی فناوری های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، ۱۳۹۲

پژوهشگاه نیرو

Niroo Research Institute

عنوان گزارش:

" به‌روزرسانی مطالعات هوشمندی فناوری و بازار (هوشمندی کسب و کار) "



کارفرما: پژوهشگاه نیرو

مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی

بهمن ماه ۱۳۹۹

به نام خدا

پژوهشگاه نیرو

نام گزارش: به‌روزرسانی مطالعات هوشمندی فناوری و بازار (هوشمندی کسب و کار)

کد گزارش-ویرایش: PCLPN06/T02

عنوان پروژه: بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم های سرمایشی

واحد مجری پروژه: مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی

مدیر واحد مجری پروژه: شبنم منصوری

مدیر پروژه: سیاوش منیعی

تاریخ: بهمن ماه ۱۳۹۹

پیش‌گفتار

گزارش حاضر تحت عنوان " به روزرسانی مطالعات هوشمندی فناوری و بازار (هوشمندی کسب و کار) سند راهبردی و نقشه راه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان" فاز دوم از پروژه "بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم های سرمایشی" بوده که مشتمل بر زیربخش‌های زیر می‌باشد:

فصل اول: به روز رسانی شناسایی حوزه های فناورانه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

فصل دوم: بازنگری آینده پژوهی فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

فصل سوم: انجام تحقیقات بازار فناوری در کشور (حال و آینده)

فصل چهارم: بررسی و تحلیل قابلیت‌های پژوهشگاه

مجری محترم پروژه جناب آقای مهندس مکاری‌زاده از گروه مدیریت انرژی بوده و واحد مجری پروژه مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی پژوهشگاه نیرو می‌باشد. ناظرین محترم پروژه، آقایان دکتر عباس بحری (معاون رئیس پژوهشکده انرژی و محیطزیست) و دکتر مجتبی گیلوانژاد (رئیس پژوهشکده توزیع برق) می‌باشند. تیم مجری پروژه آقایان سیاوش منیعی و محمد نیکنامی از گروه مدیریت انرژی پژوهشگاه نیرو هستند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ..... ت
فهرست مطالب ..... ث
فهرست اشکال ..... خ
فهرست جداول ..... ر
فصل اول **۱**
به روز رسانی شناسایی حوزه های فناورانه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان **۱**
۱-۱: مقدمه ۲
۱-۲: وضعیت مصرف انرژی سرمایشی در جهان ۲
۱-۳: انواع سیستم های سرمایشی رایج ۱۵
۱-۳-۱: سیستمهای سرمایشی با بکارگیری انرژی فسیلی ۱۵
۱-۳-۱-۱: سیستمهای تبخیری ۱۵
۱-۳-۱-۲: کولرهای گازی پنجره‌ای ۱۵
۱-۳-۱-۳: اسپیلتیونیت ۱۷
۱-۳-۱-۴: چیلر تراکمی ۱۷
۱-۳-۱-۵: چیلرجذبی ۱۸
۱-۳-۱-۶: سیستمهای VRF یا VRV ۲۰
۱-۳-۲: سیستمهای سرمایشی با بکارگیری انرژیهای تجدیدپذیر ۲۲
۱-۳-۲-۱: استفاده از سیستم فتوولتاییک در چیلرهای تراکمی ۲۲
۱-۳-۲-۲: چیلرهای جذبی خورشیدی ۲۵
۱-٤: راهکارهای افزایش راندمان سیستمهای سرمایش ۲۷
۱-۴-۱: راهکارهای افزایش راندمان سیستمهای تبخیری ۲۷
۱-۴-۱-۱: استفاده از موتورهای جریان مستقیم بدون جاروبک در کولرهای آبی ۲۷

۲-۱-۴-۱: استفاده از کولر تبخیری غیرمستقیم ۲۸
۳-۱-۴-۱: سیستمهای تبخیر دومرحلهای ۲۹
۴-۱-۴-۱: بکارگیری سیستمهای اکونوپک ۳۰
۲-۴-۱: راهکارهای افزایش راندمان دستگاههای تهویه مطبوع اتاقی (اسپلیتها و...) و چیلرها ۳۱
۱-۲-۴-۱: شیرهای انبساط الکترونیکی و تاثیر آن بر کاهش مصرف ۳۳
۲-۲-۴-۱: کاربرد میکروکانال در کندانسور ۳۳
۳-۲-۴-۱: استفاده از مینیچیلرهای هوا خنک ۳۵
۴-۲-۴-۱: سیستم سرمایش GHP ۳۶
۱-۵: دیجیتالسازی ۳۸
۱-۵-۱: مقدمه ۳۸
۲-۵-۱: دیجیتالسازی چیست؟ ۳۹
۳-۵-۱: اینترنت اشیاء ۴۱
۴-۵-۱: ترموستاتهای هوشمند ۴۸
فصل دوم ۵۱
بازنگری آینده پژوهی فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۵۱
۲-۱: مقدمه ۵۲
۲-۲: سیستمهای هیبرید تبخیری پیش خنک کن برای دستگاههای تهویه مطبوع ۵۳
۲-۳: ذخیرهساز انرژی حرارتی با جاذب مایع ۵۴
۲-۴: تهویه جداگانه گرمای نهان و گرمای آشکار ۵۶
۲-۵: سیستمهای تهویه مطبوع با سوخت دوگانه ۵۷
۲-۶: سیستم ذخیرهساز حرارتی ۵۹
۲-۷: سیستم تراکمی با بار ماژولار ۶۰
۲-۸: سیستمهای تراکمی بدون بخار ۶۲
۲-۹: سیستم سرمایش منطقهای ۶۳
۲-۱۰: ذخیره فصلی انرژی ۶۴
فصل سوم ۶۷
انجام تحقیقات بازار فناوری ۶۷
۳-۱: مقدمه ۶۸

۳-۲-۱: آمار واردات ۶۸
۳-۲-۲: معرفی چند برند کولر گازی ایرانی ۷۲
۳-۲-۳: لیست قیمت و مشخصات چیلرها: ۷۵
۳-۲-۴: لیست قیمت و مشخصات مینی چیلرها: ۷۶
۳-۲-۵: لیست قیمت و مشخصات داکت اسپلیتها: ۷۷
۳-۲-۶: لیست قیمت و مشخصات اسپلیتها: ۸۶
۳-۲-۷: لیست قیمت دلاری و مشخصات اسپلیتهای خارجی: ۹۸
۳-۳: بررسی بازار کولر آبی ۱۰۰
فصل چهارم **۱۰۳**
بررسی و تحلیل قابلیتهای پژوهشگاه **۱۰۳**
٤-۱: مقدمه ۱۰٤
٤-۲: مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی ۱۰۵
٤-٤: آزمایشگاه‌ها ۱۱۰
۴-۴-۱: مرکز آبانیرو ۱۱۲
۴-۴-۲: آزمایشگاههای تخصصی موجود در کشور در حوزه کولرهای آبی و کولرهای گازی ۱۱۳
٤-۵: دفتر تجاری سازی و اکتساب فناوری پژوهشگاه نیرو ۱۱۷
۴-۵-۱: واحد تجاری سازی نتایج تحقیقات ۱۱۸
۴-۵-۲: واحد اکتساب و بومی سازی فناوری ۱۱۹
۴-۵-۳: صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی ۱۲۱
۴-۵-۴: مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی ۱۲۱
جمع بندی و نتیجه‌گیری (ارائه درخت فناوری) **۱۲۵**
مراجع و منابع **۱۲۷**

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: ظرفیت سرمایش جهانی بخش های مختلف در سالهای مختلف ۵
شکل۱-۲: تعداد واحد سیستم های سرمایش در کشورها و مناطق مختلف ۵
شکل۱-۳: تعداد فروش واحد سیستم های سرمایش مسکونی در کشورها و مناطق مختلف (سال ۲۰۱۶) ۶
شکل ۱-۴: موجودی سیستم های تهویه مطبوع بر اساس کشور، منطقه و نوع (انتهای سال ۲۰۱۶) ۶
شکل ۱-۵: انواع مختلف سیستمهای تهویه مطبوع ۷
شکل ۱-۶: موجودی سیستم چیلر در کشورها و مناطق مختلف (تا سال ۲۰۱۶) ۸
شکل ۱-۷: مصرف انرژی جهانی در بخش سرمایش ساختمان (تا سال ۲۰۱۶) ۹
شکل ۱-۸: مقایسه مصرف انرژی جهانی در بخش سرمایش ساختمان (مقایسه سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۱۶) ۱۰
شکل ۱-۹: سهم سرمایش در بار پیک و دیماند کل انرژی الکتریکی در کشورهای مختلف (سال ۲۰۱۶) ۱۱
شکل ۱-۱۰: EER سیستمهای تهویه مطبوع مسکونی در کشورها و مناطق مختلف در سال ۲۰۱۸ ..... ۱۲
شکل ۱-۱۱: راندمان انرژی سیستمهای تهویه مطبوع تجاری در کشورها و مناطق مختلف (سال ۲۰۱۸) ۱۲
شکل۱-۱۲: نقشه جهانی وضعیت استانداردهای انرژی ۱۳
شکل ۱-۱۳: شماتیک یک سیستم کولر گازی پنجره ای ۱۵
شکل ۱-۱۴: شماتیک یک چیلر تراکمی هوا خنک ۱۷
شکل ۱-۱۵: شماتیک یک چیلر گریز از مرکز ۱۸
شکل ۱-۱۶: نمایی از یک نمونه سیستم با جریان متغیر (VRV یا VRF) به همراه سیستمهای کنترلی جانبی ۲۰
شکل ۱-۱۷: تغییرات جریان باتوجه به میزان بار هر یک از فضاهای ساختمان ۲۱
شکل ۱-۱۸: شماتیک چیلر تراکمی با سیستم فتوولتاییک ۲۲
شکل ۱-۱۹: نمونه اجرا شده چیلر تراکمی و سیستم فتوولتاییک در فرانسه ۲۳
شکل ۱-۲۰: سیستم کنترلی نمونه اجرا شده چیلر تراکمی و سیستم فتوولتاییک در فرانسه ۲۳
شکل ۱-۲۱: نمونه چیلر تراکمی و سیستم فتوولتاییک در فرانسه ۲۴
شکل ۱-۲۲: سیستم سرمایش جذبی خورشیدی ۲۵
شکل ۱-۲۳: مکانیزم فرآیند تبخیر غیرمستقیم ۲۷
شکل ۱-۲۴: سیستم سرمایش تبخیری دو مرحله ای ۲۸
شکل ۱-۲۵: نمونه سیستم اکونوپک ۲۹

شکل ۱-۲۶: نحوه عملکرد سیستم اکونوپک ۲۹
شکل ۱-۲۷: تاثیر پارامترهای مختلف بهبود EER بر قیمت تمام شده (یوان) ۳۱
شکل ۱-۲۸: چیلر (اسکرو هوا خنک) ساخت شرکت ال جی با مبدل حرارتی میکرو کانال ۳۳
شکل ۱-۲۹: مقایسه EER دو واحد سرمایش ۱/۵ تن با کمپرسور روتاری و رفت و برگشتی ۳۴
شکل ۱-۳۰: نمونه چیلر مینی چیلر ۳۵
شکل ۱-۳۱: شماتیک سیستم دستگاه GHP ۳۷
شکل ۲-۱: سیستم هیبرید شرکت PeakPlus ۴۲
شکل ۲- ۲ : ذخیره‌ساز انرژی حرارتی با جاذب مایع شرکت Rheem ۴۳
شکل ۲- ۳: تهویه جداگانه گرمای نهان و گرمای آشکار ۴۵
شکل ۲-۴: سیستمهای تهویه مطبوع با سوخت دوگانه FujitsuGeneral ۴۶
شکل ۲-۵: سیستم ذخیره‌ساز حرارتی BradFordWhite ۴۷
شکل ۲-۶: سیستم تراکمی با بار ماژولار Climate.Emerson ۴۹
شکل ۲-۷: سیستم تراکمی بدون بخار ۵۰
شکل ۲-۸: نمونه هایی ازاجرای سطوح فعال برای ذخیره روزانه انرژی در کف و جداره داخلی ۵۲
شکل ۲-۹: نمونه هایی از اجرای کویل زمین برای ذخیره فصلی انرژی خورشیدی ۵۳
شکل ۲-۱۰: جایگاه پمپ حرارتی در سیستم گرمایش ساختمان با ذخیره فصلی انرژی در زمین ۵۳
شکل ۳-۱: مصرف کل انرژی در بخشهای مختلف کشور امارات در سال ۲۰۱۰ و پیش بینی برای سال ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ . ۵۶
شکل ۳-۲: جزئیات مصرف کل انرژی در بخشهای مختلف کشور امارات تا سال ۲۰۳۰ ..... ۵۶
شکل ۳-۳: مصرف انرژی در بخش سرمایش ساختمانی در چین (سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۷) ۵۹
شکل ۳-۴: دامنه تغییرات عملکرد انرژی مینی اسپلیت های سرعت متغیر ۶۰
شکل ۳-۵: نوع انتخابی تجهیزات تهویه مطبوع در چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ دستخوش تغییرات شده است. ۶۱
شکل ۳-۶: جزئیات مصرف انرژی در بخشهای مختلف طی روز در سال ۲۰۱۸ ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۳-۷: جزئیات مصرف انرژی در بخشهای مختلف طی روز در سال ۲۰۱۸ ..... ۶۳
شکل ۳-۸: نمودار توزیع بار سرمایش در بخش مسکونی و تجاری در سال ۲۰۱۸ ..... ۶۴
شکل ۴-۱: ترافیک اینترنت جهانی ۷۳
شکل ۴-۲: روند افزایش اتصال به شبکه ۷۴
شکل ۴-۳: سرمایه گذاریهای صورت گرفته در زیرساختها و نرم افزارهای بخش برق دیجیتال ۷۶
شکل ۴-۴: قابلیت تاثیر دیجیتال‌سازی بر بخشهای ساختمان، صنعت و حمل ونقل ۷۷
شکل ۴-۵: صرفه جویی انرژی تجمیعی در ساختمان از دیجیتال‌سازی گسترده ۷۸

شکل ۴-۶: مصرف برق لوازم متصل و غیر متصل ۷۹
شکل ۴-۷: مصرف انرژی جهانی و شدت میانگین انرژی کنترلهای اکتیو در ساختمان تا سال ۲۰۴۰ ..... ۸۰
شکل ۴-۸: یک ترموستات هوشمند ساخت گوگل نست با نمایشگر مصرف انرژی و وضعیت هوا ۸۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۱-۱: یونیت های تهویه‌مطبوع و ظرفیت سرمایش بر اساس کشور/منطقه [1] ۴
جدول ۲-۱: مصرف انرژی نهایی جهانی در بخش سرمایش ساختمان بر اساس کشور/منطقه [1] ۱۱
جدول ۱-۳: روند رشد مصرف انرژی کشور امارات تا سال ۲۰۳۰ [8]..... ۱۵
جدول۳-۲: جزئیات مصرف انرژی تجدیدپذیر در بخش ساختمان در ۲۰۱۰ و برنامه برای سال ۲۰۳۰ [8]..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول ۳-۳: سهم انرژیهای تجدیدپذیر در بخش های مختلف تا سال ۲۰۳۰ [8] ..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل اول
به روز رسانی شناسایی حوزه های فناورانه توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

۱-۱: مقدمه

در این گزارش وضعیت موجود تکنولوژی‌های سرمایشی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و با معرفی تکنولوژی‌های مطرح تا سال ۲۰۵۰ روند پیش‌بینی شده برای استقرار این تکنولوژی‌ها ارائه می‌شود. به منظور استخراج اطلاعات قابل اتکا برای تصمیم‌گیری مطالعات، جستجوهای فراوانی برای بدست آوردن مدارک و گزارش‌های حاوی اطلاعات توسط تیم پروژه صورت گرفت. با توجه به اینکه اطلاعات جامع و کاملی برای تعیین روند استقرار تکنولوژی‌های سرمایشی مورد نیاز است، گزارش و رهنگاشت‌های ملی که مربوط به یک کشور خاص می‌باشد نمی‌تواند مبنای این اطلاعات قرار گیرد. لذا گزارش نقشه راه تکنولوژی‌های سرمایشی در ساختمان‌ها که توسط آژانس بین المللی انرژی با نام " The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning (2018)" [1] منتشر شده است شالوده این گزارش قرار گرفته است.

۱-۲: وضعیت مصرف انرژی سرمایشی در جهان

مصرف انرژی سرمایشی دارای رشد سریعتری نسبت به هر مصرف‌کننده انرژی نهایی در ساختمان می‌باشد. سرمایش فضا –که اغلب بوسیله سیستم تهویه‌مطبوع با استفاده از انرژی الکتریکی انجام می‌شود– بصورت فزاینده‌ای در تقاضای جهانی برای انرژی نقش دارد [1]. فروش جهانی دستگاههای تهویه مطبوع بصورت پیوسته و قابل توجهی در حال افزایش است: از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۶ فروش سالیانه دستگاههای تهویه مطبوع تا ۱۳۵ میلیون یونیت افزایش یافته است (۴ برابر). در سال ۲۰۱۸ حدود ۱/۶ بیلیون یونیت تهویه مطبوع در حال استفاده می‌باشد که بیشتر از نیمی از آنها تنها در دو کشور چین و آمریکا است. راندمان انرژی این یونیتها بسیار متفاوت بوده و در هر سال حدود ۲۰۰۰ تراوات ساعت برق مصرف می‌کنند که این میزان دو و نیم برابر کل برق مصرفی در آفریقا است. بصورت سرانگشتی یک پنجم کل انرژی الکتریکی مصرف‌شده در ساختمانها به منظور سرمایش بکار گرفته می‌شود.

در بعضی مناطق مانند خاورمیانه و بخش‌هایی از آمریکا، سرمایش فضا منجر به بیش از ۷۰ درصد پیک بار در مصرف برق خانگی در روزهای گرم سال می‌گردد. میانگین کل کشورها عدد ۱۴ درصد را در پیک بار مصرفی بر اثر سرمایش در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد. از سوی دیگر دی‌اکسیدکربن تولید شده در فضا بر اثر سرمایش از سال ۱۹۹۰ سه برابر شده و به عدد ۱۱۳۰ میلیون تن رسیده است که برابر با کل دی‌اکسیدکربن تولید شده ژاپن می‌باشد. بیشترین تقاضای سرمایش در کشورهای با اقتصاد در حال توسعه است. بخش عمده مصرف انرژی سرمایشی تا سال ۲۰۵۰ در سه کشور هند، چین و اندونزی خواهد بود که حدود نیمی از رشد تقاضای سرمایش را تشکیل خواهند داد. از سوی دیگر راندمان یونیت‌های تهویه مطبوع بسیار متنوع بوده و مردم در حالت عادی متمایل به خرید دستگاههایی هستند که راندمان آنها کمتر از نصف دستگاههای

با راندمان بالای موجود در بازار است. بطور یقین دیماند بار سرمایشی در دهه‌های پیش رو افزایش چشمگیری خواهد داشت و سیاستهای درحال اجرای کنونی آثار بسیار محدودی در کاهش این روند خواهد داشت. در حال‌حاضر از ۲/۸ بیلیون جمعیتی که در گرمترین بخشهای کره زمین زندگی می کنند، فقط ۸ درصد مالک سیستمهای تهویه مطبوع دارای کاربری سرمایشی هستند (۹۰ درصد مالکیت در آمریکا و ژاپن) [1].

بر اساس مطالعات آژانس بین‌المللی انرژی[۱۳]، با ادامه‌یافتن سیاستهای انرژی کنونی انرژی مورد نیاز سرمایشی تا سال ۲۰۵۰ سه برابر خواهد گردید. انرژی مصرفی جهانی به‌منظور سرمایش ساختمانی تا سال ۲۰۵۰ به ۶۲۰۰ تراوات‌ساعت خواهد رسید که حدود ۷۰ درصد از این افزایش در بخش ساختمان و بیشتر آن در اقتصادهای نوظهور خواهد بود. سهم سرمایش ساختمان در کل انرژی مصرفی در ساختمانها تا ۳۰ درصد افزایش خواهد یافت. آنچه مسلم است این است که با روند کنونی برآوردن تقاضای پیک بار الکتریکی بسیار چالش‌برانگیز خواهد بود. در بسیاری از کشورهای مناطق گرم، سهم سرمایش ساختمان در پیک بار الکتریکی رشد بسیار فزاینده‌ای خواهد داشت. بعنوان نمونه در هند، این افزایش از ۱۰ درصد در سال ۲۰۱۸ به ۴۵ درصد در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. علیرغم همه این مسائل فرصت مناسبی برای اتخاذ سیاستهای مناسب برای کنترل تقاضای انرژی سرمایشی و اصلاح راندمان وجود دارد.

سناریوی سرمایش کارای[۱۴] سازمان بین‌المللی انرژی، نیاز برای ایجاد ظرفیتهای جدید برای تامین پیک بار را بشدت کاهش خواهد داد. در مقیاس جهانی، با اجرای سناریوی سرمایش کارا تنها نیاز برای ایجاد ظرفیت اضافه تا سال ۲۰۵۰ برای تامین بار مورد نیاز سیستمهای تهویه مطبوع ۱۳۰۰ گیگاوات پایین‌تر خواهد آمد که معادل با ظرفیت تولید نیروگاهی ذغال-سنگ امروزه چین و هند خواهدبود. در بسیاری کشورهای دیگر نیز ظرفیتهای صرفه‌جویی شده از منابع گازطبیعی و ذغال‌سنگ قابل‌توجه خواهد بود.

از سوی دیگر تقاضای بار کمتر سبب کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، سوخت و هزینه‌های اجرایی خواهد شد. در مقیاس جهانی، صرفه‌جوییهای صورت‌پذیرفته در اثر اجرای سناریوی سرمایش کارا به ۲/۹ تا ۲۰ تریلیون دلار آمریکا در سالهای ۲۰۱۷ تا ۲۰۵۰ خواهد رسید. این امر سبب کاهش هزینه انرژی الکتریکی برای استفاده همگانی خواهد بود. بصورت‌کلی در سناریوی سرمایش کارا، هزینه سرانه انرژی الکتریکی برای تامین بار سرمایشی و تهویه‌مطبوع حدود ۴۵ درصد در مقایسه با روندهای فعلی کاهش خواهد یافت [1].

---

[۱۳] *IEA: International Energy Agency*

[۱۴] *Efficient Cooling Scenario*

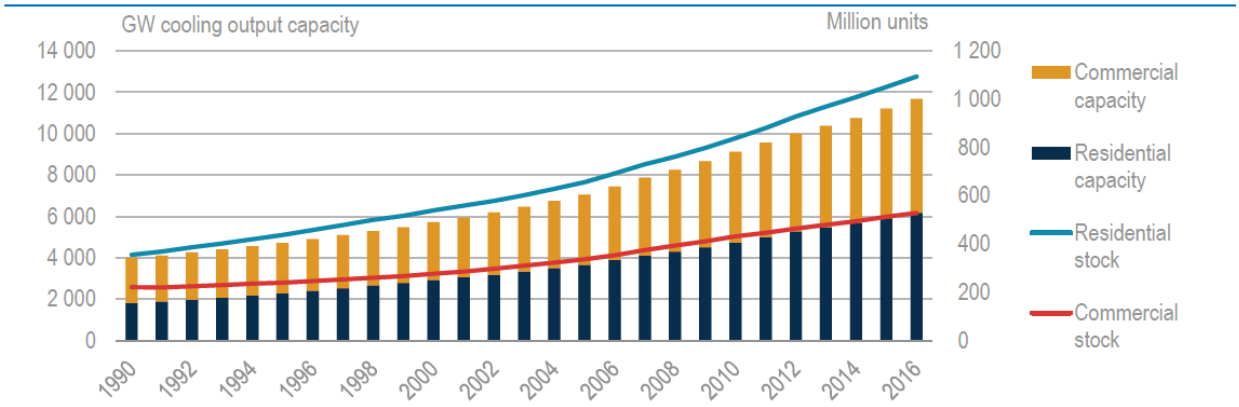
از منظر زیست‌محیطی، افزایش راندمان انرژی دستگاههای تهویه مطبوع به همراه کربن‌زدایی از تولید برق به کاهشی چشمگیر در تولید دی‌اکسیدکربن ناشی از کاربردهای سرمایشی خواهد انجامید. تا سال ۲۰۵۰، در سناریوی سرمایش کارا این کاهش ۱۵۰ میلیون تن خواهد بود که ۱۳ درصد از سال ۲۰۱۶ کمتر می‌باشد. نیمی از صرفه‌جویی‌های صورت‌پذیرفته مستقیما از راندمان اصلاح‌شده سیستم‌های تهویه مطبوع بدست می‌آید. بصورت مشابه، آلاینده‌های هوایی تا ۸۵ درصد کاهش خواهد-یافت.

جدول ۱-۱: یونیت‌های تهویه‌مطبوع و ظرفیت سرمایش بر اساس کشور/منطقه *[1]*

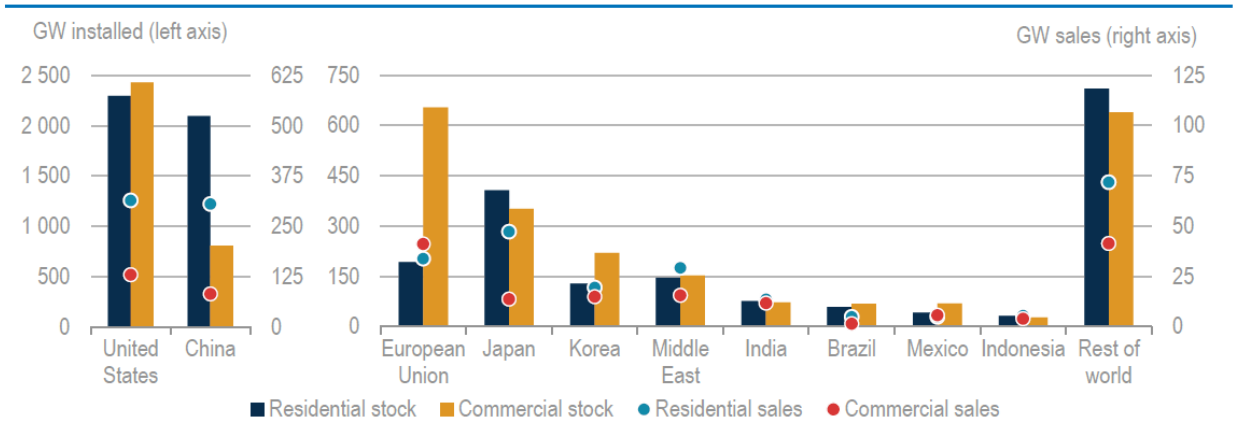
	Installed stock						Annual sales					
	Million units			GW output capacity			Million units			GW output capacity		
	Res	Com	Total	Res	Com	Total	Res	Com	Total	Res	Com	Total
United States	241	132	374	2 295	2 430	4 726	16	8	24	314	129	443
European Union	43	53	97	192	654	847	9	3	12	34	41	75
Japan	116	33	148	407	352	759	9	2	11	47	14	61
Korea	30	29	59	129	220	348	2	2	4	19	15	34
Mexico	7	9	16	40	65	105	1	1	2	5	6	10
China	432	138	569	2 092	807	2 899	41	12	53	305	81	386
India	14	13	27	77	72	149	3	2	4	14	12	25
Indonesia	7	5	12	32	27	59	1	1	2	5	4	9
Brazil	14	14	27	59	68	127	1	0.3	1	5	1.4	6
South Africa	1	1	3	6	15	22	0.1	0.1	0.3	0.9	1.1	2.1
Middle East	30	18	47	147	153	299	4	2	6	29	16	45
World	1 093	529	1 622	6 181	5 491	11 673	94	40	135	848	359	1 207

Notes: Res = residential; Com = commercial; the data on air-conditioning capacity and units shown in this report, unless otherwise noted, include residential and commercial systems, including packaged and split units, chillers and other large space-cooling systems; district cooling and solar cooling applications are not included in these estimates; "China" = the People's Republic of China.

فروش جهانی دستگاههای تهویه مطبوع بصورت ثابتی در سالهای اخیر افزایش یافته است. بین سالیان ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶، فروش سالیانه دستگاههای تهویه مطبوع به ۱۳۵ میلیون افزایش یافته است. عمده این یونیت‌ها سیستمهای پکیج و اسپلیت برای ساختمانهای مسکونی و تجاری کوچک می‌باشد. تا پایان سال ۲۰۱۶، حدود ۱/۶ بیلیون واحد تهویه مطبوع در حال استفاده بوده‌است (جدول ۱-۱). بر اساس ظرفیت خروجی سرمایشی، بصورت تقریبی ۱۱۶۷۵ گیگاوات ظرفیت سرمایشی در انتهای سال ۲۰۱۶ در حال استفاده بوده است که این عدد در سال ۱۹۹۰ برابر با ۴۰۰۰ گیگاوات و کمی بیش از نیمی از ظرفیت سرمایشی در بخش مسکونی بوده است.

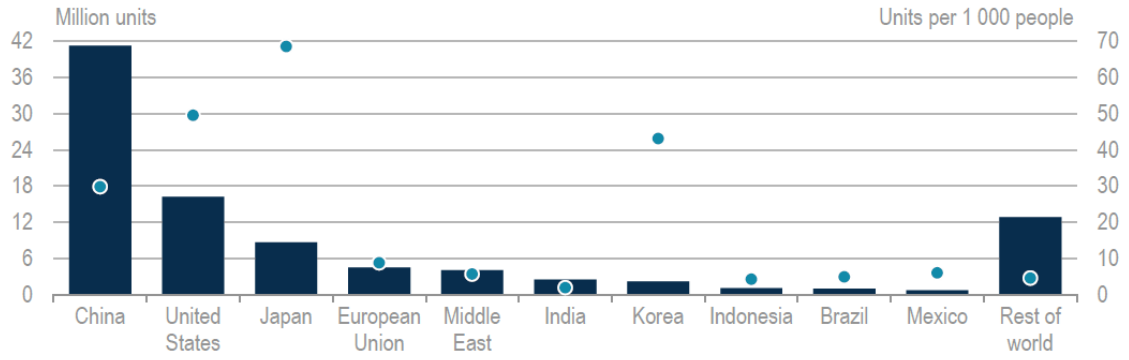


شکل ۱-۱: ظرفیت سرمایش جهانی بخش‌های مختلف در سالهای مختلف [1]



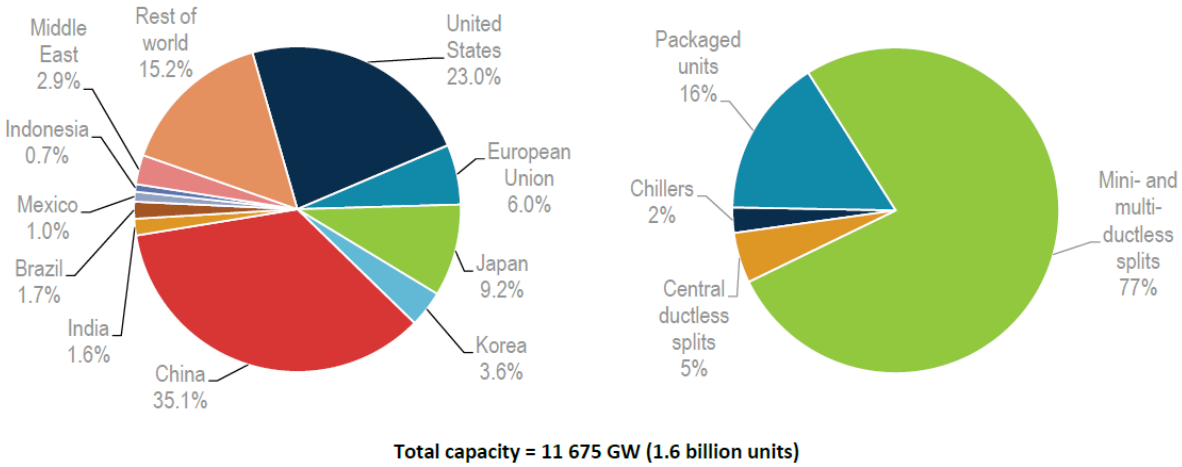
شکل۱-۲: تعداد واحد سیستم‌های سرمایش در کشورها و مناطق مختلف در سال ۲۰۱۶ [1]

مطابق شکل ۱-۲ مشخصا در بخش ساختمان، چین کشور پیشرو در تعداد واحدهای فروش است (۴۱ میلیون واحد)، اگرچه ظرفیت سرمایش خروجی واحدهای جدید در امریکا اندکی بیشتر است (حدود ۳۱۵ گیگاوات و با در نظر گرفتن سایز بالاتر تجهیزات برای سیستمهای تهویه مطبوع مرکزی). بزرگترین بازار بعدی را ژاپن و اتحادیه اروپا تشکیل می‌دهند.



شکل ۱-۳: تعداد فروش واحد سیستم های سرمایش مسکونی در کشورها و مناطق مختلف (سال ۲۰۱۶) [1]

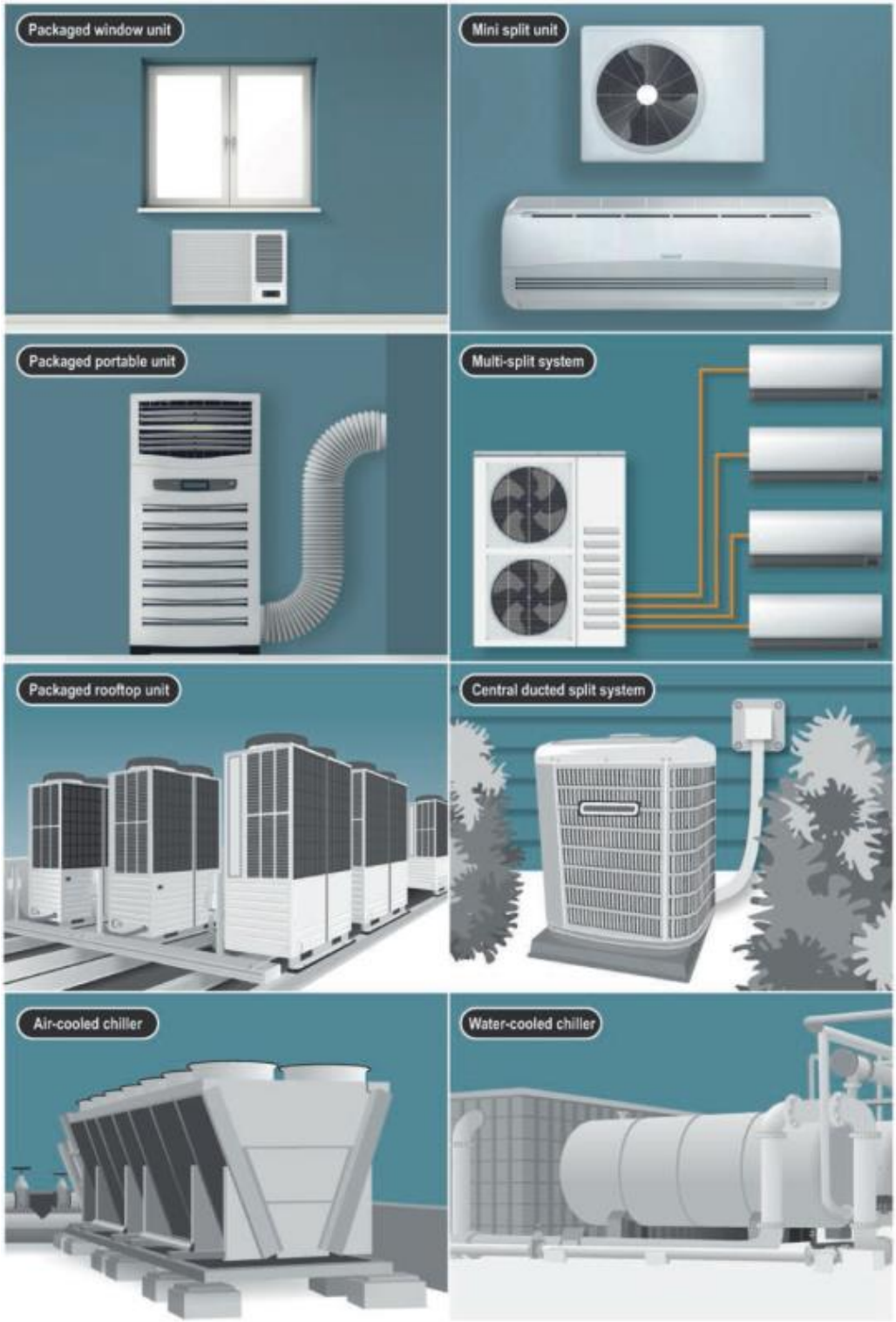
شکل ۱-۳ تعداد فروش واحد سیستم‌های سرمایش مسکونی در کشورها و مناطق مختلف را نشان می‌دهد. از ۱/۶ بیلیون یونیت تهویه مطبوع در سراسر جهان تا پایان سال ۲۰۱۶، بیشتر از نیمی از آن فقط در دو کشور بوده است: چین با ۵۷۰ میلیون یونیت و امریکا با ۳۷۵ میلیون یونیت. کشورهای دیگر با بیش از ۲۰ میلیون یونیت شامل ژاپن با ۱۵۰ میلیون و کره با ۶۰ میلیون، و برزیل و هند هر کدام با ۳۰ میلیون یونیت می‌باشند. دستگاههای باقیمانده بصورت عمده در اتحادیه اروپا با ۱۰۰ میلیون، و خاورمیانه با ۵۰ میلیون یونیت می‌باشند. حدود ۷۰ درصد از کل واحدهای تهویه‌مطبوع در ساختمانهای مسکونی می‌باشند. مالکیت خانگی سیستمهای تهویه‌مطبوع در کشورهای مختلف بسیار تغییر می‌کند، از حدود ۴ درصد در هند و کمتر از ۱۰ درصد در اروپا، تا بیش از ۹۰ درصد در امریکا و ژاپن. در حال‌حاضر در چین حدود ۶۰ درصد خانوارها حداقل یک دستگاه تهویه مطبوع دارند.



شکل ۱-٤: موجودی سیستم‌های تهویه‌مطبوع بر اساس کشور، منطقه و نوع (انتهای سال ۲۰۱۶) [2]

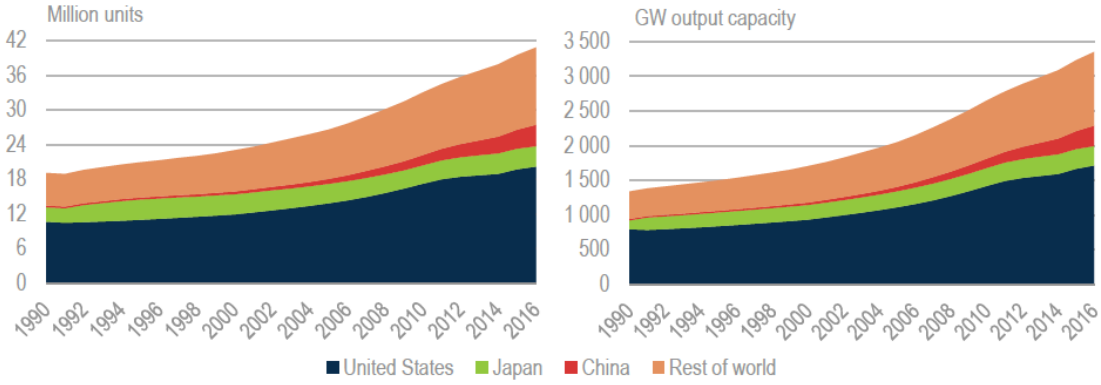
همانگونه که در شکل ۱-۴ مشاهده می‌گردد، درصد بسیار زیادی از سیستمهای تهویه مطبوعی که امروزه درحال استفاده هستند سیستمهای اسپلیت می‌باشند. اسپلیت‌ها همواره گزینه ترجیحی در آسیا و اروپا هستند. ذکر این نکته لازم است که در

راندمان میانگین سیستمهای اسپلیت در سراسر دنیا تفاوت بسیار قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. در شکل ۱–۵ نمایی از برخی سیستمهای تهویه مطبوع موجود نشان داده شده است.



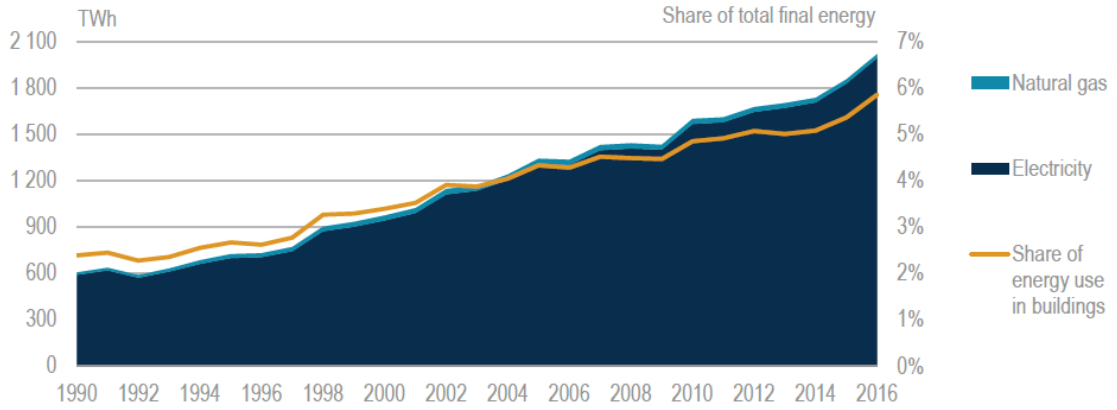
شکل ۱-۵: انواع مختلف سیستمهای تهویه‌مطبوع [1]

چیلرها تقریبا بصورت انحصاری در ساختمانهای تجاری و مجتمع‌های مسکونی بزرگ استفاده می‌شوند. تعداد چیلرها در سراسر جهان ۴۱ میلیون تخمین زده می‌شود که ۳۵ میلیون آنها تراکمی (آب خنک و یا هوا خنک) می‌باشد. ظرفیت آنها حدود ۳۳۵۰ گیگاوات است که برابر با ۶۰ درصد کل نیاز تهویه‌مطبوع واحدهای تجاری است. چیلرهای جذبی که اغلب با گاز طبیعی کار می‌کنند ۴۷۰ گیگاوات ظرفیت سرمایش دارندکه تقریبا معادل ۵/۵ میلیون یونیت است. همانگونه که در شکل ۱-۶ نشان داده شده است، آمریکا بزرگترین بازار بکارگیرنده چیلر است که حدود نیمی (۴۲ درصد) از فروش چیلر در سال ۲۰۱۶ را به ثبت رسانده است. از سال ۲۰۰۵ تقاضا برای سیستم چیلر در چین افزایش یافته و در سال ۲۰۱۶ حدود ۲۰ درصد از ۲/۴ میلیون چیلر فروخته شده در سراسر دنیا را شامل می‌شود [1].



شکل ۱-٦: موجودی سیستم چیلر در کشورها و مناطق مختلف (تا سال ۲۰۱٦) [1]

سرمایش ساختمان سریعترین نرخ رشد مصرف انرژی در بخش ساختمان در اقتصادهای نوظهور و در هر دو اقلیم آب‌وهوایی گرم و مرطوب را دارا می‌باشد که دلیل عمده آن افزایش درآمد خانوارها در این کشورها می‌باشد. از سوی دیگر در کشورهای صنعتی و توسعه یافته نیز انتظارات مشتریان برای شرایط مناسب‌تر آسایش دمایی در حال افزایش است. مطابق شکل ۱-۷، انرژی نهایی مصرفی در بخش سرمایش فضا در ساختمانهای تجاری و مسکونی بین سالیان ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ بیش از سه برابر شده و به مقدار ۲۰۲۰ تراوات‌ساعت رسیده است. سهم سرمایش در کل انرژی مصرفی نیز از ۲/۵ درصد به ۶ درصد در بازه زمانی مشابه افزایش یافته‌است. برای ساختمانهای تجاری، این سهم از ۶ درصد در سال ۱۹۹۰ به ۱۱/۵ درصد در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته‌است.



شکل ۱-۷: مصرف انرژی جهانی در بخش سرمایش ساختمان (تا سال ۲۰۱۶) [1]

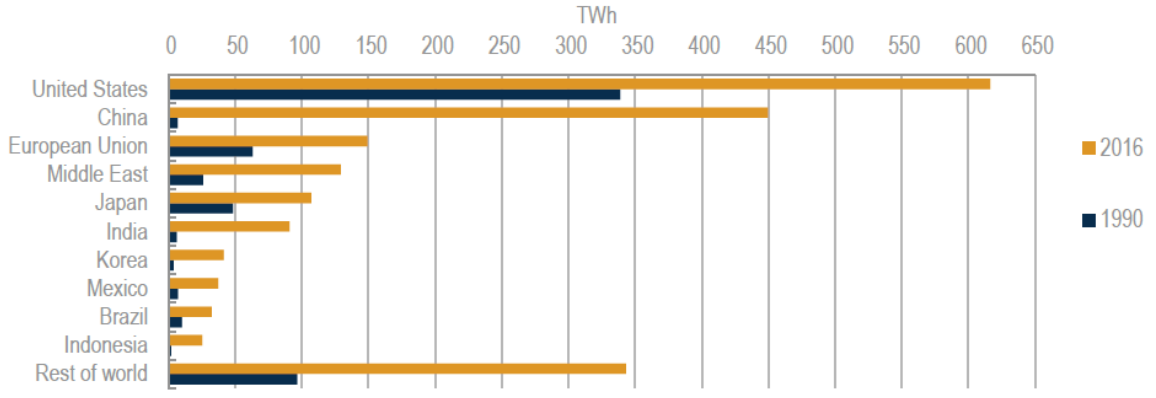
بیشتر انرژی مصرفی برای سرمایش ساختمان بصورت الکتریکی است. همانگونه که در شکل ۱-۷ ملاحظه می‌شود، سهم گاز طبیعی برای چیلرهای جذبی تنها کمی بیش از ۱ درصد در سال ۲۰۱۶ می‌باشد. کل برق مصرفی در سراسر دنیا برای سرمایش در سال ۲۰۱۶ به ۲۰۰۰ تراوات‌ساعت رسید که تقریب ۱۰ درصد از ۲۱۰۰۰ تراوات‌ساعت برقی است که در کلیه بخشها مصرف گردید. همانگونه که در جدول ۱-۲ ملاحظه می‌شود، تفاوت قابل ملاحظه‌ای در روند مصرف انرژی بار سرمایشی در کشورهای مختلف وجود دارد. نکته جالب توجه این است که خاورمیانه یکی از چشمگیرترین رشدها را دارا می‌باشد.

افزایش راندمان انرژی دستگاههای تهویه مطبوع به همراه کربن‌زدایی از تولید برق به کاهشی چشمگیر در تولید دی-اکسیدکربن ناشی از کاربردهای سرمایشی خواهد انجامید. تا سال ۲۰۵۰، در سناریوی سرمایش کارا این کاهش ۱۵۰ میلیون تن خواهد بود که ۱۳ درصد از سطح سال ۲۰۱۶ کمتر می‌باشد. نیمی از صرفه‌جویی‌های صورت پذیرفته مستقیما از راندمان اصلاح شده سیستم‌های تهویه مطبوع بدست می‌آید. بصورت مشابه، آلاینده‌های هوایی تا ۸۵ درصد کاهش خواهد یافت.

جدول Error! No text of specified style in document.-۲-۱: مصرف انرژی نهایی جهانی در بخش سرمایش ساختمان بر اساس کشور/منطقه *[1]*

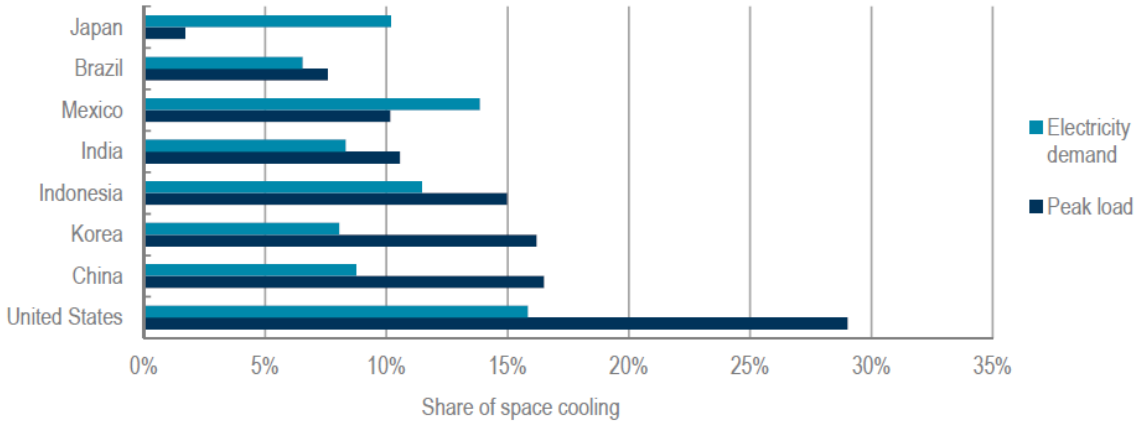
	TWh				% of total building final energy use in 2016
	1990	2000	2010	2016	
United States	339	448	588	616	10.6%
European Union	63	100	149	152	1.2%
Japan	48	100	119	107	9.5%
Korea	4	17	34	41	8.5%
Mexico	7	16	23	37	9.8%
China	7	45	243	450	9.3%
India	6	22	49	91	3.4%
Indonesia	2	6	14	25	3.0%
Brazil	10	19	26	32	7.7%
South Africa	4	6	6	8	2.8%
Middle East	26	49	97	129	9.3%
World	608	976	1 602	2 021	5.9%

همانگونه که در شکل ۱-۸ ملاحظه می‌شود چین بیشترین و سریع‌ترین نرخ رشد مصرف انرژی سرمایشی را از سال ۱۹۹۰ دارد (در سال ۱۹۹۰ میزان ۶/۶ تراوات‌ساعت به ۴۵۰ تراوات‌ساعت در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است). تقاضا در سایر اقتصادهای نوظهور و بصورت مشخص در هند بسرعت در حال پیشرفت است (۱۵ برابر افزایش از سال ۱۹۹۰).



شکل ۱-۸: مقایسه مصرف انرژی جهانی در بخش سرمایش ساختمان (مقایسه سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۱۶) *[1]*

از آنجا که بیشتر نیازهای سرمایشی با فن و سیستمهای تهویه مطبوع برآورده می‌شود، افزایش تقاضای بار سرمایش اثرات قابل ملاحظه‌ای برسیستمهای قدرت و نیروگاهی –به ویژه بر بار پیک شبکه– دارد. در اکثر کشورها با تقاضای بار سرمایشی فصلی قابل ملاحظه، سهم تهویه مطبوع بر بار پیک شبکه در مقایسه با سایر فصول بسیار قابل‌ملاحظه است. در کشورهایی مانند سنگاپور و کشورهای خاورمیانه، سهم بارهای سرمایشی ۵۰ درصد (و یا بیشتر) از بار پیک شبکه می‌باشد (شکل ۱–۹). در عربستان، تقاضای بار سرمایشی ۵۱ درصد از کل تقاضای برق را تشکیل می‌دهد و در تابستان این تقاضا دو برابر زمستان می‌باشد. واضح است که راندمان سیستمهای تهویه مطبوع تاثیر شگرفی بر بار پیک شبکه خواهد گذاشت.

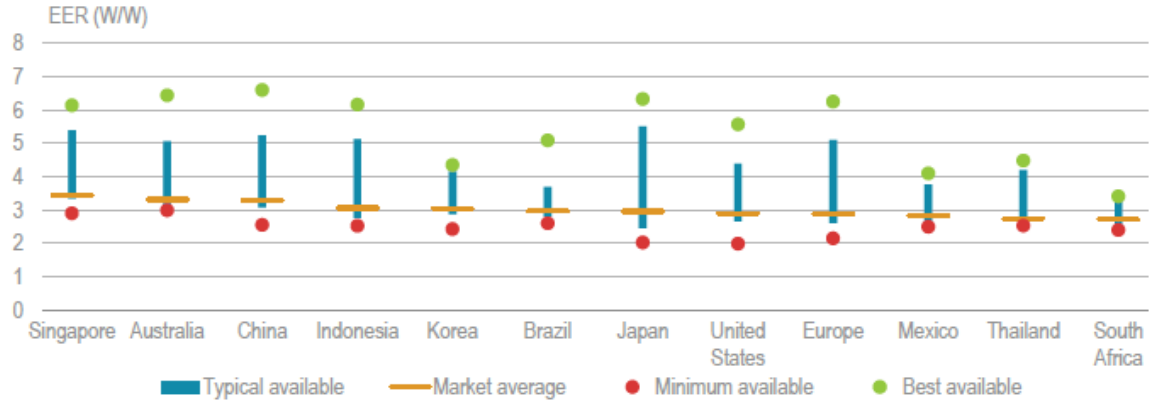


شکل ۱–۹: سهم سرمایش در بار پیک و دیماند کل انرژی الکتریکی در کشورهای مختلف (سال ۲۰۱۶) [1]

همانگونه که پیشتر اشاره شد، تفاوت قابل ملاحظه‌ای در راندمان سیستمهای تهویه مطبوع در کشورهای مختلف وجود دارد. قوانین اصلاح‌شده برای دستگاههای تهویه مطبوع می‌تواند مصرف انرژی سرمایشی را سه تا پنج برابر کاهش دهد. فاکتور SEER[۱۵] منعکس‌کننده راندمان متوسط تجهیزات سرمایشی می‌باشد و مقادیر آن در کشورها و مناطق مختلف متفاوت است. با بهبود جهانی راندمان سیستمهای تهویه مطبوع اثرات بار سرمایشی بر بار پیک کاهش چشمگیری خواهد یافت. فاکتور EER[۱۶] (که راندمان کارکرد سیستمهای تهویه‌مطبوع در تقاضای بار پیک را بهتر نمایش می‌دهد) برای سیستمهای تهویه مطبوع با بهترین راندمان معمولا راندمان انرژی را دو برابر از میانگین بهبود می‌بخشد (رجوع به شکل ۱–۱۰).

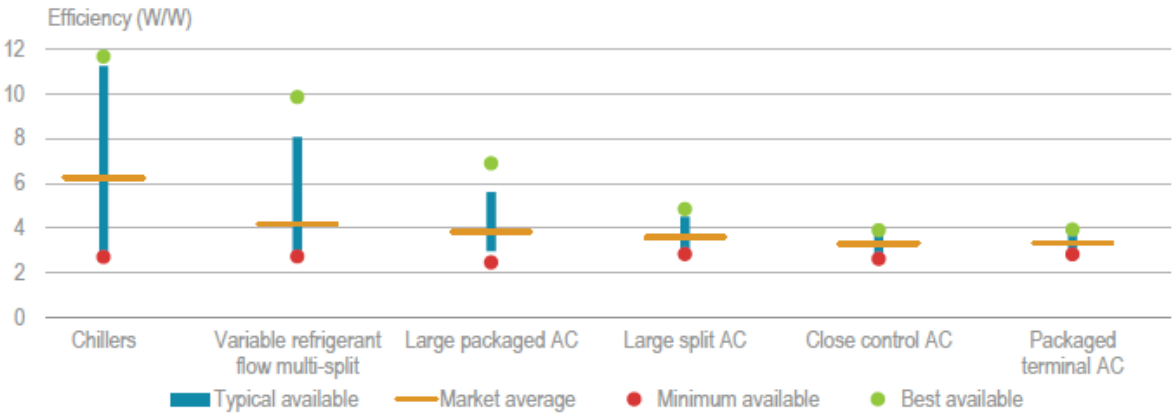
[۱۵] *Seasonal Energy Efficiency Ratio*

[۱۶] *Energy Efficiency Ratio*



شکل ۱-۱۰: EER سیستمهای تهویه مطبوع مسکونی در کشورها و مناطق مختلف در سال ۲۰۱۸ [1]

در بخش تجاری هم الگوی مشابهی حاکم است: تفاوت قابل ملاحظه‌ای در راندمان سیستمهای تهویه مطبوع در کشورهای مختلف وجود دارد. در این بخش تفاوت راندمانها اغلب به نوع سیستم و سایز آنها برمی‌گردد. چیلرهای بزرگ و اسپلیت‌ها راندمان بهتری از پکیجها خواهند داشت (شکل ۱-۱۱).

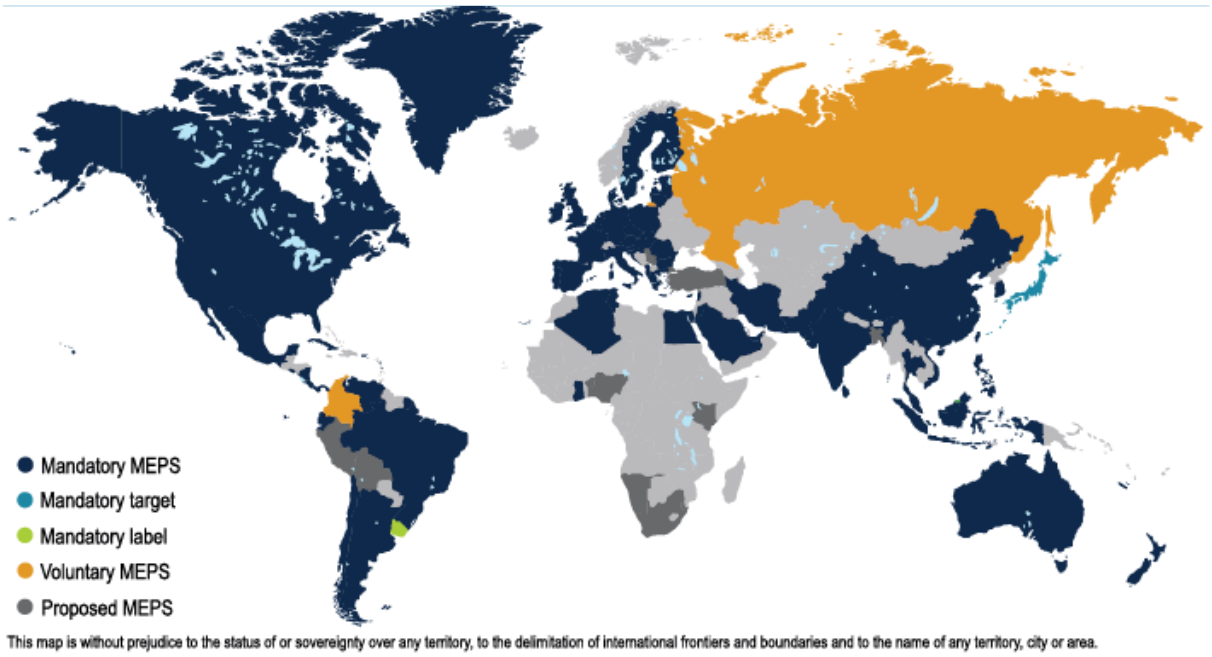


شکل ۱-۱۱: راندمان انرژی سیستمهای تهویه مطبوع تجاری در کشورها و مناطق مختلف (سال ۲۰۱۸) *[1]*

امروزه حدود ۵۵ کشور، که شامل بازارهای عمده سرمایش مانند هند، چین و اندونزی می‌شوند، استانداردهای عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع MEPS[۱۷] را پیشنهاد کرده‌اند؛ در حالیکه پنج کشور دیگر برنامه‌های برچسب‌گذاری را در پیش-گرفته‌اند. این استانداردها در سالهای اخیر سختگیرانه‌تر شده‌اند. بعنوان نمونه، استانداردهای تهویه‌مطبوع آمریکا در سال ۲۰۱۷

[۱۷] *Minimum Energy Performance Standard*

مجددا سختگیرانه‌تر شده است. اما به هر حال، استانداردهای تهویه‌مطبوع در کشورهای مختلف بسیار متفاوت هستند و در کل این استانداردها در کشورهای ثروتمند بسیار سختگیرانه‌تر است و در کشورهای گرم و مرطوب که تقاضای سیستمهای تهویه‌مطبوع به سرعت در حال افزایش است بسیار ضعیف‌تر است و حتی در بعضی موارد این کشورها فاقد استاندارد لازم در زمینه مربوطه می‌باشند. افزون بر این، استانداردهای مزبور در بعضی موارد نیز اجباری نمی‌باشد. به عنوان یک قاعده سرانگشتی می‌توان اظهار داشت که استانداردهای انرژی در کشورهای ثروتمند در جاییکه مشتریان توانایی خرید محصولات گرانتر ولی با راندمان بیشتری را دارند؛ سختگیرانه‌تر است. در اغلب کشورها، استانداردها در طی سالیان اخیر سختگیرانه‌تر شده اند. برای نمونه، استانداردهای هند برای SEER از W/W ۲/۷ در سال ۲۰۱۶ به W/W ۳/۱ در سال ۲۰۱۸ اجباری گردیده است. نقشه جهانی وضعیت استانداردهای انرژی در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده‌است.



شکل ۱-۱۲: نقشه جهانی وضعیت استانداردهای انرژی [1]

حوزه‌های مختلفی برای افزایش راندمان تکنولوژی‌های تهویه مطبوع کنونی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به طراحی ایرودینامیکی بهتر پره‌ها، فن‌ها، افزایش کارایی کمپرسورها، اصلاح تکنولوژی اینورترها به منظور کنترل سرعت موتور کمپرسور، و استفاده از درایوهای سرعت متغیر بر موتور فن‌ها می‌باشد. در بازه زمانی طولانی‌تر، انتظار می‌رود که تحقیق و

توسعه بر کاهش هزینه‌های سیستمهای تراکم بخاری و سیستمهای تراکمی غیر بخاری که از مبرد استفاده نمی‌کنند متمرکز گردد.

همچنین انرژی مورد نیاز برای کارکرد سیستمهای تهویه مطبوع می‌تواند از طرق دیگر نیز کاهش یابد: ایجاد نواحی مختلف دمایی در ساختمان با استفاده از سیستمهای اتاقی مانند مینی‌اسپلیت‌ها و یا کنترلهای حجم متغیر، دمپرها و شیرهایی که سبب می‌گردند تا دمای داخل ساختمان از اتاقی به اتاق دیگر متفاوت گردد و این فرصت را فراهم می‌آورند تا انرژی مصرفی در مقایسه با سیستمی که دمای یکسانی در سراسر ساختمان بوجود می‌آورد، کاهش یابد.

استفاده از سیستمهای کنترلی و کنترلهای پیش‌بینی‌کننده می‌تواند انرژی مورد نیاز برای رسیدن به شرایط آسایش دمایی در داخل ساختمان را به حداقل برساند. کنترلهای پیشرفته، مانند ترموستاتهای قابل برنامه‌ریزی و ترموستاتهای هوشمند سبب می‌شوند که بار سرمایش اضافی در زمانی که مورد نیاز نیست قطع گردد. کنترلهای پیش‌بینی‌کننده از داده‌های سنسورهای مختلف و اطلاعات آب‌وهوایی بهره برده تا ساختمان را مطابق کاراترین الگو خنک گردانند. در ادامه به این سیستمها بیشتر خواهیم پرداخت. انتخاب سایز، نصب و تعمیر و نگهداری مناسبتر می‌تواند تضمین کند که تجهیزات تهویه مطبوع و کنترلها همانگونه که موردنظر بوده در حال کار کردن می‌باشند که اطمینان از حجم صحیح مبرد در حال گردش، با تمیز کردن فن‌ها و فیلترها و بهینه کردن تنظیمات کنترلها به این امر کمک می‌نمایند.

۱-۳: انواع سیستم های سرمایشی رایج

۱-۳-۱: سیستمهای سرمایشی با بکارگیری انرژی فسیلی

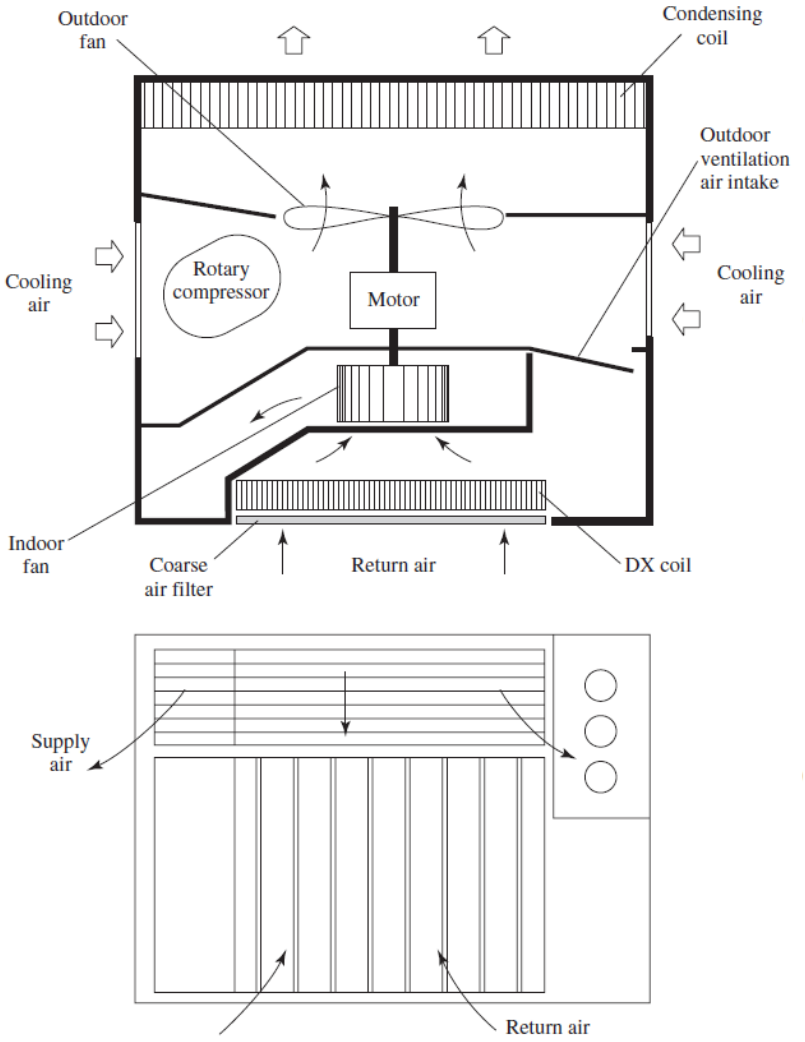
۱-۱-۳-۱: سیستمهای تبخیری

سیستم‌های تبخیری یکی از قدیمی‌ترین سیستم‌های تولید سرمایش در کشور به صورت کولرهای آبی نصب در بام یا ایوان ساختمان‌ها می‌باشند. با توجه به استفاده کامل از هوای خارج ساختمان، این نوع سیستم‌ها از نوع تمام‌هوا بوده و در آنها دمای هوای ورودی به فضا بوسیله تبخیر آب کاهش می‌یابد. از انواع دیگر سیستم‌های تبخیری می‌توان به ایرواشرها اشاره نمود که در اقلیم‌های خشک و در فضاهای بزرگ بسیار کاربردی می‌باشند.

۲-۱-۳-۱: کولرهای گازی پنجره‌ای

کولرهای گازی پنجره‌ای یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین سیستم‌های تهویه مطبوع در جهان و در ساختمان‌های مختلف نواحی مرطوب کشور می‌باشند. میزان ظرفیت سرمایشی تجاری سیستم فوق مابین ۵۰۰۰ Btu/h الی ۳۴۰۰۰Btu/h (۱/۵ الی ۱۰ کیلووات) می‌باشد. مطابق با شکل ۱-۱۳، این سیستم شامل دو بخش داخلی و خارجی بوده که جهت کاهش اتلافات

حرارتی بوسیله یک دیواره عایق از هم جدا شده است. بخش داخلی شامل کویل انبساط مستقیم (DX) و فن داخلی بوده و بخش خارجی حاوی کمپرسور، کندانسور، فن خارجی، لوله موئین و موتور فن می‌باشد. باید در نظر داشت که معمولا هر دو فن بر روی یک شفت مشترک قرار داشته و توسط یک موتور راه‌اندازی می‌شوند. همچنین در بعضی مدل‌های موجود بر روی اواپراتور یک فیلتر هوا جهت پاکیزگی هوای داخل و ترموستات نیز موجود می‌باشد.



شکل ۱-۱۳: شماتیک یک سیستم کولر گازی پنجره‌ای

نحوه کارکرد این نوع سیستم‌ها بدین ترتیب است که در بخش داخلی هوای برگشت از فضای تهویه شده وارد این بخش شده و با عبور از روی کویل انبساط مستقیم خنک و رطوبت‌زدایی می‌شود. سپس این هوای تهویه شده با استفاده از فن داخلی به داخل فضا پرتاب می‌شود. از طرف دیگر در بخش خارجی سیستم، هوای محیط به صورت اجباری جهت خنک کردن سیال

عامل داغ عبوری از کنداسور وارد این بخش شده و سپس به محیط اطراف پرتاب می‌شود. به همین دلیل راندمان کولرهای گازی پنجره‌ای به دمای محیط اطراف وابستگی شدیدی داشته و برای دماهای بالاتر از ۴۳ درجه سانتیگراد مدل تروپیکال آنها توصیه می‌شود. باید در نظر داشت که کارکرد این نوع سیستم‌ها تنها در جهت تولید سرمایش بوده و از این منظر کاملا سیکلی مشابه با پمپ‌های حرارتی دارند. تفاوت اصلی آنها با پمپ‌های حرارتی در عدم وجود یک شیر چهارراه جهت تغییر مسیر سیال عامل در سیکل و ایجاد سیستم گرمایشی می‌باشد.

۳-۱-۳-۱: اسپیلت‌یونیت

این نوع سیستم‌ها مشابه با کولرهای گازی پنجره‌ای، از نوع سیستم‌های تهویه مطبوع موضعی بوده و در بسیاری از ساختمان‌ها در اقلیم‌های گوناگون کشور استفاده می‌شوند. به طور کلی نحوه کارکرد اسپلیت‌یونیت‌ها کاملا مشابه با کولرهای گازی پنجره‌ای بوده و مهم‌ترین تفاوت آنها جدا بودن بخش خارجی و داخلی این سیستم‌ها می‌باشد. این تفاوت امکان نصب سیستم‌های فوق را در آپارتمان‌ها تسهیل نموده و علت افزایش سریع آنها در شهرهای بزرگ می‌باشد. بخش خارجی اسپیلت یونیت‌ها شامل کندانسور، کمپرسور، لوله موئین و فن و بخش داخلی شامل اواپراتور و فن داخلی بوده که بوسیله دو لوله مسی با هم در ارتباط می‌باشند. همانند سیستم‌های پنجره‌ای، این نوع سیستم‌ها فاقد شیر چهارراهه جهت تبدیل شدن به وضعیت گرمایش می‌باشند و در بعضی از مدل‌های آنها از کویلهای گرمایی آب داغ (۸۰ درجه سانتی گراد) جهت تولید گرمایش استفاده می‌شود.

مهم‌ترین مزایای سیستم اسپیلت یونیت به شرح می‌باشد:

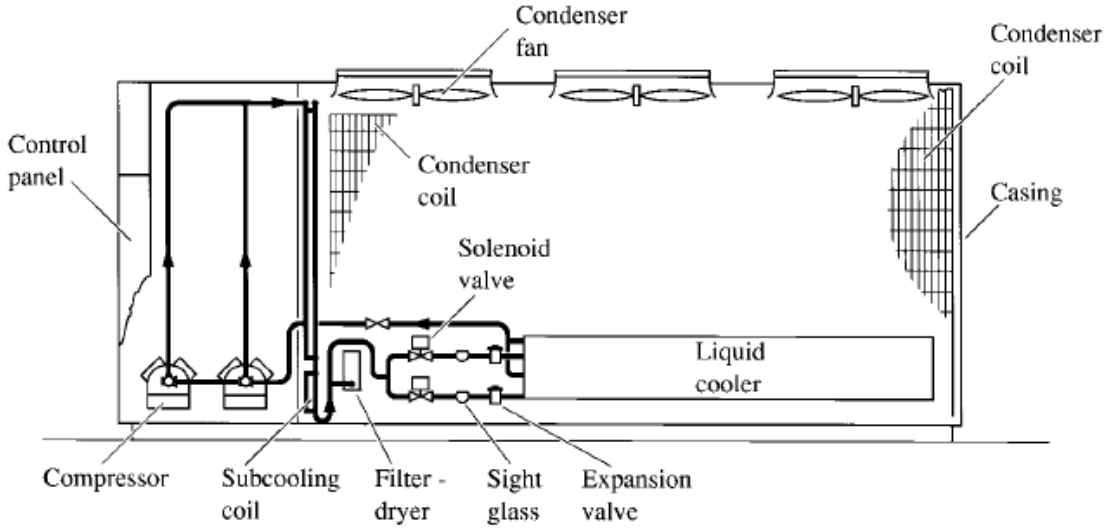
- هزینه اولیه پایین، صدای بسیار کم و سهولت بالا در نصب.
- بهترین گزینه به جای سیستم‌های کانالی.
- استقلال کامل به صورت هزینه‌ای و قابلیت کنترل.

در کنار مزایای فوق از جمله مهم‌ترین عیوب این سیستم به صورت زیر می‌باشد:

- وجود محدودیت فاصله مابین بخش داخلی و خارجی (معمولا بین ۳۰ تا ۴۵ متر).
- نیاز به تعمیرات و نگه داری در فضای مورد استفاده (شامل تغییر و تعویض فیلتر).
- محدودیت در میزان دبی هوای سرد و گرم تولیدی.
- تأثیر منفی بر زیبایی ساختمان به علت نصب تعداد زیاد یونیت‌های خارجی.

٤-۱-۳-۱: چیلر تراکمی

چیلرهای تراکمی یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین سیستم‌های تولید سرما در جهان و ایران می‌باشند. مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده چیلرهای تراکمی شامل کمپرسور، کندانسور، اواپراتور و شیر انبساط بوده که با توجه به تغییر هریک از اعضای فوق، شرایط کاری این تجهیز تغییر می‌نماید. چیلرهای تراکمی براساس نوع کمپرسور در گروه‌های مختلفی همچون چیلرهای تراکمی با کمپرسور سیلندر–پیستون، با توربوکمپرسور، با کمپرسور حلزونی و با کمپرسور اسکرول طبقه‌بندی می‌شوند. از نظر کندانسور و اواپراتور نیز می‌توان چیلرهای فوق را در دو گروه عمده آب‌خنک و هواخنک طبقه‌بندی نمود. در شکل ۱–۱۴ نمونه‌ای از یک چیلر تراکمی هوا خنک مشاهده می‌شود.



شکل ۱–۱٤: شماتیک یک چیلر تراکمی هوا خنک

۵–۱–۳–۱: چیلرجذبی

در بسیاری از منابع معتبر، چیلرهای جذبی تنها براساس منبع گرمایی عملیات تغلیظ و احیاء به دو دسته کلی شعله مستقیم و غیر مستقیم طبقه‌بندی شده است. اگر بخواهیم جزئیات بیشتری را دستمایه دسته‌بندی قرار دهیم می‌توانیم چیلرهای جذبی را از نظر نوع ماده مبرد و جاذب و همین طور از نظر چرخه تغلیظ ماده جاذب و مراحل سردسازی در گروه‌های مختلفی طبقه‌بندی کنیم. سیستم سرمایش جذبی از نظر ماده مبرد و جاذب در سه گروه عمده زیر قرار می‌گیرند:

- سیستم سرمایش جذبی با مبرد آب و ماده جاذب لیتیم بروماید
- سیستم سرمایش جذبی با مبرد آمونیاک و ماده جاذب آب
- سیستم سرمایش جذبی با مبرد آب و جاذب جامد (سیلیکاژلی)

همچنین سیستمهای سرمایش جذبی را از نظر چرخه تغلیظ ماده جاذب و مراحل سردسازی می‌توان در گروههای زیر قرار داده:

- سیستم سرمایش جذبی تک اثره لیتیم بروماید – آب
- سیستم سرمایش جذبی دو اثر لیتیم بروماید – آب
- سیستم سرمایش جذبی سه اثره لیتیم بروماید – آب
- سیستم سرمایش جذبی یک مرحله‌ای آب – آمونیاک

و از نظر منبع گرمایی عملیات تغلیظ و احیاء فارغ از دو گروه‌بندی عمده شعله مستقیم و غیر مستقیم می‌توان سیستمهای سرمایش جذبی را چنین طبقه‌بندی نمود:

- سیستم سرمایش جذبی با ژنراتور آب داغ
- سیستم سرمایش جذبی با ژنراتور آب گرم
- سیستم سرمایش جذبی با ژنراتور بخار
- سیستم سرمایش جذبی شعله مستقیم

کمپرسورهای گریز از مرکز را می‌توان نوعی از توربوکمپرسورها اما با عملکردی مشابه با پمپ‌های گریز از مرکز محسوب نمود. در این گونه کمپرسور که استفاده از آن برای چیلرهایی با ظرفیت بالا بسیار رایج است، یک پروانه دوار از سویی گاز را به داخل محفظه کشانده و از سوی دیگر آن را با فشار به سمت کندانسور می‌راند. این نوع سیستم‌ها امروزه بسیار مصرف برق کمی نسبت به دیگر سیستم‌های تراکمی داشته و در ظرفیت‌های بسیار قابل توجه می‌باشند. در شکل ۱–۱۵ نمایی از این نوع چیلر ملاحظه می‌شود.



شکل ۱-۱۵: شماتیک یک چیلر گریز از مرکز

۱-۳-۱-٦: سیستمهای VRF یا VRV

سیستم‌های VRF[۱۸] یا VRV[۱۹] نوعی از پمپ‌های حرارتی بوده که برای اولین بار توسط شرکت ژاپنی Daikin توسعه و طراحی شده و در ادامه بسیاری از تولیدکنندگان به ساخت این نوع سیستم‌ها پرداخته‌اند. با وجود اینکه زمان زیادی از پیدایش سیستم‌های فوق نمی‌گذرد، اما هم اکنون به صورت بسیار وسیع در کشورهای اروپایی، ژاپن و آمریکا استفاده می‌شوند. همچنین این سیستم‌ها، به صورت کاملا وارداتی، در کشور وجود داشته و در حال کسب جایگاهی مناسب در صنعت تهویه مطبوع می‌باشد.

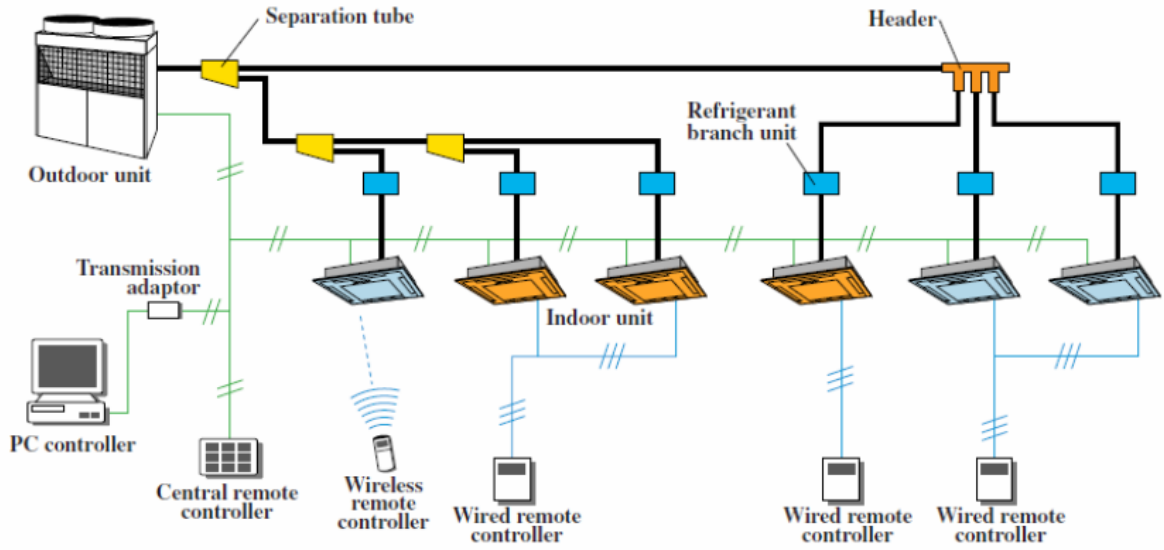
این نوع سیستم‌های تهویه مطبوع شامل یک بخش خارجی به عنوان کندانسور و تعداد زیادی بخش داخلی (با توجه به وسعت ساختمان) به عنوان اواپراتور می‌باشند. علت نام‌گذاری سیستم فوق (VRV) به علت قابلیت این نوع سیستم‌ها در کنترل میزان سیال عامل هر یک از بخش‌های داخلی می‌باشد. این قابلیت باعث می‌شود که با وجود کارکرد یونیت‌های مختلف داخلی در بارها و ظرفیت‌های مختلف (هماهنگ با بار حرارتی هر فضا) سیستم تنها یک کندانسور و کمپرسورخارجی داشته باشد. باید در نظر داشت که مهم‌ترین مزیت این سیستم افزایش قابل توجه بازدهی و قابلیت کنترل بوده و مهم‌ترین عیب آنها پیچیدگی زیاد فرآیند طراحی نسبت به سیستم‌های انبساط مستقیم (DX) می‌باشد.

باید در نظر داشت که کارکرد سیستم‌های VRV یا VRF با اسپیلت‌یونیت‌های چند پنله کاملا متفاوت می‌باشد. سیستم-های چند پنله مشابه با سیستم‌های جریان متغیر شامل یک یونیت خارجی و چندین یونیت داخلی می‌باشد. یونیت خارجی سیستم فوق شامل کندانسور، کمپرسور و شیر اختناق بوده و یونیت‌های داخلی تنها نقش اواپراتور را بازی می‌نمایند. در سیستم‌های جریان متغیر یونیت خارجی تنها شامل کندانسور و کمپرسور بوده و هریک از یونیت‌های داخلی دارای شیر اختناق مجزا می‌باشد که همین قابلیت باعث کنترل این سیستم بر میزان بار مورد نظر هر فضا می‌گردد. از طرف دیگر سیستم‌های چند پنله تنها دو وضعیت خاموش و روشن را برای سیستم در نظر گرفته و همیشه در حالت بار نامی کار می‌کنند در حالیکه سیستم‌های جریان متغیر دارای کمپرسور با دور متغیر بوده و بدین ترتیب مقادیر زیادی باعث صرفه جویی انرژی می‌گردند.

[۱۸] *Variable Refrigerant Flow*

[۱۹] *Variable Refrigerant Volume*

در شکل زیر نمایی از یک نمونه سیستم با جریان متغیر (VRV یا VRF) به همراه سیستم‌های کنترلی جانبی ملاحظه می‌شود.

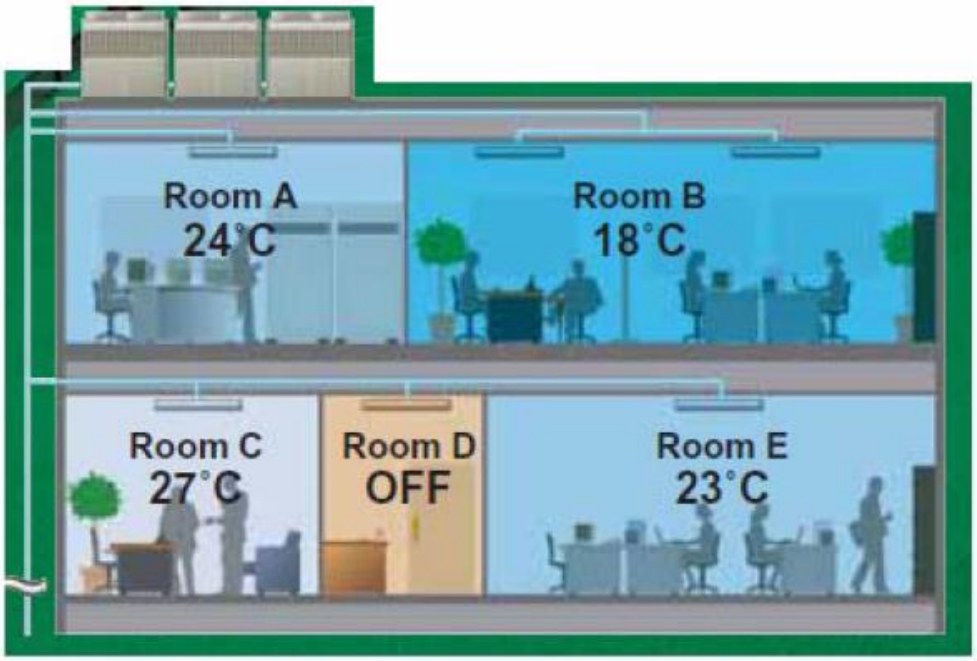


شکل ۱-۱۶: نمایی از یک نمونه سیستم با جریان متغیر (VRV یا VRF) به همراه سیستمهای کنترلی جانبی

از جمله مزایای سیستم‌های VRV یا VRFبه عنوان یکی از گزینه‌های مطرح در سیستم‌های تهویه مطبوع کشور می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تغییرات جریان با توجه به میزان بار هر یک از فضاهای ساختمان یکی از مهم‌ترین مزایای سیستم فوق می‌باشد؛ بطوریکه مطابق با شکل زیر دمای فضاهای داخلی می‌تواند به راحتی در فضاهای مختلف متفاوت باشد.
- سیستم‌های متغیر با جریان قابلیت ارائه همزمان گرمایش و سرمایش را بطور همزمان با استفاده از مبدل‌های حرارتی داشته و باعث افزایش بازدهی سیستم از این طریق می‌شوند.

با توجه به استفاده از کمپرسورهای دور متغیر و همچنین کنترل میزان دبی جریان با توجه به میزان بار درخواستی هریک از فضاها، میزان صرفه‌جویی انرژی سیستم‌های VRV یا VRF در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد نسبت به سیستم‌های سنتی انبساط مستقیم می‌باشد.



شکل ۱-۱۷: تغییرات جریان باتوجه به میزان بار هر یک از فضاهای ساختمان

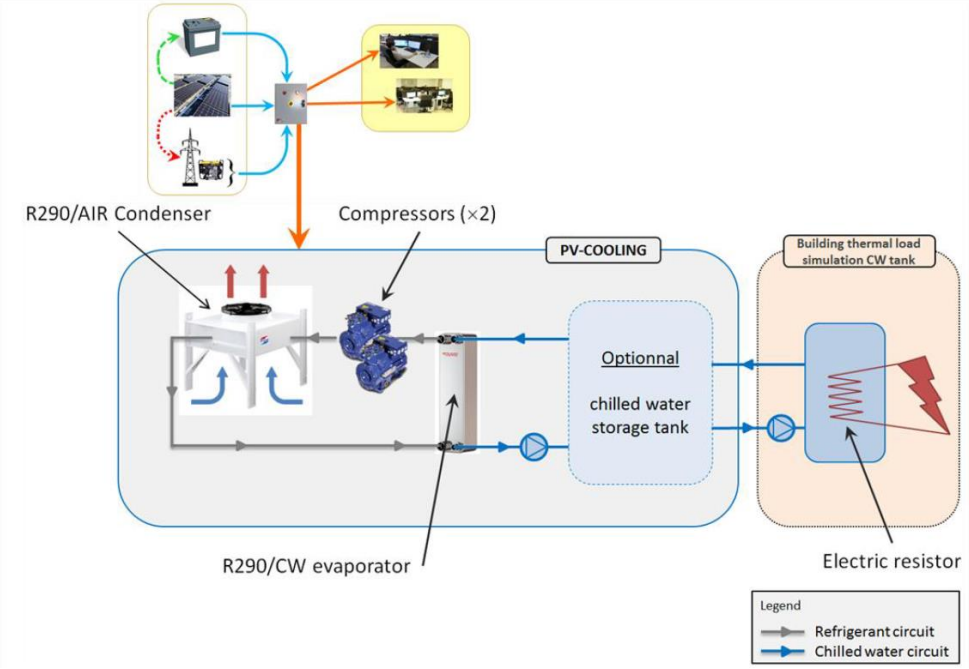
۲-۳-۱: سیستمهای سرمایشی با بکارگیری انرژیهای تجدیدپذیر

۱-۲-۳-۱: استفاده از سیستم فتوولتاییک در چیلرهای تراکمی

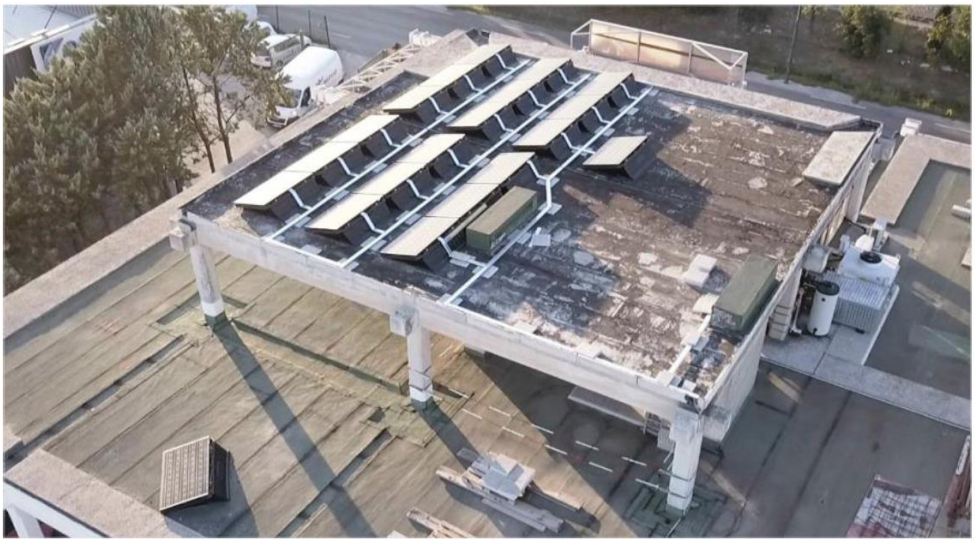
تاکنون، مدلهای اقتصادی فتوولتاییک بر اساس تزریق برق تولیدی به شبکه ایجاد گردیده است. اما اخیرا این روند به سمت خود–مصرفی در سایت تغییر جهت پیدا کرده است. سیستم فتوولتاییک خود–مصرف را می‌توان برای مصارف محلی از جمله روشنایی، گرمایش، گرمایش آب، پخت و پز، لوازم منزل و دستگاههای تهویه مطبوع و سرمایش بکار گرفت. در این بخش به کاربرد استفاده از سیستم فتوولتاییک در چیلرهای تراکمی پرداخته می‌شود. در این کاربرد از انرژی خورشیدی به منظور تولید سرمایش با استفاده از سیکل تبرید تراکمی استفاده شده است. ذکر این نکته ضروری است که برق تولیدی سیستم فتوولتاییک دیماند بار سرمایشی در طول روز را بطور کامل برآورده می‌سازد. علاوه بر آن استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر برای راندن پمپهای گرمایی می‌تواند به کاهش چشمگیر اثرات مخرب زیست محیطی بیانجامد.

در نگاه اول، توان کمپرسور می‌بایست با توان خروجی سیستم فتوولتاییک همگام گردد که این امر در یک بازه مشخص اتفاق می‌افتد و در یک آستانه حداقلی، کمپرسور چیلر ممکن است که متوقف گردد. نکته چالشی اینجاست که زمانیکه توان سیستم فتوولتاییک به مجموعه بازمی‌گردد، برای روشن کردن مجدد کمپرسور این توان می‌بایست پایدار و قابل اتکا باشد. این مشکل را می‌توان با استفاده از درایوهای فرکانس متغیر حل نمود. علاوه بر این، در بعضی روزهای ابری ممکن است

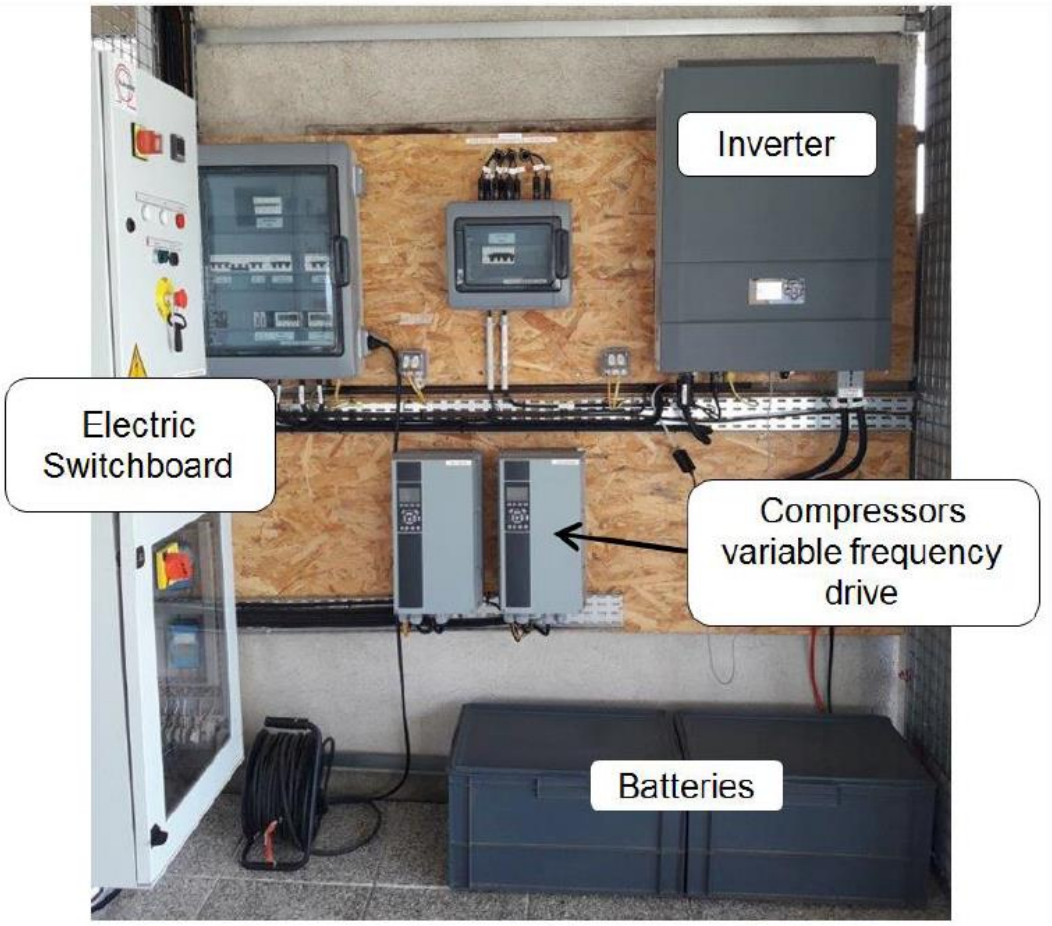
توان مورد نیاز برای راندن کمپرسور با اختلال مواجه گردد. برای رفع این مشکل، می‌توان از سیستمهای ذخیره برق (باتری) استفاده نمود. همچنین می‌توان از ذخیره‌سازهای حرارتی نیز بهره گرفت [3]. اشکال ۱-۱۸ تا ۱-۲۱ نمونه اجرا شده سیستم تراکمی فتوولتاییک در فرانسه نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۸: شماتیک چیلر تراکمی با سیستم فتوولتاییک [3]



شکل ۱-۱۹: نمونه اجرا شده چیلر تراکمی و سیستم فتوولتاییک در فرانسه [3]



شکل ۱-۲۰: سیستم کنترلی نمونه اجرا شده چیلر تراکمی و سیستم فتوولتاییک در فرانسه [3]



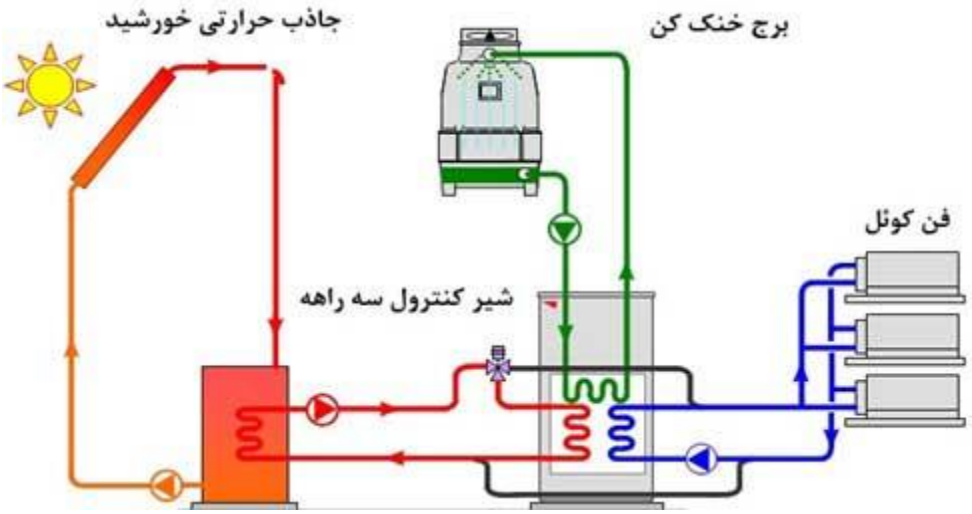
شکل ۱-۲۱: نمونه چیلر تراکمی و سیستم فتوولتاییک در فرانسه [3]

۲-۲-۳-۱: چیلرهای جذبی خورشیدی

با توجه به این که بخش بزرگی از انرژی الکتریکی مصرفی در فصل تابستان به سرمایش اماکن مسکونی و اداری اختصاص دارد و این مسئله منجر به بحران انرژی شده است، لذا چیلرهای خورشیدی می‌توانند به جایگزین مناسبی برای کولرهای آبی و گازی، که مصرف برق بالایی دارند، تبدیل شوند. همانگونه که پیشتر بیان گردد، به طور کلی می‌توان چیلرها را به دو دسته چیلرهای تراکمی و چیلرهای جذبی تقسیم نمود. چیلرهای تراکمی از انرژی الکتریکی و چیلرهای جذبی از انرژی حرارتی به عنوان منبع اصلی برای ایجاد سرمایش استفاده می‌کنند. سیکل تبرید جذبی اساس کار چیلرهای خورشیدی است. در این سیکل، گرمای مورد نیاز ژنراتور از انرژی خورشیدی تأمین می‌شود. در چیلرهای جذبی برای به حرکت در آوردن سیال عامل از انرژی حرارتی استفاده می‌شود. این انرژی حرارتی می‌تواند توسط بخار آب، آب داغ ناشی از احتراق مستقیم سوخت و یا انرژی خورشیدی تأمین گردد [4] .

فناوری تبرید جذبی روشی عالی برای تهویه مطبوع مرکزی در تأسیساتی است که ظرفیت دیگ اضافی دارند و می‌توانند بخار یا آب داغ مورد نیاز برای راه اندازی چیلر را تأمین نمایند. چیلرهای جذبی قادر به تولید ۲ تا ۱۲۰۰ تن

برودت هستند. البته قابل ذکر است که برخی از تولیدکنندگان ژاپنی موفق شده‌اند چیلرهای جذبی با ظرفیت معادل۵۰۰۰ تن نیز تولید کنند. مشکلات عمده‌ای که این سیستمهای خورشیدی دارا هستند عبارتند از: هزینه اولیه بالا، بهره‌گیری از انرژی خورشیدی فقط برای یک مدت کوتاه در طول روز و کارایی نسبتاً پایین. البته با پیشرفتهای جدید در زمینه های سردسازی و بهره گیری از انرژی خورشیدی، ضریب عملکردهای نسبتا بالا هم قابل دسترسی است [4].



شکل ۱-۲۲: سیستم سرمایش جذبی خورشیدی

هزینه نصب چیلرهای خورشیدی از چیلرهای تراکمی بسیار بیشتر است ولی این امر با توجه به هزینه عملیاتی کمتر چیلرهای خورشیدی یعنی مصرف برق کمتر، تا حدودی جبران می‌شود. کلکتورهای خورشیدی بخش اصلی هزینه ساخت این چیلرها را به خود اختصاص می‌دهند، ولی با توجه به رشد تکنولوژی و تولید در مقیاس بالا این هزینه‌ها نیز کاهش خواهد یافت.

۱-٤: راهکارهای افزایش راندمان سیستمهای سرمایش

۱-٤-۱: راهکارهای افزایش راندمان سیستمهای تبخیری

۱-۱-٤-۱: استفاده از موتورهای جریان مستقیم بدون جاروبک[۲۰] در کولرهای آبی

در موتورهای جریان مستقیم معمولی، جاروبک‌ها وظیفه رساندن جریان الکتریکی از طریق کموتاتورها به سیم‌پیچ‌های روتور را برعهده دارند. در موتورهای BLDC، عمل انتقال جریان به سیم‌پیچ‌های روتور انجام نمی‌شود؛ زیرا سیم‌پیچها روی روتور قرار ندارند. روتور از جنس مغناطیس دائم ساخته شده و سیم‌پیچ‌ها روی استاتور ثابت هستند و نمی‌چرخند، به همین دلیل نیاز به جاروبک برای عمل کموتاسیون وجود ندارد.

یکی از بزرگترین مزایای موتور BLDC راندمان بالای آن است؛ زیرا این موتور می‌تواند به طور پیوسته در ماکزیمم گشتاور کار کند، اما موتور دارای جاروبک فقط در نقاط خاصی در چرخش می‌تواند به حداکثر گشتاور برسد. یک موتور دارای جاروبک برای اینکه به گشتاوری برابر با موتور بدون جاروبک برسد، باید از مغناطیس‌های بزرگتری استفاده کند و به همین دلیل است که حتی موتورهای خیلی کوچک بدون جاروبک نیز می‌توانند توان قابل ملاحظه‌ای داشته باشند.

مزیت بزرگ دوم، قابلیت کنترل‌پذیری بالای این موتورها با استفاده از مکانیزم‌های فیدبک، برای رسیدن دقیق به گشتاور و سرعت چرخش مطلوب است. این دقت کنترل منجر به کاهش مصرف انرژی و تولید گرما در موتور می‌شود و در مواردی که موتور به باطری متصل است، طول عمر آن افزایش می‌یابد.

موتورهای BLDC همچنین به دلیل عدم وجود جاروبک، طول عمر بالایی دارند و نویز آن‌ها بسیار کم است. در موتورهای دارای جاروبک، جاروبک و کموتاتور در اثر تماس مداوم در طول چرخش ساییده می‌شوند و در محل تماس تولید جرقه می‌کنند. نویز الکتریکی نتیجه جرقه‌های شدیدی است که هنگام عبور تیغه‌های کموتاتور از جاروبک‌ها رخ می‌دهد. به همین دلیل است که موتورهای بدون جاروبک در کاربردهایی که حتما باید از نویز و جرقه الکتریکی اجتناب شود، بسیار مورد توجه قرار می‌گیرند.

در اصل بسیاری از کاربردها می‌توانند توسط موتورهای BLDC انجام پذیرند. اما قیمت و کنترل پیچیده جلوی جایگزین کردن موتورهای جاروبک‌دار با موتورهای BLDC در نواحی ارزان‌قیمت را گرفته است. با این حال، موتورهای BLDC در حال حکم‌فرمایی در بسیاری کاربردها، خصوصاً دستگاه‌هایی همچون فن‌های کامپیوتر و پخش‌کننده‌های سی‌دی و دی‌وی‌دی است. پنکه‌های خنک‌کننده کوچک استفاده شده در دستگاه‌های الکترونیکی منحصراً توسط موتورهای BLDC به حرکت در می‌آیند. همین‌طور در دستگاه‌هایی که به منبع شهری متصل نیستند و راندمان اهمیت بسیاری دارد و مدت طولانی طول

---

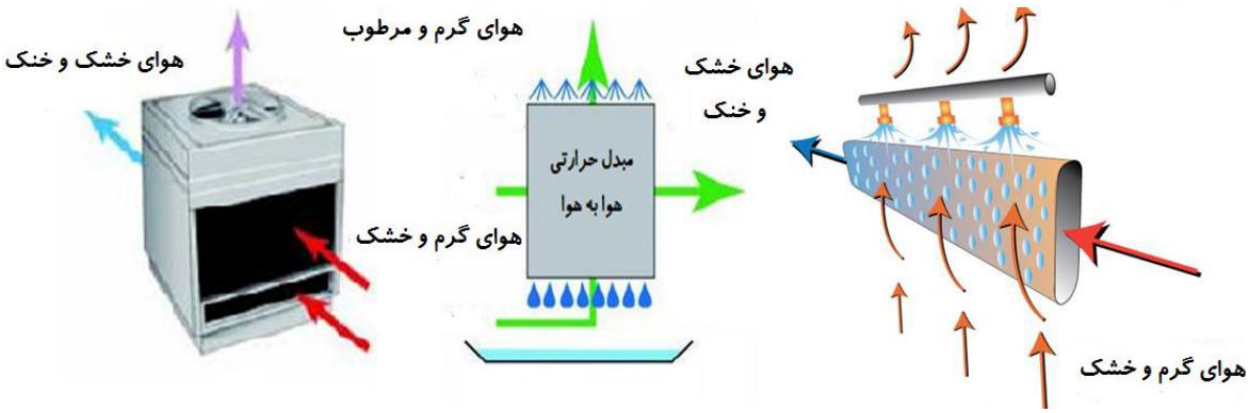
[۲۰] *Brushless DC motors (BLDC)*

می‌کشد تا باتری دوباره به شارژر متصل شود از این موتورها استفاده می‌شود. موتورهای BLDC کم‌سرعت و کم‌توان در دستگاه‌های گرامافون نیز استفاده می‌شوند.

هم‌اکنون در HVAC و صنایع سرمایشی گرایش به سمت استفاده از موتورهایBLDC به جای موتورهای AC وجود دارد. دلیل قابل توجه برای جایگزینی توان مورد نیاز پایین‌تر برای گرداندن موتورهای BLDC در برابر موتورهای AC است. در کنار راندمان بالاتر موتورهای BLDC، در سیستم‌های HVAC خصوصاً زمانی که کنترل سرعت مطرح باشد، از موتورهای BLDC استفاده می‌شود چراکه ریزکنترل‌گر داخلی این موتورها امکان برنامه‌ریزی و کنترل بهتر در جریان هوا و ارتباط سری می‌دهد.

۲-۱-٤-۱: استفاده از کولر تبخیری غیرمستقیم

فرآیند کولر تبخیری غیر مستقیم عبارتست از کاهش دمای جریان هوای عبوری از مجاورت سطح انتقال حرارت خنک شده به روش تبخیری مستقیم که در بیشتر موارد مطابق شکل ۱-۲۳ فیلم آب در حال تبخیر از سطح انتقال حرارت مبدل هوا به هوای جریان متعامد می‌باشد. البته در برخی موارد به جهت معضل رسوب روی سطح انتقال حرارت، فرآیند تبخیر مستقیم به صورت مجزا اجرا می‌شود.

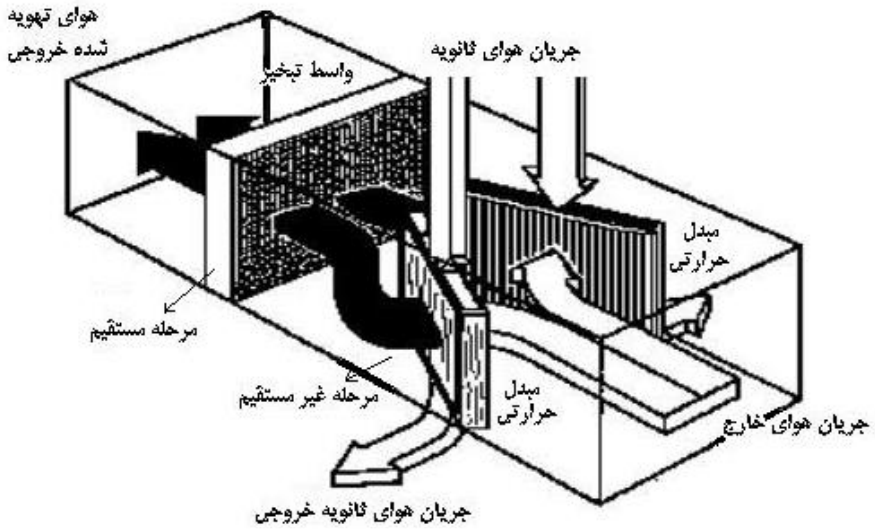


شکل ۱-۲۳: مکانیزم فرآیند تبخیر غیرمستقیم

در این سیستم هوای برگشت ساختمان تا حدود دمای مرطوب آن خنک شده و فرآیند بازیافت انرژی به نحو مؤثرتر انجام می‌شود. بطوریکه دمای هوای تازه ورودی ساختمان، بدون افزایش رطوبت، تا محدوده آسایش کاهش یافته و کمترین بار برودتی را به سیستم سرمایش تحمیل می‌کند. البته سیستم تبخیری غیرمستقیم صرفا برای اقلیم آب‌وهوایی خشک قابل استفاده است. زیرا درغیر اینصورت نه تنها فرآیند تبخیر در این سیستم بخوبی انجام نمی‌شود، بلکه با وارد کردن هوای تازه، به بار نهان ساختمان افزوده می‌شود.

۳-۱-٤-۱: سیستمهای تبخیر دومرحله‌ای

نظر به سهم قابل توجه انرژی الکتریکی مصرفی برای سرمایش و تأثیر بسیار زیاد آن بر پیک بار سالیانه، مدیریت انرژی در تجهیزات سرمایشی از دیدگاه ملی بسیار با اهمیت می‌باشد. استفاده از سیستم‌های سرمایش تبخیری دومرحله‌ای برای سرمایش ساختمانها، یکی از روشهای مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در سمت تقاضا محسوب می‌شود که نسبت به سایر تجهیزات سرمایش غیر مرکزی دارای مزایای فراوانی می‌باشد. مطالعات صورت‌گرفته نشان می‌دهد در کولرهای آبی دو مرحله ای که نسبت بازده انرژی بین 31 تا 40 می باشد که نسبت به کولرهای آبی متداول در کشور دارای نسبت بازده انرژی 20 تا 30 و کولرهای گازی دارای نسبت بازده انرژی 2 تا 3 بالاتر بوده و شرایط هوای خروجی آن نیز مطلوبتر می‌باشد [5].



شکل ۱-۲٤: سیستم سرمایش تبخیری دومرحله‌ای

همانگونه پیشتر اشاره شد، در یک سیستم سرمایش تبخیری غیرمستقیم، از یک مبدل حرارتی برای خنک کردن هوای اصلی، بدون اضافه کردن آب استفاده می‌شود. جریان هوای ثانویه‌ای نیز انرژی حرارتی را از این جریان هوای اصلی، با تولید بخار آب، اخذ می‌کند و در واقع هوا بصورت محسوس و بدون افزایش رطوبت خنک می‌شود. جریان هوای ثانویه نیز از هوای خارج تأمین می‌شود. اغلب اوقات یک مرحله مستقیم نیز با این سیستم ترکیب می‌شود تا هوا را بیشتر خنک کند که به آن سیستم دومرحله‌ای می‌گویند [5].

٤-١-٤-١: بکارگیری سیستمهای اکونوپک

سیستم اکونوپک تشکیل شده است از یک اتاقک مجهز به کوره هوای گرم که معمولاً از سوخت گاز یا برق به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کند و نقش سیستم گرمایشی را دارد. در قسمت دیگر سیستم اکونوپک، یک اتاقک ایرواشر قرار دارد که از طریق مکانیسم تبخیری، نقش یک سیستم سرمایشی را در فصل تابستان ایفا می‌نمایند. مجموعه این عوامل ارائه یک دستگاه اکونوپک با قابلیت صرفه جویی در انرژی و کاملاً اقتصادی است. در کنار هم بودن دو قابلیت سرمایشی و گرمایشی در اکونوپک موجب شده است تا نیاز به تامین یک موتورخانه به عنوان منبع انرژی به طور کامل حذف شود. بنابراین اگر قرار باشد یک اکونوپک در واحد مسکونی نصب شود، نیازی به لوله کشی های آب گرم یا تامین منبع آب گرم در موتورخانه نخواهد بود. نمونه سیستم اکونوپک در شکل ۱-۲۵ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۵: نمونه سیستم اکونوپک

سیستم سرمایشی سیستم اکونوپک بر اساس فرآیند تبخیر انجام می‌شود. به این ترتیب اسپری‌کننده‌ها در اتاقک ایرواشر در حالت یک ردیف یا دو ردیف قرار دارند؛ آب در محفظه اسپری می‌شود (شکل ۱-۲۶) و یک فرایند انتقال حرارت میان هوا و قطرات آب انجام می‌گیرد. سیستم اکونوپک، هوای خنک را در کانال‌های مخصوص به جریان می‌اندازد؛ به این ترتیب خنک‌سازی فضای مورد نظر در فصل تابستان با راندمان بالا قابل اجرا است.



شکل ۱-۲۶: نحوه عملکرد سیستم اکونوپک

۲-٤-۱: راهکارهای افزایش راندمان دستگاههای تهویه مطبوع اتاقی (اسپلیتها و...) و چیلرها

اگرچه چین بیش از ۶۰ استاندارد اجباری MEPS مربوط به لوازم منزل و تجهیزات تجاری– از جمله دستگاههای تهویه مطبوع اتاقی– از سال ۱۹۸۰ به تصویب رسانده است، اما برخی از این استانداردها منسوخ شده و بمیزان لازم سختگیرانه نیست. چرا که آخرین بازنگری استانداردهای دستگاههای تهویه مطبوع اتاقی با سرعت ثابت و با درایو فرکانس متغیر به سالهای ۲۰۱۰ و ۲۰۱۳ باز می‌گردد و این استانداردها منعکس‌کننده اصلاحات صورت پذیرفته در راندمان و جریان مبرد در دستگاههای تهویه مطبوع با درایو فرکانس متغیر نسبت به کمپرسورهای سرعت ثابت (با دو حالت روشن/خاموش) نمی‌باشد. محصولات با درایو سرعت متغیر که سبب بازدهی بالای دستگاههای تهویه مطبوع می‌گردد، بازار کشورهای پیشرفته مانند امریکا، ژاپن، استرالیا و کشورهای اروپایی را فرا گرفته است و سهم آن در بازار اقتصادهای نوظهور مانند هند بشدت در حال افزایش است.

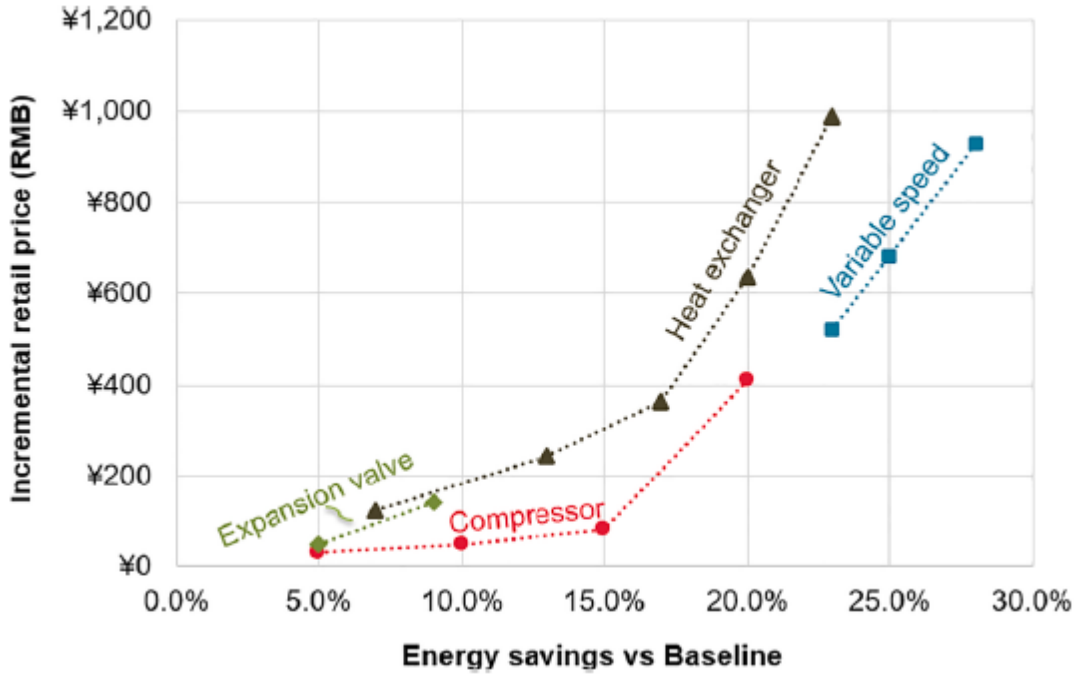
داشتن دو استاندارد جداگانه برای دستگاههای تهویه مطبوع سرعت ثابت و با درایو فرکانس متغیر با در نظر گرفتن ملزومات بسیار پایین‌تر برای دستگاههای تهویه مطبوع سرعت ثابت سبب گردیده تا تجهیزات سرعت ثابت در بازار باقی بمانند. در سالهای اخیر، دولت چین تلاش کرده تا معیارهای ارزیابی راندمان دستگاههای تهویه مطبوع را بروزرسانی نماید، بگونه‌ای که هر دو دسته سرعت ثابت و با درایو فرکانس متغیر تحت یک استاندارد هماهنگ قرار گیرند. استاندارد بازنگری شده تا پایان سال ۲۰۱۹ منتشر گردیده و انتظار می‌رود تا میانه سال ۲۰۲۰ اجرایی گردد [6].

تکنولوژی‌های گوناگونی را می‌توان به منظور اصلاح راندمان دستگاههای تهویه‌مطبوع اتاقی بکار گرفت. نمودار هزینه در مقابل اصلاح راندمان بر اساس ۳۵۹ ترکیب متفاوت از طراحی‌های مختلف تکنولوژی‌های کارآمد و تخمین ترکیبات با پایین‌ترین قیمت و راندمان‌های قابل قبول مشخص بدست آمده است. این تکنولوژی‌ها در چهار دسته عمده قرار می‌گیرند:

- بهبود راندمان کمپرسورها
- مبدلهای حرارتی
- درایوهای سرعت متغیر

- تکنولوژیهای شیر اختناق

دستگاه تهویه مطبوع اتاقی پایه دستگاهی با کمترین راندمان در بازار چین است: دستگاهی با کمپرسور سرعت ثابت، فاکتور عملکرد سالیانه[۲۱] ۲/۷ و قیمت ۱۹۲۷ یوان چین. قیمتها مطلق هستند و اصلاحات در راندمان الکتریکی بر اساس درصد کاهش دیماند در مقایسه با دستگاه تهویه مطبوع اتاقی پایه می‌باشد. نتایج در شکل ۱-۲۷ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۷: تاثیر پارامترهای مختلف بهبود EER بر قیمت تمام شده (یوان) [6]

قیمت اصلاحی در تجهیزات مختلف دستگاههای تهویه مطبوع اتاقی برای مینی‌اسپلیتهای اتاقی ۳/۵ کیلووات ظرفیت سرمایش (معادل با ۱ تن تبرید) در شکل مشاهده می‌شود. EER کمپرسور مرجع برابر ۲/۹ است:

- دایره های قرمز از چپ به راست به ترتیب کمپرسورهای با EER برابر با ۳/۰، ۳/۲، ۳/۴ و ۳/۶ را نشان می‌دهند.
- در خط سرعت متغیر، مربعهای آبی از چپ به راست به ترتیب نشان‌دهنده درایو فرکانس‌متغیر برای کمپرسور AC، کمپرسور DC، و کمپرسور DC و فن با درایو فرکانس‌متغیر می‌باشند.

[۲۱] *APF: Annual Performance Factor*

- مثلثهای قهوه ای از چپ به راست در خط مبدل حرارتی نشان‌دهنده اصلاحات در مبدل به میزان ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد می‌باشد.
- لوزی‌های سبز در خط شیر اختناق از چپ به راست نشان‌دهنده شیر اختناق ترموستاتیکی و شیر اختناق الکترونیکی می‌باشند.

۱-۲-٤-۱: شیرهای انبساط الکترونیکی و تاثیر آن بر کاهش مصرف

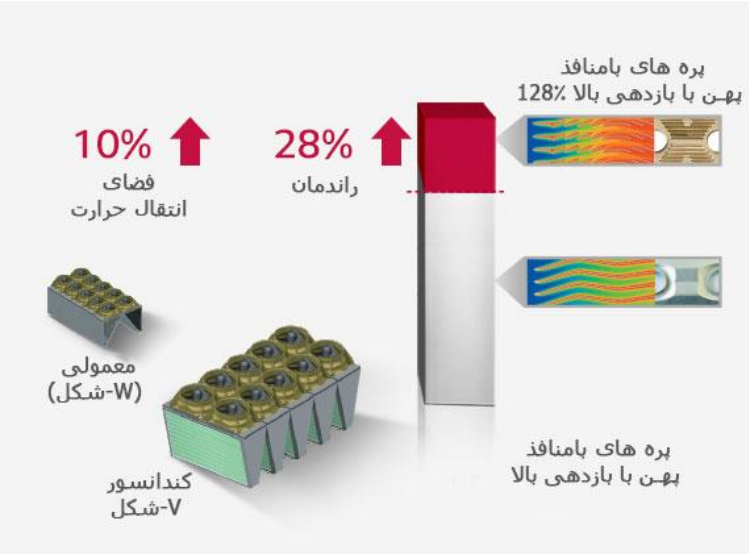
شیر انبساط در کنار کمپرسور، کندانسور و اواپراتور یکی از چهار جزء اصلی چرخه سرمایش است. شیر انبساط ضمن شکستن فشار مبرد مایع ارسال شده وظیفه کنترل کیفیت و کمیت مبرد ورودی به اواپراتور را عهده‌دار است. استفاده از شیر انبساط الکترونیکی در سیستمهای سرمایشی، یخچال و فریزرها و سردخانه‌های هایپرمارکت‌ها و سوپرمارکت‌ها بجای استفاده از شیر انبساط ترموستاتیکی می تواند علاوه بر کاهش مصرف انرژی و کنترل دقیق دمای اواپراتور،کابین و یا اتاق از خطراتی که کمپرسورها را تهدید می‌کند کاسته و بر عمر آنها بیفزاید.

شیرهای انبساط الکترونیکی جریان مبرد ورودی به اواپراتورهای انبساط مستقیم را کنترل می‌کنند و این عمل را در پاسخ به سیگنال‌های ارسال شده از طرف یک کنترلر الکترونیکی انجام می‌دهند. برای باز و بسته شدن شیر از یک استپ‌موتور کوچک استفاده می‌شود. استپ‌موتورها عمل دوران را بصورت پیوسته انجام نمی‌دهند. موتورها تحت کنترل یک کنترلر الکترونیکی می‌باشند و به ازای هر سیگنالی که از کنترلر برای آنها فرستاده می‌شود به اندازه کسری از یک دور کامل دوران می‌کنند. استپ‌موتور براساس حرکت چرخ‌دنده ای که موقعیت یک پین را در مجرای عبور مبرد تغییر می‌دهد عمل می‌کند. برخلاف شیر انبساط ترموستاتیکی که بر اساس نگه داشتن میزان ثابت درجه سوپرهیت در خروجی اواپراتور عمل می‌کند و دما و فشار اواپراتور متغیر است، شیر انبساط الکترونیکی بر اساس ثابت نگه داشتن فشار در اواپراتور عمل می‌کند. این کار با تغییر مقدار مبرد ورودی به اواپراتور انجام می‌گیرد. شیر انبساط الکترونیکی با عملکرد در پایین‌ترین فشار اواپراتور، باعث کاهش مقدار کار کمپرسور و در نتیجه کاهش مصرف انرژی می‌گردد. شیر انبساط الکترونیکی مزایایی مانند کاهش مصرف انرژی، کارکرد بهتر سیستم تبرید در دمای پایین، عملکرد بهینه‌تر کمپرسور، کاهش هزینه تعمیر و بهبود عمر کاری روغن کمپرسور را به همراه دارد.

۲-۲-٤-۱: کاربرد میکروکانال در کندانسور

میکروکانال، نوع پیشرفته ای از کویل‌های کندانسور می‌باشد که ساختاری مشابه کویل های Fin & Tube دارد. با این تفاوت که جریان گرم بخار، از درون کانال‌های بسیار کوچکی از جنس آلومینیوم عبور کرده و فین‌هایی آلومینیومی نیز به طور

فشرده، بین این کانال ها قرار می‌گیرند. با توجه به مقطع بسیار کوچک این کانال‌ها، انتقال حرارت از جریان بخار به جداره کانال، به مراتب در مقایسه با انتقال حرارت بین جریان بخار و جداره لوله در کویل‌های Tube & Fin بهتر صورت می‌گیرد؛ زیرا که فاصله بین مرکز جریان بخار و بستر جامد (دیواره کانال) بسیار کمتر است. به همین علت می‌توان به کمک کویل‌های میکروکانال، سطح جانبی کویل کندانسور را تا ۲۳ درصد نسبت به کویلهای Fin & Tube در ظرفیت مشابه، کاهش داد. البته وجود فین‌های فشرده بین کانال ها باعث شده است که استفاده از این نوع کویل در محیط‌هایی با هوای غبارآلود، انتخاب چندان مناسبی نباشد؛ چراکه براحتی امکان گرفتگی کویل ها و در نتیجه کاهش راندمان کندانسور وجود خواهد داشت.



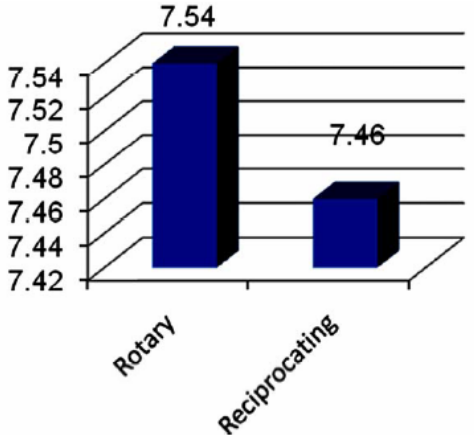
شکل ۱-۲۸: چیلر (اسکرو هواخنک) ساخت شرکت ال‌جی با مبدل حرارتی میکرو کانال

در چیلر (اسکرو هوا خنک) نشان داده شده در شکل ۱-۲۸ که ساخت شرکت ال‌جی می‌باشد، مبدل حرارتی میکروکانال (MCHX)که از ۱۰۰٪ آلیاژ آلومینیوم ساخته شده است، از راندمان انتقال حرارتی بالایی برخوردار بوده و مقاومت زیادی در برابر خوردگی دارد. با وجود افزایش سطح تبادل حرارت در مقایسه با پره‌های معمولی، وزن و حجم آن کاهش یافته است که نتیجه آن محصولی فشرده‌تر و کوچکتر و کارآمدتر خواهد بود.

نتایج مقاله دیگری [7] نشان می‌دهد که روشهای زیر نیز را می‌توان برای افزایش EER بکار گرفت:

- با افزایش تعداد ردیف تیوبها در کندانسور و اواپراتور می‌توان ظرفیت سرمایش را بالاتر برد. افزایش تعداد ردیف تیوبها در کندانسور تاثیر بیشتری بر بهبود EER (در مقایسه با افزایش تعداد ردیف تیوبها در کندانسور) خواهد داشت. از سوی دیگر برای افزایش تعداد ردیف لوله ها نیز محدودیت وجود دارد، زیرا این افزایش سبب افزایش مساحت سطح و در نتیجه سبب افزایش سرعت جریان هوا می‌گردد و اگر هوا بسیار سریع در اطراف کویلها عبور داده شود، انتقال حرارت مناسب صورت نمی‌گیرد و فشار هوا افت می‌کند.

- طراحی فین‌ها تاثیر مثبت بیشتری از افزایش چگالی فین‌ها (تعداد فین بر واحد طول) دارد. ضمنا برای افزایش چگالی فین نیز حد بالایی وجود دارد. در نتیجه، توصیه بر این است که چگالی فین از ۱۴ بر اینچ فراتر نرود.
- هر چقدر کیفیت مبرد بالاتر باشد، ظرفیت سرمایش تجهیز بالاتر می‌رود. اگرچه R-22 نسبت EER بالاتری از R-407C فراهم می‌آورد، اما تولید آن از سال ۲۰۲۰ متوقف می‌گردد.
- در مقایسه با کمپرسورهای رفت و برگشتی استفاده از کمپرسور روتاری هزینه کمتر و نیاز به تعمیرات کمتری را ایجاد می‌نماید (شکل ۱-۲۹).



شکل ۱-۲۹: مقایسه EER دو واحد سرمایش ۱/۵ تن با کمپرسور روتاری و رفت و برگشتی [7]

۳-۲-٤-۱: استفاده از مینی‌چیلرهای هوا خنک

مینی‌چیلر ، چیلرهای کوچکی هستند که برای واحدهای مسکونی، تجاری و اداری کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرند. اساس کارشان مانند چیلرهاست که با خنک کردن آب در اواپراتور و ارسال آن برای فن کویل‌ها، سرمایش مورد نیاز ساختمان را فراهم می‌کند (شکل ۱-۳۰). در واقع نسبت به چیلر ابعاد کوچک‌تر و ظرفیت کمتری دارد و معمولا به صورت هوا خنک (کندانسور هوا خنک) ساخته می‌شود و نیازی به برج خنک‌کننده و متعلقات آن ندارد، ابعاد آن بسیار جمع‌وجور بوده و به راحتی و بدون نیاز به موتورخانه در اماکن مختلف مسکونی، اداری، تجاری، ورزشی و صنعتی نصب می‌شود. اگر نیاز بیشتر از ظرفیت یک مینی‌چیلر باشد می توان از چند مینی‌چیلر به صورت ترکیبی با یکدیگر استفاده نمود.



شکل ۱-۳۰: نمونه مینی‌چیلر

نحوه عملکرد دستگاه مینی‌چیلر بستگی به این مساله دارد که قرار است این دستگاه در چه مکانی به کار گرفته شود. اگر از آن به‌عنوان سیستم سرمایش صنعتی استفاده شود، آب در یک مبدل حرارتی وارد می‌شود و سپس این مبدل دمای آن را کاهش می‌دهد. اگر دستگاه مینی‌چیلر به عنوان یک سیستم سرمایش ساختمانی مورد استفاده قرار گیرد، در این‌صورت آب با پمپ به درون هواسازها و یا فن‌کویل‌های درون ساختمان وارد می‌شود و در آنجا این آب خنک می‌شود. از آنجایی که مینی‌چیلرها توانایی گرمایش نیز دارند برای استفاده از این توانایی تنها کافی است به جای آب سرد آب گرم وارد قسمت پمپاژ شود.

کمپرسور را باید اصلی‌ترین قطعه تشکیل دهنده مینی‌چیلر دانست. این کمپرسور معمولا از نوع اسکرال است اما ممکن است بسته به شرایط خاصی از نوع پیستونی نیز باشد. اسکرال‌ها این مزیت را نسبت به سایر کمپرسورها دارند که کمتر دچار استهلاک می‌شوند. کندانسور قطعه بعدی است که اهمیت زیادی در یک دستگاه مینی‌چیلر دارد. کندانسور خنک کننده از پوسته و لوله تشکیل می‌شود و برای فرایند خنک کردن به برج خنک کننده نیاز دارد.

٤-۲-٤-۱: سیستم سرمایش GHP

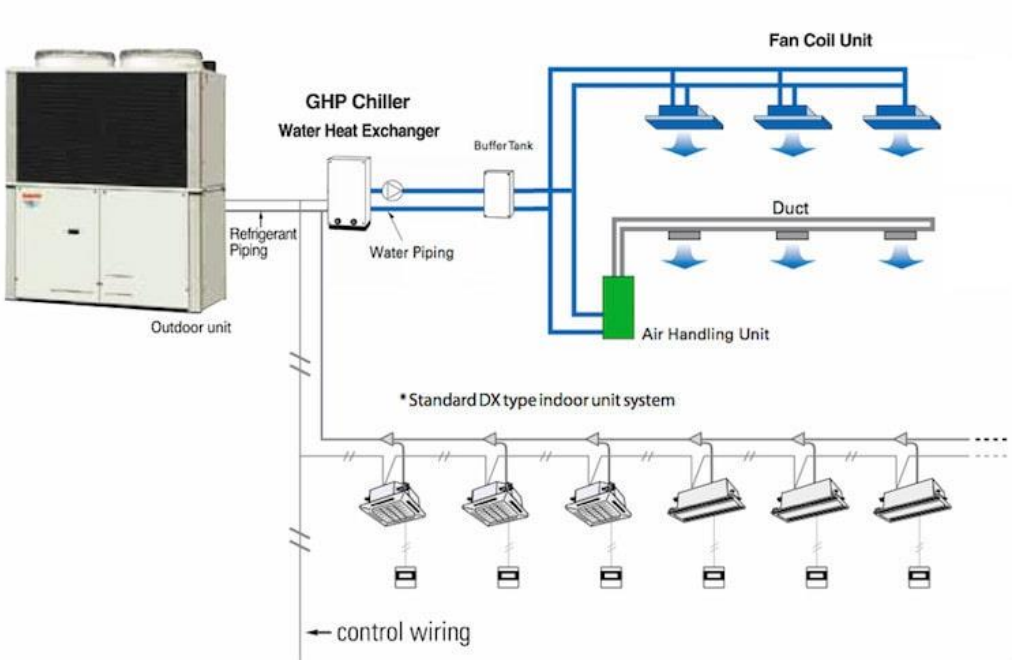
GHP مخفف عبارت Gas Heat Pump است و نوعی سیستم تهویه هوشمند برای تهویه صنعتی و خانگی به شمار می‌رود. عملکرد این سیستم بر پایه سیکل تبرید تراکمی و یک موتور احتراق داخلی گازسوز می‌باشد. این نوع سیستم‌های تهویه هوا که در ساختمان های جدید نصب می‌شوند نیازی به کانال‌کشی هوا ندارند و یونیت‌های داخلی با لوله‌کشی به یونیت‌های خارجی متصل می‌شوند. یونیت‌های خارجی در فضای غیر مفید ساختمان مانند پشت بام قرار می‌گیرند و یونیت‌های داخلی در داخل ساختمان و در محیط‌های مختلف نصب می‌شوند. دستگاه GHP به همراه دستگاه EHP در زیر مجموعه سیستم های VRF به معنای جریان متغیر مبرد قرار می‌گیرند. منظور از جریان متغیر مبرد این است که می توان مقدار جریان ورودی به هر یونیت داخلی را به مقدار دلخواه تنظیم کرد و در نتیجه این امکان را به هر یونیت داد که به طور جداگانه و

مستقل، دمای محیط اطراف خود را تنظیم نمایند. در سیستمهای EHP که مبتنی بر موتورهای الکتریکی هستند، معمولا یک منبع تغذیه سه فاز طراحی شده است. کمپرسور به طور معمول ۹۶ درصد از انرژی الکتریکی را در واحد خارجی مصرف می‌کند، و ۴ درصد باقی‌مانده صرف فن‌ها و سیستم کنترل می‌شود.

سیستم GHP بجای استفاده از نیروی برق برای کار کمپرسور از نیروی ایجاد شده توسط یک موتور احتراقی درون‌سوز شبیه به موتور خودروی چهار سیلندر استفاده می‌کند. این موتور با عملکرد خود در دورهای متفاوت مشابه اینورتر در سیستم الکتریکی بر اساس مقدار نیاز واحدهای داخلی، دور کمپرسورهایی را که مستقیما به آن کوپل شده‌اند را کنترل و تغییر می‌دهد.

سیکل گردشی این سیستم تهویه مطبوع بر اساس پمپ حرارتی است و قابلیت ایجاد هوای گرم و یا سرد را در فصل‌های مختلف دارد. روند گرمایش و سرمایش در این سیستم با سرعت بالایی نسبت به سایر سیستم‌های تهویه صورت می‌گیرد، مخصوصاً در فرآیند گرمایش که حرارت ناشی از موتور به سیکل تبرید اضافه می‌شود. این حرارت باعث می‌شود نیازی به سیکل یخ‌زدایی در این سیستم نباشد و به همین دلیل استفاده از سیستم‌های GHP برای مناطق آب و هوایی که دمای آنها به زیر صفر نیز می‌رسد مناسب است. سیستم تهویه هوشمند GHP دارای ویژگی هایی می‌باشد که آن را از سایر سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی متمایز می‌کند. این ویژگی ها شامل موارد زیر می‌باشند:

سیستم GHP جایگزین مناسبی برای انواع سیستم‌های گرمایشی، سرمایشی مانند پکیج، اسپلیت، چیلر، و شوفاژ به شمار می‌آید. این سیستم با انواع شرایط آب‌وهوایی سازگار است و محدودیتی در استفاده از آن وجود ندارد. تنوع پنل‌های داخلی این سیستم بالاست و با توجه به سلیقه مشتری و نوع طراحی داخلی ساختمان می‌توان پنل‌های دلخواه را انتخاب نمود. عملکرد سیستم GHP بسیار آرام و بی سروصدا می‌باشد و هیچ لرزشی ایجاد نمی‌کند. این سیستم فضاهای مفید ساختمان را اشغال نمی‌کند و در مکانی مانند پشت‌بام قابل نصب است. استفاده از موتور احتراق داخلی باعث شده نیازی به وجود سیکل یخ‌زدایی از کویل‌ها نباشد، زیرا گرمای این موتور به عنوان منبع گرمایش ثانویه عمل می‌کند. وجود موتور احتراق داخلی باعث می‌شود این سیستم در بازه دمایی ۲۵ تا ۵۴ درجه سانتی‌گراد کارکردی بدون افت راندمان داشته باشد. میزان مصرف برق و گاز در سیستم های GHP بسیار پایین است و به همین دلیل استفاده از این سیستم‌های تهویه مطبوع در ساختمان به میزان قابل توجهی مصرف انرژی را پایین می‌آورد. هزینه راه‌اندازی و تجهیزات اولیه این سیستم نسبت به سایر سیستم‌های تهویه پایین می‌باشد. سیستم GHP یک سیستم تهویه هوشمند است که قابلیت کنترل از راه دور با اینترنت و IP را دارا می‌باشد. نحوه استفاده از این سیستم در مقایسه با سایر سیستم‌های مرکزی مانند موتورخانه و چیلر آسان‌تر بوده و نیازی به اپراتور ندارد. در این سیستم می‌توان میزان دما را به طور جداگانه برای هر پنل کنترل نمود. شماتیک سیستم GHP در شکل ۱-۳۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۱: شماتیک سیستم دستگاه GHP

منبع تولید قدرت دستگاه GHP یک موتور احتراق داخلی گازسوز است و بنابراین در کل سال هم برای سرمایش و هم گرمایش، گاز مصرف می‌شود. مصرف گاز برای سرمایش در تابستان، هزینه‌های سنگین مصرف برق در ساختمان را کاهش می‌دهد. بخاطر استفاده از گاز شهری و وجود منابع فراوان و قیمت ارزان آن در ایران، GHP یکی از به صرفه‌ترین سیستم‌های تهویه مطبوع سرمایشی گرمایشی در ایران به شمار می‌آید. در GHP بجای استفاده از موتور الکتریکی از موتور احتراق داخلی گازسوز به عنوان قوای محرکه استفاده می‌شود. این در حالی است که در دستگاه‌های دیگر مانند چیلر و VRF از موتور الکتریکی به عنوان قوای محرکه استفاده می‌شود. البته در دستگاه GHP نیز برق مصرف می‌شود ولی مصرف برق آن اندک و فقط برای راه‌اندازی سیستم کنترلی و فن‌های کندانسور است.

۱-۵: دیجیتال‌سازی

۱-۵-۱: مقدمه

دیجیتال‌سازی این امکان را برای تعداد بیشتری از مشتریان فراهم می‌آورد تا در کنترل میزان دیماند انرژی الکتریکی مشارکت داشته باشند. ارتباطات دیجیتال لوازم منزل شرایطی را فراهم می‌آورد تا تجهیزات و لوازم منزل بصورت پیوسته و در حالت اتصال به شبکه تحت نظارت قرار گیرند [8] . اطلاعات مورد نظرجمع‌آوری می‌شود و سپس دیماند را طوری تنظیم می‌کند تا با میزان انرژی الکتریکی موجود در شبکه منطبق گردد. برای زمانهایی که انرژی موجود در مقابل دیماند ناکافی

است و یا شبکه های توزیع بسیار پربار است، وسایل متصل مانند سیستمهای تهویه مطبوع می‌توانند بصورت اتوماتیک خاموش گردیده و یا در بارکمتری کار کنند. این وسایل متصل می‌توانند مصرف را کاهش داده و یا به زمان دیگری که دیماند کمتر است، مانند صبحگاه، و یا زمانی که مشکلی در شبکه وجود ندارد منتقل کنند. تکنولوژیهای جدید و پیچیده دیجیتال این امکان را بوجود می‌آورند تا این تغییرات بگونه ای صورت پذیرد که آسایش مصرف کننده دچار تاثیرات چشمگیر نگردد. در مقابل، مصرف کننده نهایی به سبب این قطع سرویس مشوقهای مالی دریافت خواهد کرد.

ترکیبی از تکنولوژیهای بین حوزه‌ای در زمینه دیجیتال‌سازی و انرژی می‌تواند سبب هماهنگ‌سازی بیشتر و موثرتر عرضه و تقاضا در انرژی الکتریکی گردد. اتوماسیون بهتر در سیستم ساختمانی[۲۲] (BAS)، استفاده از وسایل متصل در بخشهای مسکونی و تجاری مانند ترموستاتهای هوشمند که مستقیما به شبکه برق و شبکه های پیش‌بینی‌کننده آب‌وهوا متصل هستند و سیستمهای شارژ هوشمند سبب خواهد گردید تا صرفه‌جوییهای بیشتری در هزینه برای تک‌تک مصرف‌کنندگان و کل سیستم حاصل گردد [8].

۲-۵-۱: دیجیتال‌سازی چیست؟

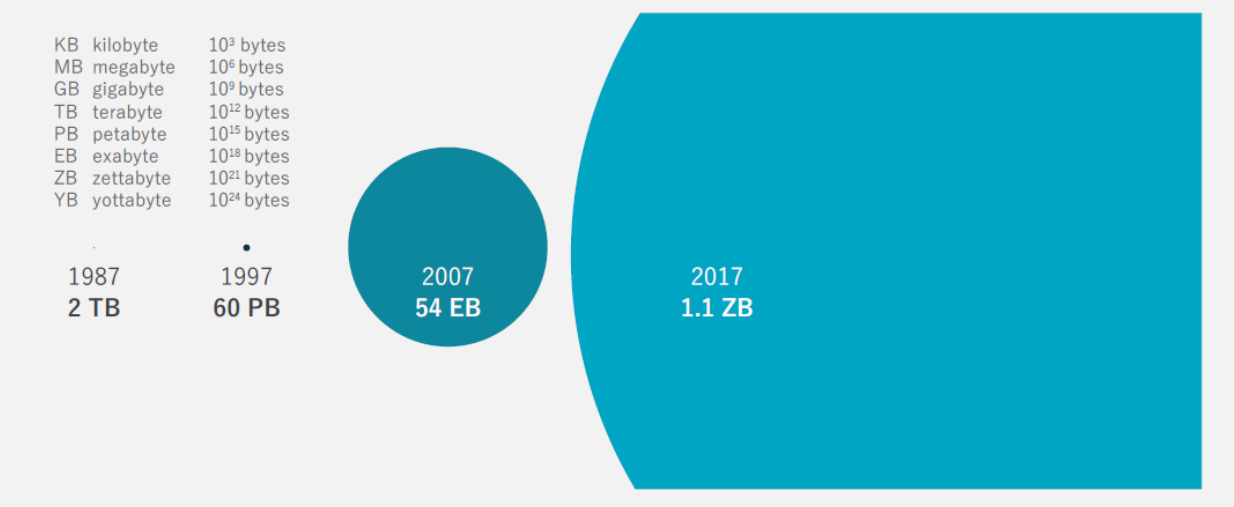
دیجیتال‌سازی کاربرد در حال رشد حوزه تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات (ICT) در اقتصاد که شامل سیستمهای انرژی نیز می‌گردد را توصیف می‌کند [8]. بعنوان نمونه، اپلیکیشن های تلفن همراه برای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی در حالیکه از اتصال اینترنت و سیستم موقعیت‌یاب استفاده می‌کنند، یک مثال مناسب در این حوزه می‌باشد. دیجیتال‌سازی را می‌توان به منزله افزایش تراکنش و همگرایی بین جهان دیجیتال و جهان فیزیکی در نظر گرفت. دنیای دیجیتال دارای سه مولفه بنیادین زیر می‌باشد:

- داده: اطلاعات دیجیتال
- تحلیل: استفاده از داده به منظور تولید اطلاعات مفید
- اتصال: تبادل داده بین انسانها، وسایل و ماشینها از طریق شبکه‌های ارتباطی دیجیتال

به سبب پیشرفتهای صورت‌پذیرفته در هر سه بخش (که شامل: افزایش حجم داده‌ها با کاهش هزینه حسگرها و سیستمهای ذخیره داده، پیشرفت سریع در تحلیلهای پیشرفته و قابلیتهای محاسباتی، و اتصال بهتر با انتقال بیشتر و ارزانتر داده‌ها می‌باشد) روند دیجیتال‌سازی در تمامی حوزه‌ها و از جمله انرژی و تهویه مطبوع در حال افزایش است.

[۲۲] *Building Automation System*

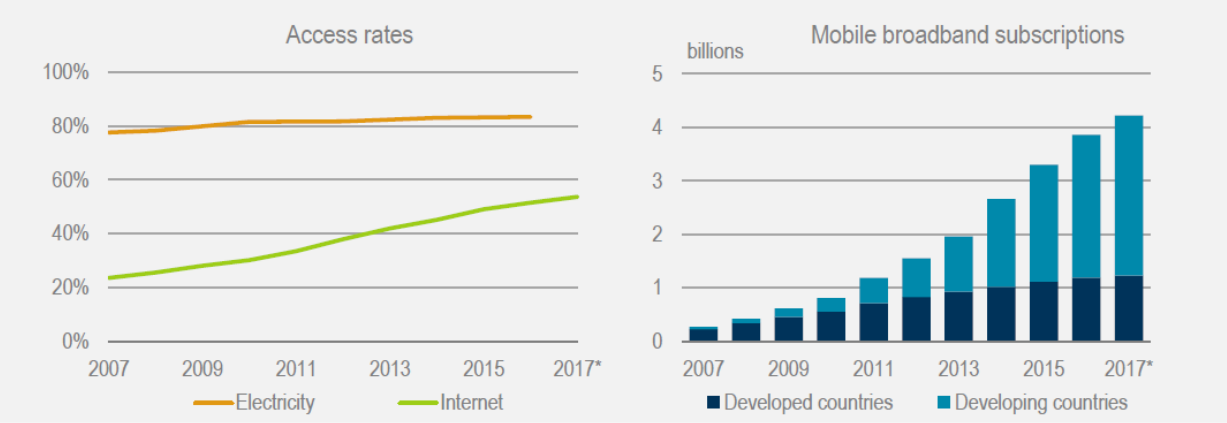
حدود ۹۰ درصد از داده های جهان امروز فقط طی دو سال گذشته بوجود آمده است. این رشد نمایی منجر به استفاده بسیار زیادی از سیستمهای اندازه گیری شده است. بعنوان نمونه، ترافیک سالیانه اینترنت جهانی از محدوده اگزابایت در سال ۲۰۰۱ عبور کرده و انتظار می‌رفت که در سال ۲۰۱۷ از آستانه زتابایت[۲۳] نیز عبور کند. لازم به ذکر است که ترافیک اینترنت در پنج سال گذشته سه برابر گردیده است (شکل ۱-۳۲).



شکل ۱-۳۲: ترافیک اینترنت جهانی [8]

افراد و وسایل نیز با روندهای بسیار افزایشی در حال اتصال به شبکه هستند. بیشتر از ۳/۵ بیلیون از جمعیت جهان، یا بصورت تقریبی نیمی از جمعیت جهان، در حال حاضر از اینترنت استفاده می‌کنند. این عدد در سال ۲۰۰۱ فقط ۵۰۰ میلیون نفر بوده است. حدود ۵۴ درصد از خانوارها دسترسی به اینترنت در منزل دارند. در پنج سال اخیر تعداد اشتراک تلفن همراه سه برابر گشته و به عدد ۴ بیلیون اشتراک فعال در سال ۲۰۱۷ رسیده است (تعداد کل اشتراکات در سال ۲۰۱۷ به ۷/۷ بیلیون رسید). کشورهای در حال توسعه پیشرو این اتصال بوده و حدود ۹۰ درصد از کل رشد در اشتراک تلفن همراه در پنج سال اخیر در این کشورها بوده است.

[۲۳] زتا برابر با $۱۰^{۲۱}$



شکل ۱-۳۳: روند افزایش اتصال به شبکه [8]

۳-۵-۱: اینترنت اشیاء

عبارت اینترنت اشیاء، نخستین بار در ۱۹۹۹ میلادی توسط کوین اشتون بریتانیایی معرفی شد. اشتون این مفهوم را در قالب دنیایی که در آن هر چیز و هر شیءی، دارای هویت دیجیتال باشد و کامپیوترها آن‌ها را کنترل و مدیریت نمایند، مطرح نمود. اینترنت اشیاء (یا به اختصار آی‌اوتی IoT[24])، به طور کلی به اشیاء و تجهیزات محیط پیرامون‌مان که به شبکه اینترنت متصل شده و توسط اپلیکیشن‌های موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت قابل کنترل و مدیریت هستند، اشاره دارد. اینترنت اشیاء به زبان ساده، ارتباط سنسورها و دستگاه‌ها با شبکه‌ای است که از طریق آن می‌توانند با یکدیگر و با کاربرانشان تعامل کنند. این مفهوم می‌تواند به سادگی ارتباط یک گوشی هوشمند با تلویزیون باشد یا به پیچیدگی نظارت بر زیرساخت‌های شهری و ترافیک. از ماشین لباسشویی و یخچال گرفته تا پوشاک؛ این شبکه بسیاری از دستگاه‌های اطراف ما را در برمی‌گیرد.

اتحادیه بین‌المللی مخابرات اینترنت اشیاء را زیرساختی جهانی برای جامعه اطلاعاتی که بر اساس فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی دارای قابلیت تعامل‌پذیری از قبل موجود و رو به رشد از طریق اتصال (فیزیکی و مجازی) اشیاء خدمات پیشرفته‌ای را ممکن می‌سازد تعریف کرده است. اینترنت اشیاء اجازه می‌دهد تا اشیاء در سراسر زیرساخت‌های شبکه موجود، از راه دور کنترل شوند و همچنین فرصتی برای ادغام مستقیم از جهان فیزیکی به سیستم‌های مبتنی بر کامپیوتر ایجاد کرده است و به بهبود بهره‌وری، دقت و سود اقتصادی علاوه بر کاهش دخالت انسان منجر شده است.

شیء، در عبارت اینترنت اشیاء، عبارت است از طیف گسترده‌ای از دستگاه‌ها مانند ایمپلنت نظارت بر قلب، فرستنده زیست-تراشه در حیوانات مزرعه، حلزون‌های الکتریکی در آب‌های ساحلی، خودروها با سنسورها، دستگاه‌های تجزیه و تحلیل دی-ان‌ای برای نظارت بر محیط زیست/ مواد غذایی/ پاتوژن یا دستگاه‌های عملیات میدانی که به آتش‌نشانان در عملیات جستجو

[24] *Internet of Things*

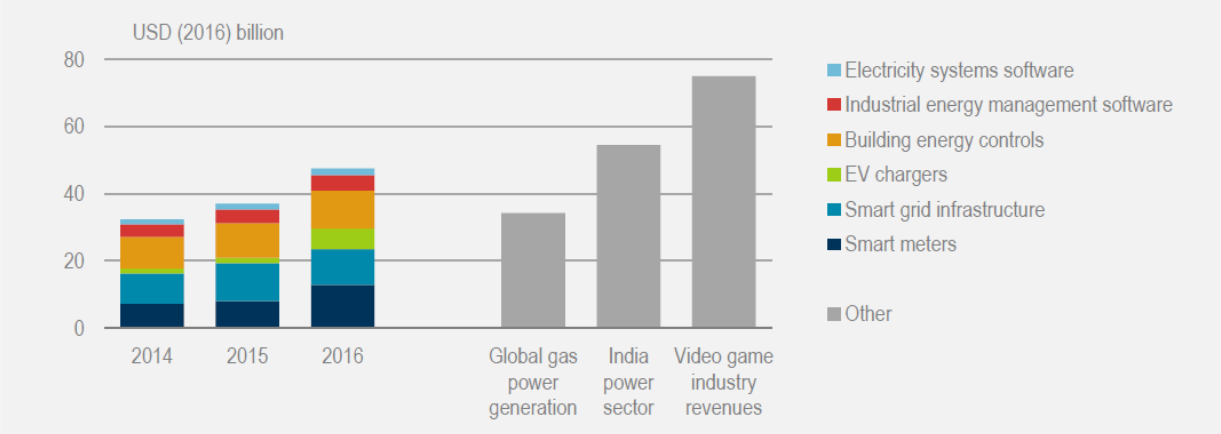
و نجات کمک می‌کند. این دستگاه‌ها اطلاعات مفید با کمک فناوری‌های مختلف موجود جمع‌آوری می‌کنند سپس به صورت خودکار داده‌ها را بین دستگاه‌های دیگر به جریان می‌اندازد. نمونه بازار کنونی عبارتند از اتوماسیون خانگی که به عنوان دستگاه‌های خانه‌های هوشمند شناخته می‌شود: مانند کنترل و اتوماسیون روشنایی، گرمایشی (مانند ترموستات هوشمند)، تهویه، سیستم‌های تهویه مطبوع و لوازم خانگی از قبیل ماشین لباسشویی/ خشک کن، جاروبرقی روباتیک، تصفیه هوا، اجاق گاز، یخچال/ فریزر که با استفاده از وای‌فای برای نظارت از راه دور به کار می‌رود.

مرکز تحقیقات مخابرات ایران (پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات) پروژه‌هایی را برای بررسی پیاده‌سازی فناوری اینترنت اشیاء در ایران انجام داده است. یکی از این پروژه‌ها با عنوان "تدوین کسب و کار اینترنت اشیاء در کشور" (از تاریخ ۱۰ دی ۱۳۹۳ تا ۱۰ خرداد ۱۳۹۴) انجام شده است. در این پروژه بر اساس تجربیات علمی و عملیاتی کشورهای مختلف در حوزه‌های حاکمیت، کسب و کار، کاربردها و فناوری‌ها مطالعات اولیه صورت گرفت و نقشه راه ایران با هدف استفاده ایران از فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیاء برای افزایش رفاه اقتصادی، کیفیت زندگی و حفاظت از محیط‌زیست برای رسیدن به چشم‌انداز اقتصادی ۱۴۰۴ تعیین شد. از جنبه تجاری اینترنت اشیاء یا همان IoT در ایران فعالیت‌های بزرگی صورت نگرفته و عمدتا شرکت ها و موسسات تحقیقاتی وارد این بخش شده‌اند. شاید بتوان گفت که اولین قرارداد تجاری IoT بین وزارت نیرو و مرکز تحقیقات مخابرات ایران منعقد شد که می‌تواند اولین تلاش برای تجاری‌سازی اینترنت اشیاء در ایران باشد.

در حوزه مدیریت انرژی، این تکنولوژی دربرگیرنده یکپارچه‌سازی سیستم‌های حسگر و محرک متصل به اینترنت است و برای بهینه‌سازی مصرف انرژی استفاده می‌شود. انتظار می‌رود که دستگاه‌های اینترنت اشیاء یکپارچه شوند (سوییچ‌ها، پریز، لامپ، رسانه‌های قدرت، تلویزیون و ...) و قادر به برقراری ارتباط با شرکت تأمین ابزار به منظور تعادل تولید برق به صورت مؤثر و مصرف انرژی می‌باشد. این دستگاه‌ها همچنین این شانس را به کاربر می‌دهند تا از راه دور دستگاه‌های خود را کنترل نموده و یا به صورت مرکزی (به وسیله یک رابط متنی از طریق فعال کردن توابع پیشرفته‌ای) مجموعه را مدیریت کنند (مانند روشن و خاموش گردن دستگاه‌های گرمایشی از راه دور، کنترل کردن اجاق، تغییر شرایط نور). پیش‌بینی می‌شود که تعداد اشیای متصل به IoT از ۸/۴ بیلیون در سال ۲۰۱۷ به ۲۰ بیلیون در سال ۲۰۲۰ برسد. بازارهای تجاری روندهای سرمایه‌گذاری در سایر بخشها نیز نشان از تعامل بیشتر بین دنیای دیجیتال و دنیای انرژی دارند. در حال حاضر پنج برند مشهور تجاری مطرح دنیا یا شرکت ICT هستند و یا وابسته به تکنولوژیهای دیجیتال و یا ارائه دهنده سرویسهای مرتبط می‌باشند. تکنولوژیهای دیجیتال همواره به یاری سیستمهای انرژی برای اصلاح پرداخته‌اند. در حقیقت، حوزه انرژی اغلب پذیرنده

سیستمهای تکنولوژی اطلاعات[۲۵] بوده است. از لحاظ تاریخی حتی در سالهای دهه ۱۹۷۰، بخش قدرت و برق پیشتازان عرصه دیجیتال بودند که از آی‌تی به منظور تسهیل مدیریت و اجرای شبکه برق بهره می‌بردند.

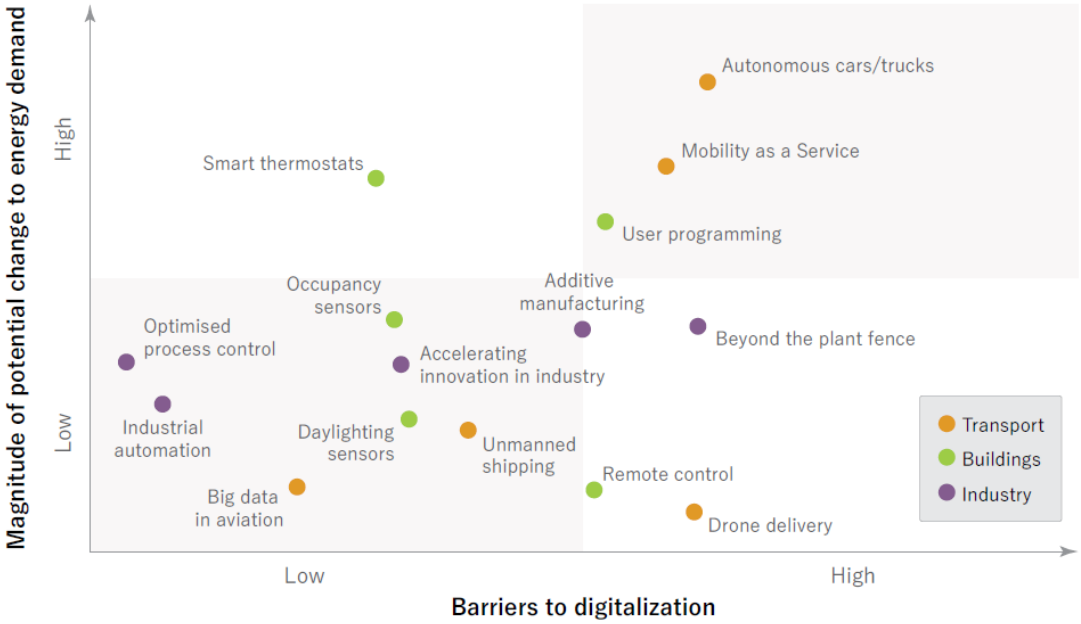
گامهای دیجیتال‌سازی در بخش انرژی در حال افزایش است. سرمایه‌گذاری در تکنولوژیهای دیجیتال توسط شرکتهای انرژی در چند سال اخیر رشد شدیدی یافته است. بعنوان مثال، همانگونه که در شکل ۱-۳۴ نشان داده شده است، سرمایه-گذاری جهانی در زیر ساختار دیجیتال و نرم‌افزار از سال ۲۰۱۴ رشد سالیانه ۲۰ درصد داشته است که به میزان ۴۷ بیلیون دلار امریکا در سال ۲۰۱۶ رسیده است. این سرمایه‌گذاری در سال ۲۰۱۶ حدود ۴۰ درصد از سرمایه‌گذاری در تولید جهانی برق با سوخت گاز (۳۴ بیلیون دلار امریکا) بیشتر بوده است و تقریبا برابر با کل سرمایه‌گذاری کشور هند در بخش برق می‌باشد (۵۵ بیلیون دلار امریکا).



شکل ۱-۳٤: سرمایه گذاریهای صورت گرفته در زیرساختها و نرم افزارهای بخش برق دیجیتال [8]

دیجیتال‌سازی می‌تواند مجموع انرژی مصرفی در ساختمانهای مسکونی و تجاری را تا حدود ۱۰ درصد تا سال ۲۰۴۰ کاهش دهد. این بهبود راندمان‌ها بصورت مشخص با استفاده از حسگرها و ترموستاتهای هوشمند در سرمایش و گرمایش بیشترین تاثیر را خواهند گذاشت. همچنین روشنایی هوشمند می‌تواند سهم بسزایی در کاهش دیماند انرژی الکتریکی بصورت روشنایی گردد. در شکل ۱-۳۵ قابلیت‌های دیجیتال‌سازی در حوزه های مختلف در مقابل میزان موانع موجود بر سر راه دیجیتال‌سازی را نشان داده است.

[۲۵] *IT: Information Technology*



شکل ۱-۳۵: قابلیت تاثیر دیجیتال‌سازی بر بخشهای ساختمان، صنعت و حمل و نقل [8]

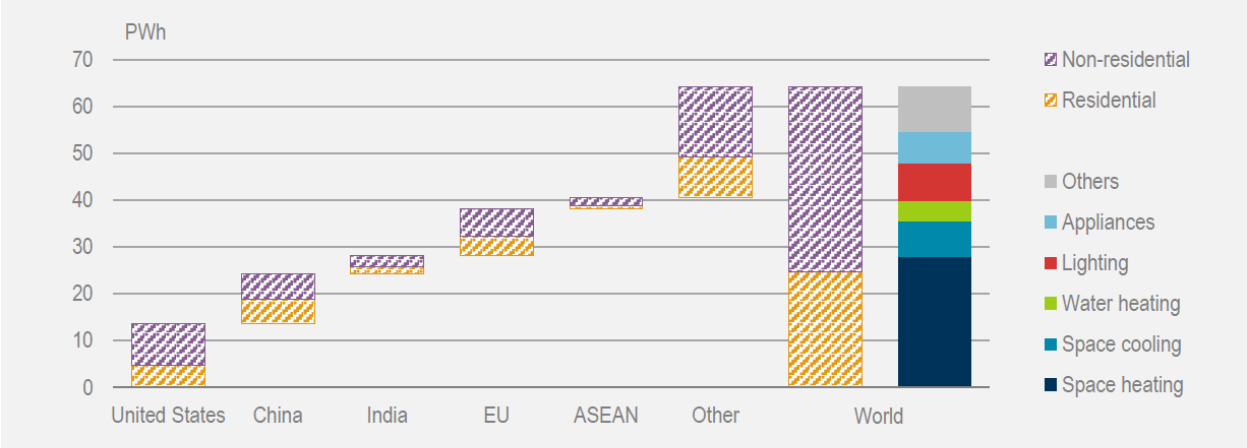
پتانسیل چشمگیری برای دیجیتال‌سازی به منظور اصلاح خدمات انرژی و آسایش کاربر در بخش ساختمانی وجود دارد؛ در حالیکه انرژی کل مصرفی نیز کاهش می‌یابد. مدیریت انرژی هوشمند می‌تواند:

- ایجاد اطمینان از اینکه انرژی آن زمان و آنجا که مورد نیاز است مصرف گردد که این امر با اصلاح عکس‌العمل و پاسخگویی خدمات گیرنده انرژی (مانند لامپ‌ها و ترموستاتها) و با توجه به پیش‌بینی رفتاری مصرف‌کننده انجام می‌پذیرد (بعنوان نمونه از طریق یادگیری الگوریتمها و کنترل اتوماتیک خدمات سرمایشی و گرمایشی).
- ایجاد قابلیت کاهش بار پیک برای جابجایی زمان بارها (بعنوان نمونه تغییر زمان استفاده از ماشین لباسشویی، یا تغییر تنظیمات دمایی تا دیماند انرژی در یک زمان مشخص کاهش یابد) و ذخیره انرژی (در شبکه‌های هوشمند) در پاسخ به قیمتهای بر خط انرژی و یا شرایط دیگر مشخص شده توسط کاربر.
- پیش بینی، اندازه گیری و نظارت همزمان بر عملکرد انرژی ساختمانها که به مصرف‌کنندگان، مدیران ساختمان، و اپراتورهای شبکه اجازه می‌دهد تا مکان و زمانی که به تعمیرات نیاز دارند، زمانیکه سرمایه‌گذاریها آنگونه که مورد نظر است اجرایی نگردیده و یا صرفه‌جویی در انرژی می‌تواند چشمگیر باشد، مشخص نماید.
- با استفاده از سیستمهای کنترلی که با استفاده از حسگرها داده ها را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کند، می‌توان بار انرژی یک ساختمان را جابجا کرده و یا روشن و خاموش نمود. همچنین با استفاده از یک تبلت و یا تلفن هوشمند می‌توان بار انرژی ساختمان را مدیریت نمود. سیستمهای کنترل اکتیو می‌توانند خدمات مختلف

انرژی ساختمان را با اطلاعات اخذ شده از شبکه برق‌رسانی به هم متصل نمایند که این امر سبب مدیریت مناسب‌تر عرضه و تقاضا می‌شود.

بخش ساختمان حدودا یک سوم از مصرف انرژی نهایی جهانی و ۵۵ درصد دیماند برق جهانی را تشکیل می‌دهد. بصورت مشخص رشد دیماند انرژی در ساختمانها در بیست و پنج سال اخیر سریع بوده است، که تقریبا ۶۰ درصد از کل رشد در مصرف جهانی برق را در بر می‌گیرد. در برخی اقتصادهای نوظهور، از جمله چین و هند، تقاضای برق در بخش ساختمانی بطور متوسط بیش از ۸ درصد در سال در دهه اخیر رشد یافته است. بر اساس یکی از سناریوهای تحقیقاتی IEA، مصرف انرژی در ساختمانها از ۱۱ پتاوات[۲۶] ساعت (PWh) در ۲۰۱۴ تا ۲۰ پتاوات ساعت در سال ۲۰۴۰ افزایش خواهد یافت، که نیازمند افزایش زیادی در تولید برق و ظرفیت شبکه می‌باشد.

اصلاح راندمان عملکرد بخش ساختمانی با استفاده از داده‌های زمان‌حقیقی می‌تواند کل انرژی مصرفی در سالهای ۲۰۱۷ تا ۲۰۴۰ را تا ۱۰ درصد کاهش دهد. میزان صرفه‌جوییهای انرژی تجمیعی در بازه زمانی تا سال ۲۰۴۰ تا ۶۵ پتاوات‌ساعت خواهد بود که برابر با کل انرژی مصرفی در شرکتهای غیرعضو در سازمان توسعه و تجارت جهانی[۲۷] در سال ۲۰۱۵ خواهد بود.



شکل ۱-۳۶: صرفه‌جویی انرژی تجمیعی در ساختمان از دیجیتال‌سازی گسترده [8]

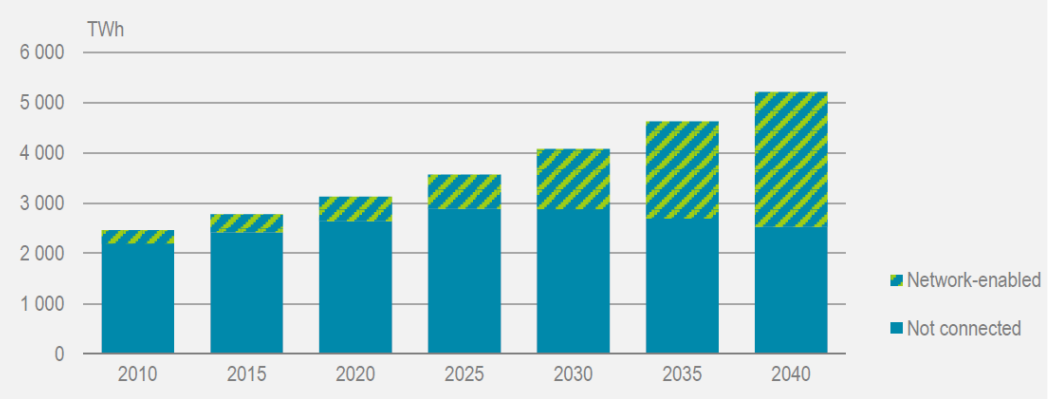
[۲۶] پتا برابر با 10^{15}

[۲۷] *OECD: The Organization for Economic Co-operation and Development*

بیشترین قابلیتهای صرفه‌جویی در بخشهای سرمایش، گرمایش و روشنایی می‌باشد که بیشتر از ۶۰ درصد کل دیماند نهایی انرژی در بخش ساختمانی در سال ۲۰۱۵ می‌باشد. بعنوان نمونه، ترموستاتهای هوشمند می‌تواند مدیریت بارهای سرمایشی و گرمایشی را اصلاح کند، که این مهم با امکان اصلاح و کنترل از راه دور دمای سراسر ساختمان را بوجود می‌آید. این امر سبب می‌شود که شرایط آسایش دمایی در مکان و زمان مورد نظر تضمین گردد و بصورت همزمان صرفه‌جویی در مصرف انرژی زمانی که سرمایش و گرمایش مورد نیاز نیست، ادامه یابد. الگوریتمهای یادگیری در ترموستاتهای هوشمند بسرعت در حال پیشرفت است، که بصورت اتوماتیک فضای ساختمان را بر اساس تعداد محتمل ساکنین، ترجیحات و عادات افراد، پیش‌بینی هوا و دیگر اطلاعات ورودی مانند قیمت انرژی در حالت پیش‌سرمایش و یا پیش‌گرمایش قرار می‌دهد.

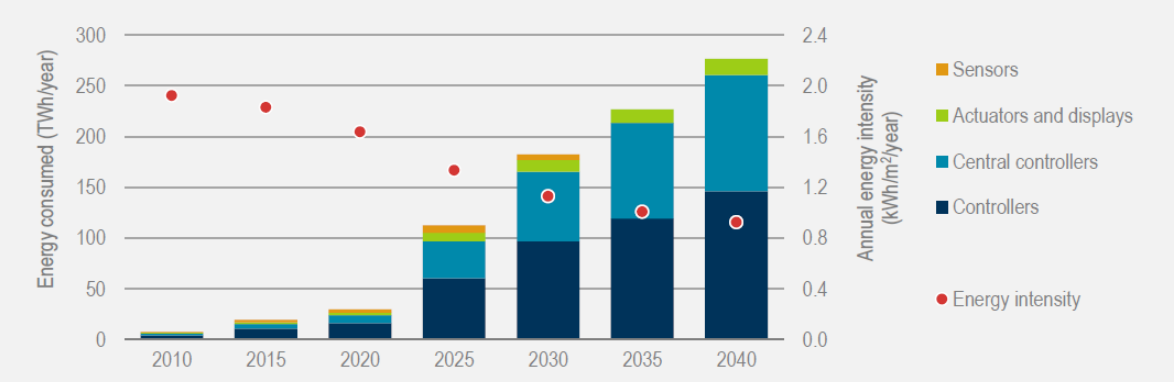
کنترلهای هوشمند و وسایل متصل به شبکه، که حتی شامل حسگرهای تصویری نیز می‌شود، به منظور اتصال به شبکه حتی در زمانی که در انتظار فرمان نیز هستند، انرژی مصرف می‌کنند. این توان در حال انتظار در کاربردهای ساختمانی می‌تواند قابل ملاحظه باشد. برای مثال، این توان از ۰/۱۵ وات تا بیش از ۲/۷۱ وات برای روشنایی هوشمند برای هر حباب –اگر ۲۴ ساعت در سرویس قرار گیرد– می‌باشد. در نتیجه، برخی لامپهای هوشمند متصل به شبکه می‌توانند انرژی بیشتری در حالت در حال انتظار در مقایسه با زمانی که در سرویس هستند استفاده کنند.

قابلیت رشد دیماند انرژی وسایل متصل در ساختمانها، هوشمند یا غیر هوشمند، در بسیاری بازارها قابل‌ملاحظه است. برای نمونه، تعداد لوازم منزل که به شبکه های ارتباطی متصل شده‌اند، از تلویزیون‌ها و ماشین‌های لباسشویی تا زنگها و سیستمهای ضدسرقت، در سالهای اخیر بسیار افزایش یافته است. مصرف انرژی الکتریکی لوازم متصل و غیر متصل به شبکه در شکل ۱-۳۷ نشان داده شده است. مصرف کل این وسایل ۳۶۰ تراوات ساعت تخمین زده می‌شود که معادل با ۱۳ درصد از کل مصرف برق لوازم منزل در سال ۲۰۱۵ می‌باشد. در سناریوی تحقیقاتی مرکزی IEA، ۵۰ درصد از دیماند برق لوازم منزل تا سال ۲۰۴۰ از وسایل متصل به شبکه نشات می‌گیرد که نشان‌دهنده فرصتهای موجود برای وسایل هوشمند و در عین‌حال مصرف توان در حالت انتظار اینگونه وسایل است.



شکل ۱-۳۷: مصرف برق لوازم متصل و غیر متصل [8]

با توجه به شکل ۱-۳۸ انتظار می‌رود که اصلاح و پیشرفت محصولات این حوزه شدت انرژی وسایل کنترل اکتیو را در بیست و پنج سال آینده به نیمی از مقدار موجود برساند (از متوسط ۲ کیلووات‌ساعت در هر متر مربع در سال ۲۰۱۰ به ۱ کیلووات‌ساعت در سال ۲۰۴۰). در مقیاس جهانی، محاسبات نشان می‌دهد که کنترلهای اکتیو در سال ۲۰۴۰ میزان ۲۷۵ تراوات‌ساعت انرژی مصرف خواهند کرد که معادل با ۰/۷ درصد انرژی مصرفی ساختمانی در سناریوی مرکزی IEA می‌باشد. این میزان مصرف در مقایسه با ۴۶۵۰ تراوات‌ساعت انرژی صرفه‌جویی شده با بکارگیری این کنترلهای هوشمند ناچیز است.



شکل ۱-۳۸: مصرف انرژی جهانی و شدت میانگین انرژی کنترلهای اکتیو در ساختمان تا سال ۲۰۴۰ [8]

علاوه بر افزایش راندمان مصرف انرژی، بکارگیری وسایل متصل و کنترلهای اکتیو در ساختمانها می‌تواند شرایط آسایش عالیتری برای مشتریان فراهم آورد و همچنین مزایای اجتماعی و سلامت مهمی را به ارمغان آورد. بعنوان نمونه، ۱۱ درصد از جمعیت اتحادیه اروپا توانایی گرمایش مسکن خود را در نرخهای قابل پرداخت ندارند. حدود ۱۵ درصد از خانه‌ها در کشورهای عضو آژانس بین الملل انرژی IEA از فقر انرژی رنج می‌برند. بهینه‌سازی بارهای سرمایشی و گرمایشی با استفاده از کنترلهای اکتیو دیماند انرژی در ساختمانها را کاهش می‌دهد که این امر دماهای مناسبتری را از دیدگاه سلامت در جا و زمانیکه ساکنان در منزل هستند فراهم آورده و بصورت همزمان هزینه‌های پرداختی خانوار برای سرمایش و گرمایش را کاهش می‌دهد.

چندین نمونه از سیستمهای تهویه مطبوع متصل به شبکه بصورت تجاری وجود دارد و تعداد زیادی از سازندگان لوازم خانگی متصل وجود دارند. هزینه‌ها متفاوت است، اما جستجویی سطحی بر این محصولات نشان‌دهنده ۱۵ درصد هزینه بیشتر برای سیستمهای تهویه مطبوع دارای قابلیت اتصال به شبکه نسبت به سیستمهای با عدم قابلیت اتصال است. در حال حاضر

بسیاری از محصولات سرمایشی/گرمایشی بدون داکت، پکیج‌های کنترلی اضافه‌شونده نسبتا گرانی دارند که می‌تواند سیستم تهویه مطبوع را به شبکه متصل نماید. ویژگیهای برتر اضافه شونده، مانند کنترلهای بر اساس اپلیکیشن، می‌تواند شرایط رشد قابل توجهی برای این بازار را فراهم آورد. با کاهش مناسب هزینه ها و با انجام تحقیق و توسعه، این تکنولوژی می‌تواند سهم خود را در محصولات متنوع‌تر و بویژه در بازار مینی‌اسپلیتها بیشتر توسعه بخشد (۶ درصد رشد در ۲۰۱۸ در آمریکا).

٤-٥-١: ترموستات‌های هوشمند

ترموستاتهای هوشمند از جمله وسایل قابل برنامه‌ریزی متصل به شبکه می‌باشند که می‌توانند برای خانوار امکان نظارت و تنظیم بارهای سرمایشی و گرمایشی را فراهم آورند. قابلیت صرفه‌جویی آنها بین ۱۵ تا ۵۰ درصد وابسته به تکنولوژی کنترل و ساختمان مورد نظر می‌باشد. ترموستاتهای هوشمند دارای توانایی یادگیری بصورت خودکار بوده که این امکان را فراهم می‌آورد که با استفاده از اطلاعات حضور افراد، عادات ساکنین و حتی داده‌های پیش‌بینی آب‌وهوا مدیریت دیماند انرژی در ساختمان بهبود یابد. پیش‌بینی بهتر بارهای سرمایشی و گرمایشی سبب عملکرد بهتر تجهیزات و/یا شبکه می‌گردد (برای مثال تعداد سیکلهای کاری بهینه‌شده کمپرسور و بکارگیری کاراتر مبدلهای حرارتی). در زمان مشابه، ترموستاتهای هوشمند می‌توانند تجهیزات را بگونه‌ای تنظیم کنند تا بار پیک در شبکه در اثر کاربریهای سرمایشی و یا گرمایشی کاهش یابد.

تنها در امریکا، فروش ترموستاتهای هوشمند از ۳ درصد کل ترموستاتهای مسکونی در سال ۲۰۱۴ به ۶ درصد (دو برابر) در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. محاسبات نشان می‌دهد که درآمد جهانی فروش ترموستاتهای هوشمند متصل و نرم افزار آنها از ۱/۱ بیلیون دلار امریکا در سال ۲۰۱۶ به ۴/۴ بیلیون در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد (۱/۶ بیلیون در امریکای شمالی، ۱/۳ بیلیون در منطقه آسیا–اقیانوسیه و ۱/۱ بیلیون در اروپا).

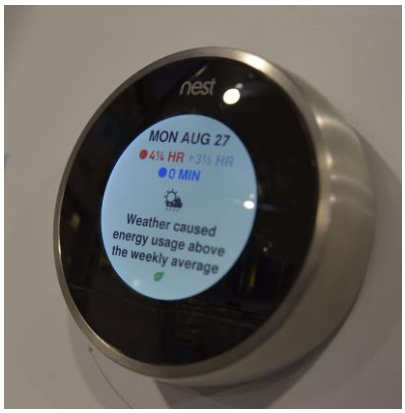
عرضه‌کنندگان عمده تجهیزات سرمایشی و گرمایشی مانند Johnson Controls، Danfoss وHoneywell محصولاتی را ارائه می‌کنند که می‌تواند توسط بلوتوث یا اپلیکیشن‌های گوشی‌های هوشمند زماندهی و کنترل شود. شرکت Nest Labs که یکی از چند شرکت تازه‌وارد به بازار است، ترموستاتهای هوشمندی را ارائه کرده که قابلیت اتصال به شبکه وای‌فای را دارد و با استفاده از الگوریتمهای خودیادگیرنده و حسگرها به اصلاح مدیریت سرمایش، گرمایش و مصرف آب گرم در خانوارها می‌پردازد. بر اساس مطالعات میدانی شرکت Nest (شکل ۱–۳۹) ادعا می‌کند که ترموستاتهای تولید شده آن شرکت سبب ۱۵ درصد صرفه جویی در انرژی سرمایشی و ۱۰–۱۲ درصد صرفه جویی در گرمایش می‌گردد [8].

برخی شرکتهای انرژی مانند British Gas و Engie و Scottish and Southern Energy نیز ترموستاتهای هوشمند خود را ارائه داده اند. ورود اینگونه شرکتها –که عرضه‌کننده محصولات غیر مرسوم نمی‌باشند– به بازار ترموستاتهای هوشمند

سیگنالی برای فرصتهای رشد در این تجارت است که این امر به نوبه خود سبب رقابتی‌تر شدن محصولات و ارائه کنترلهای هوشمند مناسب‌تر به مشتریان می‌باشد.

برخی شرکتها در آمریکا با سیاستهای تشویقی برای مشتریانی که تنظیمات دمایی ساختمان خود را در بازه‌های پیک بار سرمایشی و گرمایشی (با استفاده از ترموستاتهای هوشمند) با نیازهای شبکه تطبیق می‌دهند، به دنبال مدیریت موثرتر عرضه انرژی می‌باشند. بصورت مشابه، داده‌های جمع‌آوری شده با وسایل هوشمند می‌تواند توسط شرکتهای انرژی استفاده شده تا فرصتهای ارائه برنامه های افزایش راندمان انرژی را مشخص کرده یا حتی به ارائه خدمات جدید بیانجامد (از طریق شرکتهای اسکو). دیگر مدلهای تجاری مانند WattTime، نرم‌افزاری را در ترموستاتهای هوشمند مشخصی بکارگرفته که میزان سرمایش و گرمایش الکتریکی را بر اساس موجودی انرژیهای تجدیدپذیر تنظیم می‌کند (تنظیم سیکلهای روشن یا خاموش دستگاههای تهویه مطبوع) که برای این امر از داده‌های زمان حقیقی اپراتورهای شبکه برق استفاده می‌کند.

در حال حاضر دولت‌ها در حال آغاز نقش بسیار مهم مشاوره‌ای در بکارگیری ترموستاتهای هوشمند هستند. برای مثال، آژانس حمایت از محیط زیست آمریکا وسایلی را تایید می‌کند که تاییدیه حداقل صرفه‌جویی در سرمایش و گرمایش را از طریق Energy Star Program داشته باشند، و تا سال ۲۰۱۷ هفت ترموستات این تاییدیه را دریافت کرده‌اند.



شکل ۱-۳۹: نمونه ترموستات هوشمند ساخت گوگل نست با نمایشگر مصرف انرژی و وضعیت هوا

ترموستاتهای هوشمند برای استفاده‌های مسکونی و تجاری سبک و برای سیستمهای نو و موجود قابل استفاده هستند. این ترموستاتها بیشترین بهره را برای سیستمهای هوای اجباری فراهم می‌کنند، زیرا این سیستمها توانایی تغییر دما با سرعت نسبتا بالا را دارا می‌باشند. سیستمهای آب داغ و بخار در برابر گرمایش یک اتاق کندتر بوده و در نتیجه ترموستات نمی‌تواند

از تغییرات سریع دما برای ماکزیمم نمودن راندمان و سطح آسایش بهره ببرد. با این حال، ترموستاتهای هوشمند همچنان می‌توانند در سیستمهای هوای غیر اجباری نیز بکار گرفته شده و مزایایی ایجاد نمایند، اما این مزایا قابل ملاحظه نخواهد بود.

جمع بندی و نتیجه گیری

همانگونه که بیان گردید، حدود ۹۰ درصد از داده‌های جهان امروز فقط طی دو سال گذشته بوجود آمده است که این رشد چشمگیر و نمایی منجر به استفاده بسیار زیادی از سیستمهای کنترلی پیشرفته شده است.

یکی از بیشترین پتانسیل‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش سرمایش ساختمان‌های مسکونی و تجاری در تکنولوژیهای کنترل و راه‌اندازی یکپارچه سیستم‌های سرمایشی و همچنین استفاده از ترموستاتهای هوشمند می‌باشد. استفاده از سیستمهای کنترلی و کنترلهای پیش‌بینی‌کننده می‌تواند انرژی مورد نیاز برای رسیدن به شرایط آسایش دمایی در داخل ساختمان را به حداقل برساند. کنترلهای پیشرفته، مانند ترموستاتهای قابل برنامه‌ریزی و ترموستاتهای هوشمند سبب می‌شوند که بار سرمایش اضافی در زمانی که مورد نیاز نیست قطع گردد. کنترلهای پیش‌بینی کننده از داده های سنسورهای مختلف و اطلاعات آب و هوایی بهره برده تا ساختمان را مطابق کاراترین الگو خنک گردانند.

فصل دوم
بازنگری آینده پژوهی فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

۲-۱: مقدمه

پارامترهای زیادی در کاهش بار سرمایشی ساختمان تاثیرگذار است که در این گزارش صرفا به تجهیزات تهویه مطبوع پرداخته شده است. طراحی مناسب ساختمانی، اینرسی گرمایی مصالح ساختمانی و پنجره‌های مناسب از جمله موارد بسیار مهم هستند که در حوزه بررسی این گزارش قرار نمی‌گیرد.

تمامی ساختمانها می‌بایست شرایط آسایش قابل قبول را (حتی در زمان انتقال و جابجایی بار شبکه در زمان پیک) از طریق سیستم ونتیلاسیون فراهم کنند که یکی از وظایف استاندارد سیستمهای تهویه مطبوع در ساختمانهای تجاری نیز می‌باشد. از سوی دیگر، از آنجا که سیستم ونتیلاسیون فقط در ساختمانهای مسکونی نو (و با طراحی مناسب) نصب می‌گردند، این امر برای ساختمانهای مسکونی ملاحظه‌ای نوظهور است و فرض بر این است که خانه‌های قدیمی با درزها و هدر رفت هوای زیاد تغییر حجم هوای کافی در ساعت را دارا هستند و نیازی به سیستمهای ونتیلاسیون مکانیکی ندارند. ونتیلاسیون تجاری با یک خط بار تقریبا صاف مشخص می‌شود که کیفیت هوای داخل را با وارد کردن هوا از بیرون به داخل تنظیم می‌کند.

تکنولوژیهای تهویه مطبوع جدیدی (و در حال انجام تحقیق و توسعه) که به بهبود یکنواخت کردن بار شبکه کمک می‌کنند عبارتند از:

- تهویه جداگانه گرمای نهان و گرمای آشکار
- ذخیره‌ساز انرژی حرارتی با جاذب مایع
- سیستمهای هیبرید تبخیری پیش خنک کن برای دستگاههای تهویه مطبوع
- سیستم تراکمی با بار ماژولار
- سیستمهای تراکمی بدون بخار
- سیستم ذخیره‌ساز حرارتی
- سیستمهای تهویه مطبوع با سوخت دوگانه

۲-۲: سیستمهای هیبرید تبخیری پیش خنک کن برای دستگاههای تهویه مطبوع[۲۸]

در مناطق با رطوبت پایین، سرمایش تبخیری می‌تواند با سرمایش تراکمی ترکیب شود تا راندمان افزایش یابد. بصورت معمول، این سیستمها بگونه‌ای طراحی شده اند تا مصرف آب را محدود ساخته و در عین حال راندمان سرمایش بالایی را فراهم آورند. سیستمهای سرمایش پکیج هیبریدی (تبخیری و تراکمی) شامل کنترلهایی می‌شوند که نوع سرمایش را انتخاب نموده و می‌تواند استراتژیهای کنترلی متفاوتی را اتخاذ کند. در برخی موارد، تا زمانی که دمای بیرون از یک نقطه پیش تنظیم شده بالاتر نرود، سیستم تراکمی برای فراهم نمودن کل سرمایش استفاده می‌شود. در دمای مورد نظر، سیستم سرمایش تبخیری روشن گردیده تا از بار الکتریکی بکاهد. سیستمهای هیبریدی که مجهز به حسگرهایی برای تحلیل شرایط آب‌وهوایی هستند، می‌توانند از نتایج این تحلیل‌ها به منظور انتخاب سیستم سرمایش مورد نظر بهره گیرند. در هر حالت، این سیستمها می‌توانند به سیگنال شبکه برای کاهش بار با فعال نمودن ماژولهای تبخیریشان و کاهش توان مورد نیاز برای کارکردن کمپرسورها یاری رسانند.

همچنین می‌توان به منظور افزایش راندمان و قابلیت انعطاف در شبکه ماژولهای تبخیری را به سیستمهای تراکمی موجود اضافه نمود. می‌توان بگونه‌ای ماژولهای تبخیری را کنترل نمود که راندمان را با مصرف آب بالانس نماید. ارتباط بین ماژول تبخیری و کمپرسور برای روشن یا خاموش نمودن کمپرسور ضروری است و بهینه کردن الگوریتمی برای این سیستم کنترلی لازم است. در الگوریتم مورد نظر ترجیحات مشتری در استفاده آب (و انرژی مصرفی) می‌بایست در نظر گرفته شود.

آب مصرفی محلی می‌تواند در برخی مناطق دغدغه‌ای جدی باشد، اما با در نظر گرفتن آب تازه مصرفی در نیروگاهها برای تولید برق، استفاده از آب برای سرمایش تبخیری می‌تواند منجر به کاهشی کلی در آب مصرفی گردد. در سال ۲۰۰۳ مصرف آب در نیروگاههای حرارتی و آبی ۲ گالن از آب تبخیری برای هر کیلووات‌ساعت از برق مصرفی در نقطه نهایی مصرف بوده است. قابلیت سرمایش سیستم سرمایش تبخیری حدود ۰/۴ گالن برای هر کیلووات‌ساعت است.

سیستمهای هیبرید در هر دو بخش مسکونی و تجاری و برای ساختمانهای جدید و یا موجود قابل اعمال است. این سیستمها در هوای خشک، که آب مصرفی نیز یک نگرانی به شمار می‌رود، بیشترین کارایی را خواهند داشت. این سیستمها نیازمند بهینه سازی مصرف انرژی، مصرف آب و ملاحظات اقتصادی می‌باشند. در حال حاضر، تعدادی از محصولات ترکیبی

[۲۸] *Hybrid Evaporative Cooling*

سیستمهای هیبرید تبخیری و تراکمی وجود دارد. ماژولهای سرمایش تبخیری اضافه شونده نیز بصورت تجاری موجود هستند. در مناطق نسبتا خشک، تکنولوژیهای سرمایش تبخیری فرصتی گرانبها برای ارتقای راندمان مصرف انرژی بوجود خواهند آورد. آب مصرفی در برخی مناطق می‌تواند مانعی بر سر راه پیشرفت این تکنولوژی باشد. در شکل ۲-۱ نمونه سیستم هیبریدی ساخت شرکت PeakPlus نشان داده شده است.



شکل ۲-۱: سیستم هیبرید شرکت PeakPlus

۲-۳: ذخیره‌ساز انرژی حرارتی با جاذب مایع[۲۹]

ذخیره جاذب مایع به منظور رطوبت‌زدایی در سیستمهای تهویه مطبوع محسوس/نهان انعطاف مناسبی در مدیریت بار در فصل سرمایش (و نه در فصل گرمایش) فراهم می‌کند. جاذب مایع ریجنریت[۳۰] شده انرژی را بصورت شیمیایی و بدون نیاز به محفظه‌های عایق‌بندی شده ذخیره می‌کند؛ که در نتیجه در صورت نیاز مدت زمان ذخیره‌سازی می‌تواند بسیار طولانی باشد. راندمان سیستم وابسته به راندمان فرایند گرمایشی است که برای ریجنریت کردن جاذب بکار می‌رود. هر زمان که تقاضا برای رطوبت‌زدایی موجود باشد، جاذب مایع ذخیره شده به ماژول ممبران که یک مبدل جرم و حرارت است پمپ می‌شود (بدون نیاز به انرژی اضافی). سیستمهای تهویه‌مطبوع با جاذب مایع ذخیره‌ساز انرژی حرارتی TES[۳۱] با حذف بار نهان از

[۲۹] *Liquid Desiccant Thermal Energy Storage*

[۳۰] *Regenerated*

[۳۱] *Thermal Energy Storage*

چرخه تراکمی نیاز به سیکلهای پیش‌گرمایش/بیش‌سرمایش به منظور رطوبت‌زدایی را کاهش داده و با رطوبت‌زدایی در صرفه جویی انرژی مشارکت بیشتری خواهند داشت. همچنین ظرفیت سیستم سرمایش تراکمی مورد نیاز نیز کاهش خواهد یافت.

جاذب مایع رطوبت را از هوای داخل جذب نموده و حرارت جذب شده را از طریق سیکل گرمایشی ریجنریشن به هوای بیرون دفع می‌کند. از آنجا که بارهای سرمایشی در زمانی که دریافت خورشیدی بیشتر است افزایش می‌یابند، گرمایش خورشیدی راه موثری برای فرایند ریجنریت کردن می‌باشد. اینجا هم کنترلهای پیشرفته به منظور تعیین زمان شارژ و یا تخلیه جاذب مایع TES مورد نیاز است. این کنترلها می‌بایست بصورت مستقیم با سیستم تهویه مطبوع و تجهیزات جاذب مایع TES در ارتباط بوده و یا از طریق سیستم اتوماسیون ساختمانی BAS این امر صورت پذیرد. در شکل ۲-۲ نمونه سیستم ذخیره‌ساز حرارتی با جاذب مایع ساخت شرکت Rheem نشان داده شده است.



شکل ۲- ۲ : ذخیره‌ساز انرژی حرارتی با جاذب مایع شرکت Rheem

ساختمانهایی که در مناطق گرم و مرطوب هستند و یا آنهایی که بارهای داخلی رطوبتی بالایی دارند بیشترین بهره را از سیستمهای جاذب مایع TES خواهند برد. این تکنولوژی برای هر دو بخش مسکونی و تجاری قابل اعمال است؛ اما بطور قطع به عملکرد و هزینه محصولات کاملا توسعه یافته وابسته است. مزیت اصلی استفاده از این تکنولوژی در کاهش بار پیک شبکه و کاهش هزینه ها و تعرفه های مصرف کننده که بر اساس زمان مصرف اعمال می‌گردد، می‌باشد. سیستم‌های جاذب مایع تهویه مطبوع در میدان عمل عملکرد خود را بخوبی نشان داده‌اند، اگر چه تاکنون محصولاتی بصورت تجاری وجود ندارد. ممکن است که محلول‌های جاذب مایع خواص خورندگی داشته باشند و به مواد خاصی نیاز داشته باشند که عملکرد

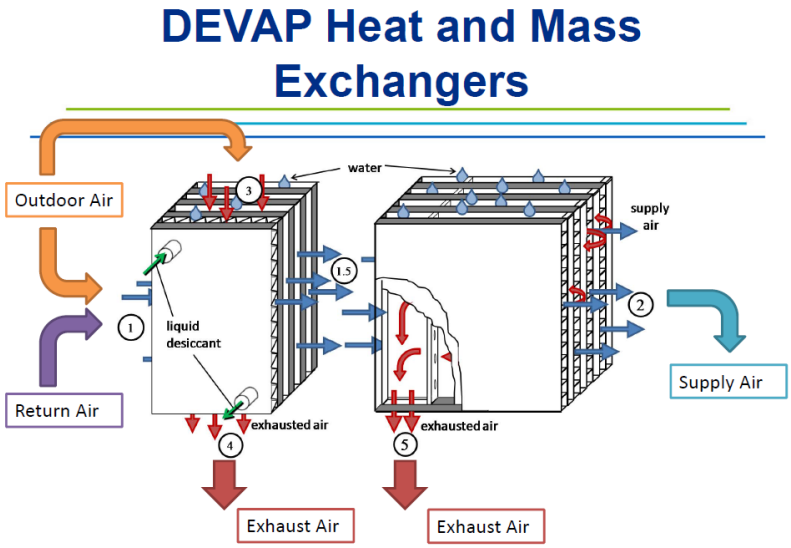
طولانی مدت آنها را تضمین نماید. بصورت کلی، سیستمهای جاذب مایع TES توسعه بسیار کمتری از TES ها برای گرمایش و سرمایش یافته اند که در نتیجه هزینه آنها را بسیار بالا می‌برد.

این امکان وجود دارد که بهبود راندمانی که توسط سیستمهای جاذب مایع TES حاصل می‌شود، آنرا از سیستمهای TES جذابتر نماید که این امر سبب رشد بیشتر و توسعه تکنولوژی آن خواهد گردید. در هر حال، تغییرات زیادی در ساختار سیستم (و احتمالا بزرگتر نمودن سایز سیستم) می‌تواند محدودیتی در روند توسعه این تکنولوژی به شمار رود. همانگونه که پیشتر اشاره گردید، بازار اولیه سیستم های جاذب مایع TES مناطق گرم و مرطوب (مانند میامی در امریکا) خواهد بود. اما همانگونه که هزینه های این سیستم پایین می‌آید، می‌توان آنرا در مناطق بیشتری بکار گرفت.

۲-٤: تهویه جداگانه گرمای نهان و گرمای آشکار[۳۲]

سیستمهای تهویه مطبوع هم گرمای محسوس (دما) و هم گرمای نهان (رطوبت) را در ساختمان کنترل می‌کنند تا شرایط آسایش ساکنین را فراهم آورند. در سیستمهای سرمایش تراکمی مرسوم اواپراتور را بزرگ می‌کنند، در دمای پایین‌تری کار می‌کنند، و یا سیکل فعالیت سیستم را افزایش می‌دهند تا رطوبت را از هوای عرضه شده خارج گردانند. این فرایند سرمایش نهان و محسوس در اغلب موارد هوای ورودی را بیش از نیاز خنک می‌کند و حتی ممکن است به گرم کردن دوباره نیاز داشته باشد که بصورت بسیار قابل ملاحظه‌ای مصرف انرژی و دیماند را در روزهای مرطوب تابستانی افزایش می‌دهد. جاذب‌های مایع و جامد، رطوبت‌زداهای غشائی، و دیگر اجزای سیستم تهویه مطبوع می‌توانند رطوبت را از هوای ورودی بدون تغییر دمای آن بزدایند و این قابلیت را دارند که با یک مرحله سرمایش محسوس هماهنگ شده تا کنترل سرمایش نهان و محسوس بصورت مستقل انجام پذیرد. در زمان پیک بار شبکه، سیستم ترکیبی می‌تواند با کاهش مرحله سرمایش محسوس و بکارگیری مرحله سرمایش نهان (که راندمان بالایی دارد) با رطوبت‌زدایی از هوا انعطاف در بار شبکه را فراهم کند. در شکل ۲-۳ نحوه عملکرد این سیستم نشان داده شده است.

[۳۲] *Separate Sensible and Latent Space Conditioning*



شکل ۲-۳: تهویه جداگانه گرمای نهان و گرمای آشکار

این تکنولوژی برای هر دو بخش ساختمانهای مسکونی و تجاری قابل بکارگیری است. مرحله سرمایش نهان می‌تواند به تجهیزات تهویه مطبوع مرسوم در کارخانه اضافه شده و یا بصورت جزئی جداگانه در سایت نصب گردد. سیستمهای سرمایش نهان که از جاذبهای جامد و مایع یا رطوبت‌زداهای تراکمی بهره می‌برند بصورت تجاری برای بکارگیری در اقلیم مرطوب و بطور ویژه برای ساختمانهای تجاری و صنعتی وجود دارند. محققان در حال بررسی فرصتهایی هستند تا چرخهای جاذب را در سیستمهای تراکمی بکار گیرند.

تحقیق و توسعه بیشتری برای بکارگیری دقیق‌تر مراحل سرمایش نهان و محسوس و اصلاح راندمان کاری، هزینه نصب و محدودیت های عملکردی از جمله سایز، وزن و تعمیر و نگهداری مورد نیاز است. علاوه بر این، محصولات موجود به صورت عمده به جهت کاهش هزینه کارکرد و بهبود پیک بار نصب گردیده و برای انعطاف در عرضه بار شبکه بهینه نشده‌اند.

۲-۵: سیستمهای تهویه مطبوع با سوخت دوگانه[۳۳]

سیستم تهویه مطبوع با سوخت دوگانه از طریق جایگزین کردن سوختها بصورت موقت می‌تواند در کاهش پیک بار شبکه یاری رساند. به منظور فراهم آوردن یک مقدار معنادار و قابل قبول، منبع انرژی که نیاز به کاهش مصرف در پیک داشته می‌بایست که منبع ارزانتر بوده و در نتیجه منبعی باشد که در بخش عمده سال مورد مصرف قرار می‌گیرد. برای نمونه به

[۳۳] *Dual-Fuel HVAC*

منظور ایجاد ارزش در شبکه برق، دستگاه می‌بایست با برق بعنوان منبع اصلی کار کند و در زمانیکه شبکه نیاز دارد با سوخت جایگزین کار کند. این تکنولوژی کاربرد بیشتری در بخش گرمایش دارد و در بخش سرمایش نیز می‌توان از ترکیب چیلر یا دستگاه تهویه مطبوع الکتریکی که با یک چیلر جذبی یا پمپ حرارتی معکوس ترکیب شده است، بهره برد.



شکل ۲-٤: سیستمهای تهویه مطبوع با سوخت دوگانه FujitsuGeneral

بازار کنونی تجهیزات جذبی به کاربردهای تجاری بزرگ محدود است، اما برای کاربردهای خانگی نیز این دسته از محصولات در حال ظهور است. سیستمهای تهویه مطبوع با سوخت دوگانه می‌تواند برای ساختمانهای مسکونی و تجاری مورد استفاده قرار گیرند. بالاترین ارزش بازار برای سیستمهایی است که از سوختهایی مانند پروپان بعلاوه برق مصرف می‌کنند که در آن استفاده از سوخت ثانویه بازار انرژی الکتریکی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. هزینه پایین گاز در حال حاضر به این معنا خواهد بود که بسیاری از مشتریان بالقوه سیستمهای سوخت دوگانه ترجیح خواهند داد که بصورت دائم با گاز کار کنند که امکان ایجاد هر گونه ارزشی برای شبکه برق را خنثی خواهد نمود. این تجهیزات می‌تواند توسط مالک ساختمان بعنوان یک گزینه اضافه برای تکنولوژی سیستم تهویه کنونی خریداری شده و یا در ساختمانهای جدید مورد استفاده قرار گیرد. در حال حاضر سیستمهای گرمایش با سوخت دوگانه تجاری شده‌اند که اغلب بصورت واحدهای جداگانه پمپ حرارتی و کوره و همچنین سیستمهای پکیج می‌باشند.

۲-٦: سیستم ذخیره‌ساز حرارتی[۳٤]

ذخیره‌ساز حرارتی به سیستمهای تبرید این اجازه را می‌دهد که در مصرف انرژی از شبکه برق و/یا شبکه گاز طبیعی انعطاف بیشتری نشان دهند. ماده ذخیره‌ساز حرارتی را می‌توان در ساعات غیر پیک ریجنریت و ذخیره نمود و سپس در هر ساعتی از روز که برای جابجایی بار مورد نیاز بود بکار گرفت. با کنترلهای مناسب، ذخیره‌سازها را می‌توان بصورت استراتژیک در دیگر سناریوهای کاهش هزینه بکار گرفت. همچنین ذخیره‌سازهای حرارتی را می‌توان در کاربردهایی که دما می‌بایست در یک سطح مشخص نگاه داشته شود، بکار گرفت که در این شرایط پیش‌سرمایش را بعنوان یک گزینه فاقد صلاحیت خواهد نمود. در شکل ۲-۵ نمونه سیستم ذخیره‌ساز حرارتی ساخت شرکت BradFordWhite نشان داده شده است.



شکل ۲-۵: سیستم ذخیره‌ساز حرارتیBradFordWhite

در ساده ترین شکل خود، سیستمهای TES پسیو می‌توانند از جرمهای حرارتی بزرگتر و/یا عایق‌بندی بهتر برای کاهش فشار به شبکه بهره بگیرند. از بین سیستمهای مدیریت‌شده اکتیو، مخلوط آب/گلیکول یک ماده معمول برای توزیع حرارتی بین ذخیره‌ساز حرارتی (مانند کیسه های یخ) و سیستم توزیع دمای ساختمان می‌باشد. سیال می‌تواند در یک سیکل آب سرد یا آب گرم در سراسر ساختمان بصورت مستقیم توزیع شود و یا از طریق یک مبدل حرارتی در داکت هوای عرضه شده و تهویه شده مرکزی گردانیده شود.

اشکال مختلف این سیستم با کاربرد سرمایش عبارت است از:

- سرمایش الکتریکی تنها: مخلوطهای یخ و یا دیگر مواد تغییر فاز دهنده با استفاده از سیکل تراکمی بخار پیش سرمایش شده (یا یخ زده می‌شوند) و در محفظه‌های بزرگ عایق‌بندی شده نگهداری می‌شوند.

[۳٤] *Thermal Energy Storage*

- سرمایش جذبی گاز طبیعی: ذخیره جداگانه جاذب و مبرد در سیکل چیلر ظرفیت ذخیره انرژی بدون اتلاف در بلند مدت را بوجود می‌آورد.

به سبب تلفات به محیط، راندمان سیستمهای معمول حرارتی حدود ۸۰ درصد است که این مقدار با کاربرد مربوطه تغییر می‌کند. به منظور تعیین کردن زمان شارژ و تخلیه TES کنترلهای پیشرفته مورد نیاز است.

تنها چند شرکت تجاری برای سیستمهای TES وجود دارد. برای تهویه‌مطبوع در آمریکا، تنها یک کارخانه پیشتاز ذخیره انرژی با یخ برای چیلرهای تجاری و یک شرکت برای سیستمهای تهویه‌مطبوع مسکونی وجود دارد. از سوی دیگر سیستمهای تهویه‌مطبوع با TES یخ محور برای دهه ها مورد استفاده قرار گرفته اند و با ظرفیتی بیش از ۱ گیگاوات از TES در اطراف جهان نصب شده‌اند. برای کاربردهای ساختمانی، تحقیق و توسعه بیشتری برای کاهش چگالی انرژی، هزینه و دیگر مشخصات با استفاده از مواد ذخیره‌ساز جایگزین مورد نیاز است.

۲-۷: سیستم تراکمی با بار ماژولار[۳۵]

اکثر سیستمهای تراکمی موجود قابلیت تغییر بار بصورت ماژولار را نداشته و در عوض از سیکل روشن و خاموش برای تنظیم دما بهره می‌برند. این موضوع شامل دستگاههای تهویه مطبوع، پمپهای حرارتی، رطوبت‌زداها و دیگر موارد می‌گردد. از آنجا که در تجهیزات ماژولار کنترل دقیقتری بر دما وجود دارد و راندمان بالاتری در اثر عملکرد سیستم بصورت پیوسته در دورهای پایین تر بدست می‌آید (در مقایسه با سیستم روشن/خاموش در ظرفیت کامل)، این سیستمها ارزش بیشتری برای شبکه دارند. افزایش راندمان به این طریق در SEER سیستمهای تهویه مطبوع با دور متغیر انعکاس می‌یابد که این عدد مقدار بیشتری در مقایسه با سیستمهای تک‌دور (دورثابت) خواهد داشت. در شکل ۲-۶ نمونه سیستم تراکمی با بار ماژولار ساخت شرکت ClimateEmerson نشان داده شده است.

[۳۵] *Modulating Capacity Vapor Compression*



شکل ۲-٦: سیستم تراکمی با بار ماژولار Climate.Emerson

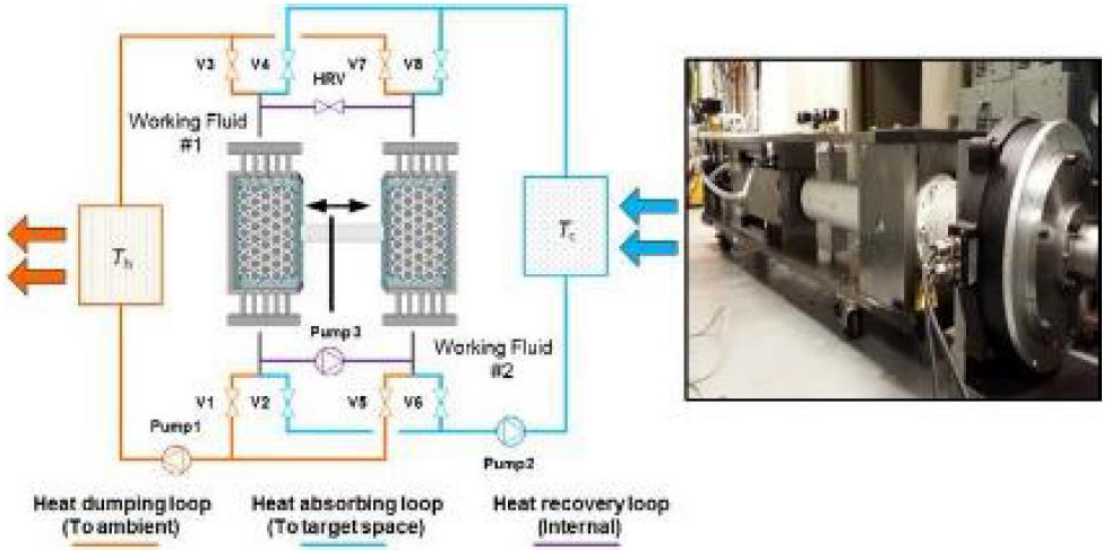
بجای افزایش نقطه تنظیمی و یا خاموش کردن کامل سیستم (که می‌تواند آسایش ساکنین را مختل نماید)، می‌توان سرعت سیستمهای تهویه مطبوع ماژولار را با توجه به نیاز شبکه بالا و پایین برد. این نکته مهم است که کاهش ظرفیت با کاهش توان متناسب نیست، و اغلب زمانیکه ظرفیت خارجی کاهش می‌یابد، راندمان بهبود می‌یابد. این امر بدان معناست که با یک شبکه وسیع از سیستمهای تهویه مطبوع ماژولار متصل، دیماند انرژی تا درجه بالایی کاهش می‌یابد بدون آنکه آسایش ساکنین دستخوش تغییرات شدید گردد.

چندین تکنولوژی برای ماژولار کردن توان در تجهیزات تهویه مطبوع وجود دارد. درایوهای سرعت متغیر[۳۶] برای کارکرد در موتورهای سیستمهای تجاری بزرگ مناسب هستند، در جاییکه ماژولار کردن پمپهای حرارتی و موتورهای BLDC در سیستمهای مسکونی و تجاری سبک مناسب‌تر است. همچنین سیستمهای کنترل پیشرفته برای کارکرد تکنولوژیهای ماژولار مورد نیاز است. محصولات تهویه مطبوع با تواناییهای ماژولار بصورت گسترده‌ای در دسترس هستند. این تکنولوژیها گرانتر از سایر تکنولوژیهای غیر ماژولار می‌باشند. تحقیق و توسعه به منظور کاهش هزینه‌های این تکنولوژیها همچنان ضروری است.

[۳۶] *Variable Speed Drive*

۲-۸: سیستمهای تراکمی بدون بخار[۳۷]

تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار مجموعه‌ای از سیستمهای سرمایشی و تبرید هستند که از خواص منحصربفرد موادی مخصوص و یا طراحی‌های جایگزینی بهره می‌برند که از سیکل تراکم بخار معمول استفاده نمی‌کند. تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار حالت جامد همانند ترموالکتریک، مگنتوکالریک و سیستمهای الکتروکالریک بر اساس ویژگیها و مشخصات ذاتی مواد زمانیکه از طریق ورود انرژی الکتریکی تحریک شده، اختلاف دمایی مناسبی ایجاد می‌کنند. دیگر تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار همانند ممبران، ترموالاستیک، استرلینگ، جاذب مایع و سیستمهای ترمواکوستیک از ورودی انرژی الکتریکی یا حرارتی بهره برده تا فاز و یا خواص سیال کاری یا ماده را بگونه ای تغییر داده که حرارت را پمپ کند. در شکل ۲-۷ نمونه یک سیستم تراکمی بدون بخار نشان داده شده است.



شکل ۲-۷: سیستم تراکمی بدون بخار

برخی از تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار از طریق ماژولار کردن ظرفیت، سرمایش جداگانه بار نهان و بار محسوس و قابلیتهای ذخیره انرژی مزایایی برای شبکه برق بوجود می‌آورند:

- ظرفیت ماژولار: بسیاری از تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار دارای درجه بالایی از کنترل ظرفیت با تغییر سرعت اجزای مشخصی (مانند فن، پمپ و سایر موتورها) و یا ورود انرژی الکتریکی به مواد سرمایشی حالت

[۳۷] *Non-Vapor Compression Systems*

جامد می‌باشند. در زمان پیک شبکه، سیستم می‌تواند در ظرفیتهای پایین‌تر کار کرده یا سیکل خود را در سطوح متفاوتی طی کند تا ماژولار کردن و جابجایی بار حاصل شود.

- سرمایش جداگانه نهان و محسوس: برخی از تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار (مانند ممبران و جاذب مایع) رطوبت را از هوای عرضه شده زدوده بدون اینکه دمای آنرا تغییر دهد که این امر قابلیت کنترل جداگانه برای سرمایش محسوس و نهان را بوجود می‌آورد. فعالیت سیستم سرمایش نهان بصورت مستقل در بازه‌های پیک بار می‌تواند شرایط آسایش ساکنین در مناطق مرطوب را با مصرف انرژی پایین‌تری فراهم آورد.
- ذخیره انرژی: برخی از تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار (مانند مگنتوکالریک، ترموالاستیک، جاذب مایع) از سیستمهای توزیع هیدرونیک که می‌تواند نوعی از ذخیره حرارتی کوتاه‌مدت در لوله‌ها فراهم آورد و یا می‌تواند به سیستمهای ذخیره‌حرارتی مرسوم متصل گردد، بهره می‌گیرند. برخی از تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار (مانند ترموالکتریک، الکتروکالریک) را می‌توان بعنوان وسایل آسایش شخصی با باتری بکار برد که نیاز به سیستمهای بزرگتر و مرکزی را مرتفع می‌سازند.

محققان در حال توسعه تکنولوژیهای تراکمی بدون بخار برای اکثر کاربردهای سرمایشی ساختمانهای مسکونی و تجاری هستند که در برخی موارد قابلیتهای گرمایش فضا و آب را نیز خواهد داشت. اغلب این سیستمها برای ساختمانهای جدید طراحی شده‌اند و فقط تعداد محدودی برای سیستمهای موجود قابلیت بکارگیری دارند (وسایل آسایش شخصی، مراحل سرمایش نهان).

۲-۹: سیستم سرمایش منطقه‌ای[۳۸]

سیستمهای سرمایش منطقه‌ای سیستمهای مرکزی هستند که آب سرد مورد نیاز ساختمانها را از طریق شبکه لوله‌کشی عایق‌بندی شده فراهم می‌کنند. آب سرد می‌تواند از منابع طبیعی محلی مانند آب دریا و یا از منابع انرژی تجدیدپذیر بدست آید. زمانیکه سیستم سرمایش منطقه‌ای با ذخیره‌ساز حرارتی ترکیب گردد، این مجموعه می‌تواند به کمک زمان پیک بار سرمایشی شبکه در تابستان یاری رساند و انعطاف در بار شبکه و کاهش کلی بار را فراهم آورد. راندمان سیستمهای سرمایش منطقه‌ای نصب شده در مکان مناسب به اثبات رسیده است.

[۳۸] *District Cooling Systems*

با اینکه این سیستم همچنان در حال توسعه بوده اما در برخی کشورها پیشرفت در این حوزه قابل ملاحظه بوده است. بعنوان نمونه، فروش کلی این سیستم در دانمارک در سال ۲۰۱۷ حدود چهار برابر بیشتر از سال ۲۰۱۲ می‌باشد. در فنلاند، تعداد مشتریان و میزان انرژی فروخته شده در پنج سال اخیر دو برابر گردیده، و در آلمان ظرفیت نصب شده بین سالهای ۲۰۱۱ و ۲۰۱۷ به میزان ۶۲ درصد افزایش یافته است.

۲-۱۰: ذخیره فصلی انرژی

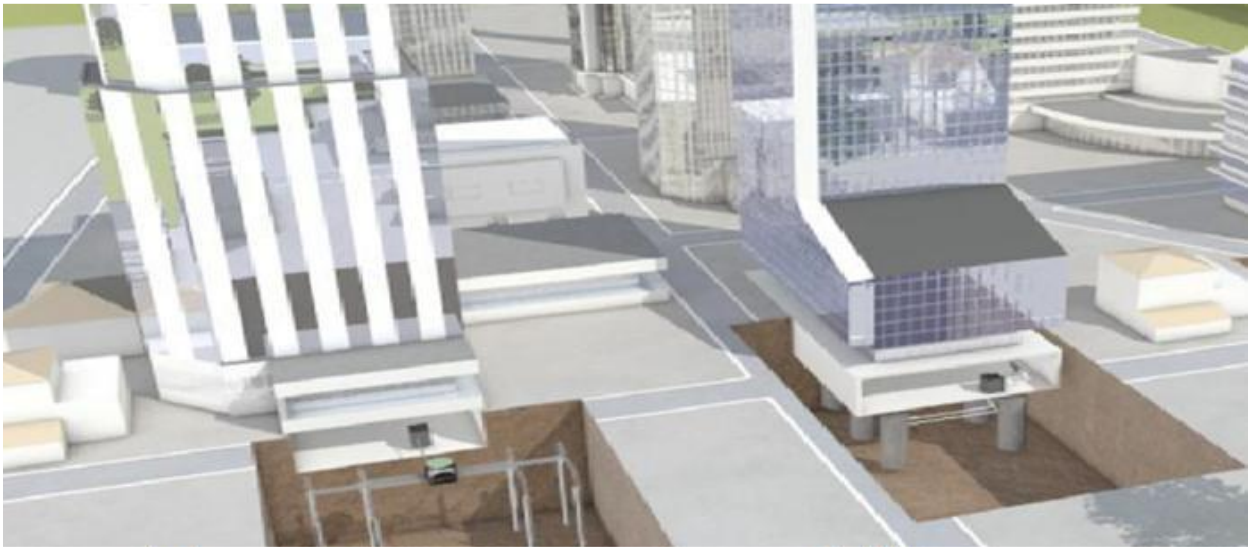
انرژی خورشیدی و اختلاف دمای روز و شب مهمترین پتانسیل‌های محلی هستند که به ترتیب برای گرمایش زمستانی و سرمایش تابستانی قابل استفاده می‌باشند. در الگوی مذکور جرم ساختمان و بستر خاکی زمین، بعنوان منابع ذخیره انرژی، به ترتیب در دوره‌های گذرای کوتاه‌مدت (روزانه) و فصلی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. نصب کویل با لوله‌های پلی‌اتیلن در مصالح جداره و کف ساختمان مطابق شکل برای ذخیره روزانه گرما و سرما با انتقال حرارت عمدتا تابشی با این هدف صورت می‌گیرد. در کویل مذکور در فصول زمستان و تابستان، آب با محدوده دماهای به ترتیب ۴۵ تا ۵۵ درجه سانتیگراد و ۱۳ تا ۱۷ درجه سانتیگراد گردش می‌کند تا دمای متوسط سطوح اکتیو را به ترتیب در دماهای پایدار کند.



شکل ۲-۸: نمونه هایی از اجرای سطوح فعال برای ذخیره روزانه انرژی در کف و جداره داخلی

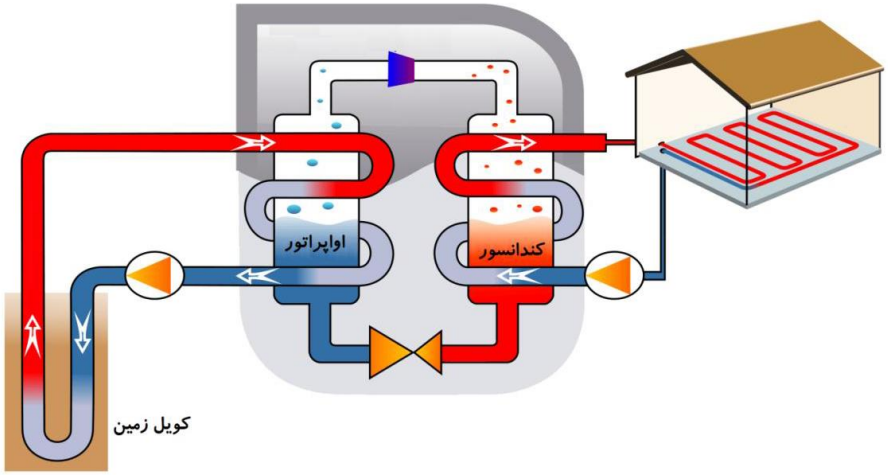
اما بستر خاکی در الگوی ذخیره فصلی، صرفا برای ذخیره گرما استفاده می‌شود. گرمای خاک از انرژی خورشیدی یا بار گرمایی ساختمان در فصل تابستان، برای گرمایش زمستانی ذخیره می‌شود. اجرای کویل‌زمین، مهمترین چالش انتخاب الگوی مذکور برای گرمایش ساختمان است. هرچند اجرای کویل‌زمین در ظرفیتهای کم هزینه بالایی تحمیل نمی‌کند اما در ساختمانهای بزرگ این هزینه، قابل توجه بوده و غالبا به لحاظ اقتصادی توجیه پذیر نمی‌باشد .اما با افزایش بهای حامل‌های انرژی، این امر اجتناب‌ناپذیر است. در سالهای اخیر اقدامات بسیاری برای کاهش هزینه احداث کویل‌زمین برداشته شده است.

در شکل ۹-۲ نمونه هایی از نصب کویل های مذکور با آرایش عمودی برای ساختمانهای بلند مرتبه نشان داده شده است. در صورتیکه فضای کافی برای اجرای کویل‌زمین بصورت افقی موجود باشد، هزینه نصب آن بخصوص با آرایش به مراتب پایینتر خواهد بود.



شکل ۲-۹: نمونه هایی از اجرای کویل زمین برای ذخیره فصلی انرژی خورشیدی

سیستم ذخیره فصلی در ساختمان با عنوان سیستمهای زمین‌گرمایی یا ژئوترمال شناخته می‌شوند و معمولا بواسطه مصرف انرژی الکتریکی پمپ حرارتی گرمایش یا سرمایش ساختمان انجام می‌گیرد .در شکل ۲-۱۰ شماتیکی از عملکرد پمپ حرارتی مابین کویل‌زمین و توزیع گرما در ساختمان نشان داده شده است .بدیهی است که عملکرد پمپ حرارتی در فصل تابستان برعکس خواهد بود.



شکل ۲-۱۰: جایگاه پمپ حرارتی در سیستم گرمایش ساختمان با ذخیره فصلی انرژی در زمین

فصل سوم
انجام تحقیقات بازار فناوری

۳-۱: مقدمه

طبعاً مدیریت توسعه فناوری، بدون در نظرگرفتن بازار توسعه فناوری غیرممکن خواهد بود. با توجه به اینکه در این روش‌شناسی، تأکید بر تجاری‌سازی و توسعه بازار فناوریهای صنعت برق است، لذا نیاز است کلیه فاکتورهای مهم بازار فناوریها و تجهیزات مهم این حوزه در کشور اعم از تامین کنندگان، تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، حجم فعلی و آینده بازار این تجهیزات و فناوریها، قیمتهای تجهیزات و . . . به طور تفصیلی مورد مطالعه قرار بگیرد.

۳-۲: بررسی بازار اسپلیت/کولر گازی

۳-۲-۱: آمار واردات

کولر گازی در صنعت تهویه از جایگاه خاصی برخوردار است؛ اما تا چند سال پیش این وسیله گرمایشی و سرمایشی در ایران خط تولید نداشت. هر چند این دستگاه در محیط‌های صنعتی و اداری بیشتر کاربرد داشت؛ با این حال به دلیل ویژگی‌ها و مزیت‌هایش، با استقبال شدیدی در به کارگیری در خانه های مسکونی هم روبه‌رو شده است و می‌توان گفت که در دسته‌بندی صنعت لوازم‌خانگی هم قرار می‌گیرد. در تمامی ادارات نیز سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی اسپیلت وجود دارد. با توجه به اینکه خط تولید اسپیلت در گذشته در کشور وجود نداشت، بیش از ۹۰ درصد این دستگاه‌ها از چین وارد می‌شد. با این حال ممکن است نشان (برند) کشور دیگری روی کالا درج شده باشد. از این‌رو بسیاری از اسپیلت‌هایی که از چین وارد می‌شوند بی‌شناسنامه هستند. اغلب قطعات ساخت اسپیلت از کره، تایلند و آلمان به ایران وارد شده و در کارخانه مونتاژ می‌شوند.

بنا بر آمارهای موجود، ایران در سال ۹۶ نزدیک به ۱۹۰ میلیون دلار کولر اسپلیت وارد کرده است [9]. این واردات از محل دو تعرفه گمرکی ۸۴۱۵۱۰۱۰ و ۸۴۱۵۹۰۱۰ وارد کشور شده است. کشور چین با صادرات بیش از ۱۰۵ میلیون دلار کولر اسپلیت در رتبه اول صادرکننده این لوازم خانگی به ایران قرار دارد و کشورهای امارات به ترتیب در رتبه های دوم و سوم قرار گرفته اند. جدول ۳-۱ شماره آمار واردات کولر اسپلیت تحت شماره تعرفه گمرکی ۸۴۱۵۱۰۱۰ را نشان می دهد.

جدول۳-۱: آمار واردات کولر اسپلیت تحت شماره تعرفه گمرکی ۸٤۱۵۱۰۱۰ [9]

رتبه	کشور	وزن (کیلوگرم)	ارزش ریالی	ارزش دلاری
۱	چین	۱۴,۷۳۴,۳۰۵	۲,۴۲۲,۰۵۲,۹۶۳,۶۲۲	۷۳,۱۸۰,۸۵۸
۲	امارات	۵,۲۲۳,۵۱۴	۱,۱۶۹,۷۹۰,۲۱۷,۹۸۴	۳۵,۷۰۵,۴۲۱
۳	کره جنوبی	۱,۵۰۴,۴۴۴	۵۴۰,۶۹۴,۲۳۶,۷۲۹	۱۶,۶۲۶,۳۰۴
۴	تایلند	۵۶۳,۷۰۳	۱۶۵,۵۴۹,۸۱۸,۰۱۵	۵,۱۰۳,۱۰۷
۵	ترکیه	۴۳۴,۴۵۲	۵۷,۱۱۷,۵۱۵,۴۶۶	۱,۷۵۷,۲۹۶
۶	سایر کشورها	۱۱۳,۹۷۲	۱۵,۹۰۹,۲۹۷,۸۰۰	۴۸۸,۸۴۰
۷	ایتالیا	۳۴,۲۴۲	۷,۱۸۰,۱۵۴,۹۱۴	۲۲۰,۶۲۲
۸	فرانسه	۱۷,۶۴۵	۲,۸۸۵,۳۳۳,۰۴۷	۸۴,۱۸۷
۹	سوئیس	۴۵۰	۲,۶۲۱,۳۴۷,۰۸۶	۷۸,۴۳۶
۱۰	لیختن اشتاین	۸۶	۴۸۵,۹۱۱,۱۴۹	۱۴,۱۱۶
۱۱	لهستان	۹۵	۱۸۸,۲۴۴,۰۰۰	۵,۲۹۰
۱۲	چک	۶۱۵	۱۲۳,۳۳۸,۸۷۵	۳,۵۰۰
۱۳	هنگ کنگ	۳۳۹	۶۰,۳۵۲,۷۰۸	۱,۶۶۳
۱۴	آلمان	۱۸۳	۲۲,۵۵۷,۷۵۰	۶۵۰
مجموع		۲۲,۶۲۸,۰۴۵	۴,۳۸۴,۶۸۱,۲۸۹,۱۴۵	۱۳۳,۲۷۰,۲۹۰

جدول ۳-۲ آمار واردات واحدهای داخلی و خارجی کولر اسپلیت تحت تعرفه ۸۴۱۵۹۰۱۰ را نشان می دهد.

نکته جالب توجه این است که آمار واردات واحدهای داخلی و خارجی که تحت عنوان اجزا و قطعات و با تعرفه کمتر یعنی ۲۰ درصد وارد کشور شده است به اندازه نصف آمار واردات دستگاه کامل آن یعنی کولر اسپلیت می‌باشد و واردکنندگان (که بیشتر آنها نمایندگی برندهای خارجی نیز هستند) اقدام به واردات مجزای کولر اسپلیت به صورت دوتکه نموده و در داخل کشور آنها را یکی و به فروش می‌رساندند که این امر پیچیدگی بازار تجهیزات تهویه مطبوع را بخوبی نشان می‌دهد.

جدول۳-۲: آمار واردات کولر اسپلیت تحت شماره تعرفه گمرکی ۸۴۱۵۱۰۱۰ [9]

رتبه	کشور	وزن (کیلوگرم)	ارزش ریالی	ارزش دلاری
۱	چین	۷۲۹۷۰۲۱	۱.۰۷۹۸۸E+۱۲	۳۲۴۷۱۰۱۵
۲	کره جنوبی	۱۰۱۶۵۶۹	۳.۸۴۱۶۱E+۱۱	۱۱۵۳۴۹۱۳
۳	امارات	۱۳۱۰۴۷۹	۲.۴۵۶۴۶E+۱۱	۷۲۹۳۱۸۶
۴	تایلند	۲۰۴۶۵۸	۳۲۱۲۵۵۴۹۵۸۲	۹۷۴۳۱۳
۵	مالزی	۲۳۱۹۰۲	۳۲۷۰۷۱۷۰۸۶۴	۹۲۶۰۴۷
۶	ترکیه	۶۳۶۹۲	۲۸۳۳۴۸۷۹۶۲۹	۸۱۵۰۲۰
۷	ایتالیا	۱۰۹۱۴۲	۲۲۹۲۳۹۶۶۷۰۰	۶۷۴۴۴۵
۸	آزاد چابهار	۱۴۷۳۲۵	۱۸۶۷۶۴۲۱۰۴۴	۵۷۵۶۵۱
۹	مجارستان	۳۲۳۵۳	۱۳۴۱۴۷۳۲۵۶۳	۴۰۸۵۶۸
۱۰	سایر کشورها	۴۲۸۸۵	۵۷۲۸۰۵۸۰۰۸	۱۷۶۴۷۶
۱۱	قبرس	۲۸۵۶۴	۵۹۱۵۲۳۰۱۵۴	۱۶۸۲۶۳
۱۲	فرانسه	۱۸۶۹۶	۴۸۶۰۶۳۸۰۷۰	۱۴۱۸۲۱
۱۳	کویت	۱۲۱۳۵	۲۵۵۰۶۶۰۳۰۸	۷۵۸۱۴
۱۴	بلژیک	۱۳۱۳۲	۲۰۲۴۲۶۰۳۷۶	۶۰۲۵۰
۱۵	هلند	۵۱۰	۱۹۵۸۳۸۱۱۵۰	۵۳۵۷۵
۱۶	سوئیس	۳۲۰۰	۱۷۶۲۲۱۰۳۲۰	۴۸۸۷۴
۱۷	عراق	۸۵۴۵	۱۵۳۴۳۶۴۷۰۰	۴۷۳۰۰
۱۸	اسپانیا	۶۶۱۰	۱۰۲۳۹۹۴۹۹۴	۳۰۱۷۱
۱۹	آلمان	۶۵۵	۸۹۲۰۹۵۵۳۵	۲۷۰۹۰
۲۰	اتریش	۷۵	۷۰۴۹۷۲۰۷۵	۲۰۰۰۶
۲۱	چک	۱۲۹۳	۶۷۱۳۳۶۶۴۰	۱۹۶۷۹
۲۲	تایوان	۷۶۵	۳۱۴۸۵۱۴۰۵	۹۷۰۷
۲۳	هنگ کنگ	۲۸۸	۱۰۶۱۹۷۱۳۲	۲۸۹۲
مجموع		۱۰۵۵۰۴۹۴	۱.۸۸۷۹۲E+۱۲	۵۶۵۵۵۰۷۶

از دیگر چالشهای موجود در حوزه واردات سیستم‌های سرمایشی تغییر در قوانین با توجه به شرایط حاکم بر کشور است. این مساله که متاثر از مسائل خارجی مانند تحریم‌ها و متغیرهای داخلی مانند نرخ ارز است بر شرایط واردات و تولید سیستمهای

سرمایشی و بصورت ویژه بر بازار کولرهای گازی می‌افزاید. بعنوان نمونه در سال ۱۳۹۷ رئیس اتحادیه تولیدکنندگان و تعمیرکاران صنایع برودتی از ممنوعیت واردات کولرهای گازی و دستگاه های برودتی به دلیل تولید داخلی این دست محصولات خبر داد[10] . بنا بر اطلاعات ارائه شده، در این سال به واسطه نوسانات نرخ ارز و حمایت از کالای تولید داخلی مدیریت واردات در دستور کار قرار گرفته و واردات کالاهای خارجی که مشابه داخلی دارند به کشور ممنوع شده است. از جمله محصولاتی که واردات آنها به کشور ممنوع شده بود می‌توان به واردات دستگاه‌های برودتی به ویژه کولر گازی اشاره کرد.

این ممنوعیت در حالی به اجرا در آمد که هوای تابستانی کشور بر خلاف سال های گذشته بسیار گرم شده و جای سوال دارد که این ممنوعیت واردات در کنار گرمای آب و هوا بر حجم تقاضای کولر گازی افزوده است و از سوی دیگر تولید داخلی توان پاسخگویی به نیاز بازار را ندارد. نوسانات نرخ ارز که در برهه‌های گوناگون و از جمله در زمان نگارش این گزارش رخ داده گرانی محصولات داخلی را نیز به همراه داشته و در شرایطی که تولید و تعمیر نیاز به قطعات یدکی دارد، ممنوعیت واردات نیز بر پیچیدگی شرایط تامین کالاهای مورد نیاز می‌افزاید.

از سوی دیگر در سال ۹۸ بسیاری از شرکت‌های بزرگ مانند ال جی ، سامسونگ ، گری و ... درهای فروش را به روی ایرانیان بستند و از این رو قیمت محصولات این برندها در بازار ایران روند صعودی داشت. اوج خرید و فروش کولر گازی در ایران از نیمه دوم اردیبهشت تا اواخر خرداد ماه است. در سال ۹۸ واردات مقطعی به دلیل قراردادهای قبلی صورت می‌گرفت و انبار واردکنندگان خالی از جنس نبود و رشد قیمت ها تا بهمن ماه روند ثابتی داشت [11].

با تحریم های جدید و شدیدتر متاسفانه روند صعودی قیمت ها از اوایل اسفند سال ۹۸ کلید خورد، برای مثال کولر گازی اینورتر اجنرال ۲۴۰۰۰ که در دی ماه ۹۸ با قیمت ۱۶،۰۰۰،۰۰۰ تومان به فروش می‌رسید در اسفند ماه ۹۸ به قیمت ۲۲،۰۰۰،۰۰۰ تومان رسید. متاسفانه در سال ۹۹ هم با شرایط نوسانی نرخ ارز قیمت این دسته محصولات نیز بسیار تغییر و نوعا افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به قیمت سالهای پیش مشاهده می‌گردد. قیمتهای بروز این محصولات در پاییز ۹۹ در جداول پیش رو در ادامه همین فصل آورده شده است.

خوشبختانه در سال ۱۳۹۹ بزرگ‌ترین واحد تولید کولر اسپلیت کشور واقع در کارخانه ایران رادیاتور شهر صنعتی رشت با ظرفیت تولید سالانه ۴۰۰ هزار دستگاه مدل های اسپیلت افتتاح شد. شرکت ایران رادیاتور با ۱۲ میلیون دلار سرمایه گذاری ارزی و ۵۰۰ میلیارد ریال سرمایه گذاری ریالی، با هدف دستیابی به داخلی سازی ۶۰ درصد قطعات مصرفی و اشتغال‌زایی ۴۰۰ نفر، خط تولید کولر اسپیلت را راه‌اندازی کرد. فضای سرپوشیده مورد نیاز سوله های تولید این محصول ۱۶ هزار متر مربع و فضای مورد نیاز سوله های انبار نیز ۲۵ هزار متر مربع برآورد شده است. در صورت رسیدن به هدف داخلی سازی ۶۰ درصد قطعات مصرفی کولر اسپیلت، سالانه از خروج ۷۵ میلیون دلار ارز جلوگیری می شود [12].

۳-۲-۲: معرفی چند برند کولر گازی ایرانی

شرکت های تولید و مونتاژکننده زیادی در کشورمان در تولید کولرهای گازی فعالیت داشته‌اند که متاسفانه بسیاری از آن‌ها به دلیل مشکلات مختلف اقتصادی کم کم از بازار رقابت با دیگر مدعیان خارج شده‌اند. در حال حاضر با توجه به اینکه خرید کولر گازی در کشورمان روند رو به رشدی داشته است، می‌توان متوجه شد که برندهای تولید کننده کولر گازی در حال سعی و تلاش برای بالا بردن کیفیت محصولات خود بوده تا بتوانند سهم بیشتری از بازار رقابت را کسب نمایند. شرکت‌های مطرح و معتبر ایرانی با بهره گیری از تکنولوژی روز و رعایت استانداردهای بین المللی توانسته‌اند، کولر گازی با سطح کیفیت بالا و قابل مقایسه به محصولات مشابه خارجی نمایند. برندهایی که در ادامه به آنها پرداخته‌ایم هریک سابقه‌ای طولانی در خصوص طراحی و ساخت سیستم‌های تهویه مطبوع دارند و می‌توان گفت از بهترین‌های بازار به شمار می‌آیند. در ادامه تعدادی از این برندها معرفی گردیده‌اند:

- **کولر گازی اسپلیت تک‌الکتریک**

یکی از برندهای کولر گازی ایرانی برند تک‌الکتریک می‌باشد. شرکت تک‌الکتریک در سال ۲۰۰۵ میلادی (۱۳۸۳ هجری شمسی) فعالیت خود را در زمینه طراحی و ساخت سیستمهای تهویه مطبوع آغاز نموده است. کولرهای گازی تک‌الکتریک مطابق جدیدترین فناوری‌های روز دنیا به شیوه‌ای نوین ساخته شده‌اند و به دلیل برخورداری از تکنولوژی‌های جدید مورد استقبال مشتریان قرار گرفته است. علیرغم نوپا بودن این شرکت می‌توان گفت که این شرکت به دلیل ساخت محصولاتی مدرن توانسته در همان سالهای ابتدایی سهم قابل توجهی از بازار فروش را به خود اختصاص دهد. کولر گازی تک‌الکتریک در مدل پشت پنجره‌ای، دیواری، ایستاده، پرتابل در ظرفیت‌های هوادهی متفاوت تولید و عرضه می‌شود. از ویژگی‌های این محصولات می‌توان به سیستم فیلتر ضد آلرژی و ضد ویروس، سیستم حالت خواب، و سیستم مجدد شروع خودکار اشاره داشت. از دیگر ویژگی‌های این کولر می‌توان به دارا بودن سیستم اعلام نشتی گاز و عملکرد بی‌صدا اشاره کرد.

- **کولر گازی اسپلیت ایران‌رادیاتور**

یکی دیگر از برندهای کولر گازی ایرانی ایران‌رادیاتور می‌باشد. گروه صنعتی ایران‌رادیاتور درسال ۱۳۵۸ هجری شمسی به منظور تولید و طراحی سیستم‌های گرمایشی تاسیس و به بهره‌برداری رسید. این شرکت اولین دارنده استاندارد جهت صادرات محصولات خود در ایران می‌باشد. با توجه به نیاز بازار و اتکا به علم و دانش مدیران مجرب گروه صنعتی ایران‌رادیاتور در

سالهای اقدام به راه اندازی خط تولید کولر گازی نمود و این محصولات را نیز با سطح کیفی بالا به شیوه‌ای نوین طراحی و عرضه می‌نماید. استفاده از کمپرسورهای GMCC با قدرت خنک‌کنندگی بالا و همچنین کندانسورهایی از جنس GOLDEN FIN که مقاومت بالایی در برابر پوسیدگی و زنگ زدگی دارند، این دسته از سیستم‌های تهویه مطبوع به گونه‌ای طراحی شده که بدون محدودیت می‌توان در فضاهای مختلف به منظور تامین هوایی خنک و مطبوع از آنها بهره برد.

- **کولر گازی اسپلیت تهویه**

از دیگر برندهای کولر گازی ایرانی برند تهویه می‌باشد. این شرکت با رعایت استانداردهای بین‌المللی توانسته محصولاتی مدرن و پیشرفته را تولید و عرضه نماید. شرکت تهویه از سال ۱۹۶۵ میلادی (۱۳۴۳ هجری شمسی) فعالیت خود را در زمینه تولید و ساخت سیستم‌های تهویه مطبوع آغاز نموده است. شرکت تهویه از پیشگامان و یکی از بزرگترین تولیدکننده‌های سیستم‌های تهویه مطبوع در ایران شناخته شده است. کولر گازی و اسپیلت‌های کم مصرف شرکت تهویه مناسب برای مصارف خانگی و تجاری طراحی شده که قابلیت ساخت در تناژهای ۱/۵ تا ۶ تن تبرید را به صورت سفارشی دارا می‌باشد. به دلیل تنوع در مدل و ظرفیت می توان بدون محدودیت در فضاهای مختلف و با متراژ های مختلف نصب و اجرا نمود. استفاده از متریال و قطعات درجه یک در ساخت این سیستم‌ها موجب شده از سطح کیفیت بالایی برخوردار باشند و از قدرت خنک کنندگی بالایی بهره ببرند و به دلیل کم مصرف بودن با کمترین میزان مصرف انرژی هوایی مطلوب به فضای داخلی منتقل نمایند.

- **کولر گازی اسپلیت ایساتیس**

از دیگر برندهای کولر گازی ایرانی برند ایساتیس می‌باشد. شرکت ایساتیس در سال ۱۳۸۵ هجری شمسی فعالیت خود را در خصوص طراحی و ساخت انواع سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی آغاز و به بهره‌برداری رسید. هدف اصلی شرکت ایساتیس انتقال تکنولوژی روز ایتالیا به صنعت داخلی می‌باشد. کولر گازی‌های ایساتیس مطابق استانداردهای بین‌المللی با بالاترین سطح کیفیت و تکنولوژی طراحی و عرضه می‌گردد. کولر گازی‌های تولیدی این کمپانی در مدل دیواری با قابلیت عملکرد سرد، سرد و گرم در ظرفیت‌های هوادهی متنوع تولید می‌شوند. به دلیل تنوع در ظرفیت، این کولرها را می‌توان بدون محدودیت در متراژهای متفاوت مورد استفاده قرار داد. از جمله ویژگی‌های کولر گازی ایساتیس می‌توان به میزان تولید صدای پایین و قابلیت WIFI در این دستگاه‌ها اشاره نمود که باعث شده است تا برقراری ارتباط با آن‌ها از طریق دستگاه‌های دیگر بسیار آسان باشد.

- **کولر گازی اسپلیت اسنوا**

این شرکت با بیش از یک دهه فعالیت در خصوص طراحی و ساخت سیستم‌های تهویه مطبوع توانسته به دلیل برخورداری از سطح کیفیت بالا سهم قابل توجهی از بازار فروش را به خود اختصاص دهد. شرکت ارکان ساختار نوین ایرانیان که به نام اسنوا در بازار شناخته می‌شود در سال۲۰۰۶ میلادی (۱۳۸۴ شمسی) در شهر اصفهان تاسیس شد. این شرکت دارای گواهینامه سیستم مدیریت یکپارچه IMS گواهی‌نامه‌های بین‌المللی، جزو ۱۰۰ برند برتر ایران در دهمین جشنواره ملی قهرمانان صنعت ایران در سال ۱۳۹۲، دارای گواهینامه B.V برای صادرات اجاق گاز به عراق و دیگر کشورهای منطقه می‌باشد. کولرهای گازی اسپلیت اسنوا در مدل‌های دیواری و ایستاده و با رده انرژی A و B تولید می‌شوند. از مهم‌ترین ویژگی‌های کولر گازی اسنوا می‌توان به راه اندازی اتوماتیک، و تنظیم دمای هوشمند اشاره نمود. همچنین به دلیل بکارگیری قطعات مناسب در ساخت این اسپلیت‌ها از قدرت خنک‌کنندگی و طول عمر بالایی بهره می‌برند.

- **کولر گازی/اسپلیت پاکشوما**

شرکت پاکشوما در سال ۱۳۵۴ شمسی تاسیس و به بهره‌برداری رسید. شرکت پاکشوما با رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی مفتخر به دریافت گواهینامه‌های سیستم‌های مدیریتی ISO ۱۰۰۰٤ و ISO ۱۰۰۰۲ و ISO ۱٤۰۰۱ و ۹۰۰۱ ISOشده است. از مهم‌ترین ویژگی‌های کولر گازی پاکشوما می توان به استفاده از فیلتر پلاسما جهت کاهش آلودگی محیط، قابلیت کارکرد تا دمای ۵۵ درجه سانتیگراد، سیستم نظافت خودکار فیلترها، محافظ کمپرسور در مقابل نوسانات برق و تجهیز به کاتالیزور سرما اشاره نمود. با توجه به برخورداری از سطح کیفیت بالا و تنوع در ظرفیت هوادهی این شرکت توانسته در لیست پرفروش‌ترین‌های بازار قرار گیرد.

- **کولر گازی/اسپلیت بکو**

این شرکت به دلیل رعایت استانداردهای بین‌المللی و بکارگیری تکنولوژی‌های مناسب توانسته در لیست بهترین‌های بازار قرار گیرد. شرکت بکو در سال ۱۹۶۷ میلادی در استانبول تاسیس و به بهره‌برداری رسید. این شرکت در حال حاضر توسط هولدینگ کوچ مدیریت می‌شود. در سال ۲۰۰۹ شرکت بکو با شرکت آرچلیک ادغام شد. شرکت بهستان از سال ۱۳۸۸ محصولات بکو را در ایران عرضه می‌کند و با بیش از ۲۰۰ نماینده در سراسر ایران فعالیت خود را ادامه می‌دهد و به منظور کاهش هزینه‌ها و قیمت نهایی این محصولات را در کارخانه های تولیدی ایران مونتاژ و عرضه می‌نمایند.

- **کولر گازی/اسپلیت مهر اصل**

این شرکت فعالیت عمده و گسترده‌ای در خصوص طراحی و ساخت انواع سیستم‌های تهویه مطبوع نموده است. شرکت مهر اصل در سال ۱۳۶۹ شمسی (۱۹۹۱ میلادی) در تبریز تاسیس شد. محصولات این شرکت مطابق با استاندارد ISO 9000و کلیه فعالیت‌های اثرگذار بر محیط زیست تحت استاندارد ISO 14000 می‌باشد. عایق‌بندی حرارتی مناسب و فیلتر قابل شستشوی آنتی‌باکتریال از ویژگی‌های کولر گازی مهر اصل می‌باشد. از دیگر ویژگی‌های این محصولات می‌توان به قدرت پرتاب باد بالا، دریچه‌های متحرک توزیع هوا و فیلترهای چندلایه تصفیه هوا اشاره داشت. به دلیل تنوع در ظرفیت می‌توان بدون محدودیت در فضاهای مختلف به منظور تامین هوایی مطبوع بهره‌مند گردید.

۳-۲-۳: لیست قیمت و مشخصات چیلرها:

در جدول ۳-۳ مشخصات و قیمت برخی چیلرهای موجود در ایران آورده شده است.

جدول۳-۳: مشخصات و قیمت برخی چیلرهای موجود در ایران

نوع تجهیز	برند	ظرفیت Tr	kW	مدل	نوع کمپرسور	مبرد	قیمت (هزار ریال)	تکفاز/۳فاز	برند کمپرسور	تاریخ	سایت
چیلر مدولار	گرین	1 5.8	6 5	GACCH65P 3T1	هرمتیک اسکرال	R4 10a	4670400	سه فاز	ک وپلند	99/8/19	damatajhiz.com
	گرین	3 7		GACCH130 P3T1	هرمتیک اسکرال	R4 10a	7728000	سه فاز	دان فوس		
	فراست ایتالیا	1 8	6 2.6		اسکرال	R4 10a	3850000		ک وپلند		

تراکمی هوانک	احسان افروز			۱۳ مدل *EAM* سری *G*			*248000-946000*			
	احسان افروز			۱۳ مدل *EAM* سری *F*			*440000-1870000*			

٤-۲-۳: لیست قیمت و مشخصات مینی چیلرها:

در جدول ۳-۴ مشخصات و قیمت برخی مینی چیلرهای موجود در ایران آورده شده است.

جدول۳-٤: مشخصات و قیمت برخی چیلرهای موجود در ایران

نوع تجهیز	برند	ظرفیت *Tr*	*kW*	مدل	نوع کمپرسور	مبرد	قیمت (هزار	آب و هوا	تکفاز/۳ فاز	برند کمپرسور	تاریخ استعلام	سایت استعلام	
مینی چیلر	گرین	*3.7*	*13*	*GMC13P1T1*	هرمتیک اسکرال	*R22*	۱۲۲۶۴۰۰	مناطق مختلف	تکفاز	کوپلند	*8/20/1999*	*tasisat.ir*	دارای ۲ کمپرسور

۵-۲-۳: لیست قیمت و مشخصات داکت اسپلیت‌ها:

در جدول۳-۵ مشخصات و قیمت برخی داکت اسپلیت‌های موجود در ایران آورده شده است.

جدول۳-۵: مشخصات و قیمت برخی داکت اسپلیت‌های موجود در ایران

برند	امریکن کول (*Amrican Cool*)						بلو استار (*Star Blue*)	
ظرفیت	*24000*	*30000*	*36000*	*48000*	*60000*	*24000*	*30000*	
سرمایش	*	*	*	*	*	*	*	
گرمایش	*	*	*	*	*	*		
اینورتر								
مدل	*AC24*	*AC30*	*AC36*	*AC48*	*AC60*	*DSH24/YF*	*DSH30/YF*	
نوع	روتاری	روتاری	روتاری یا اسکرال	اسکرال	اسکرال	روتاری	روتاری	
مبرد	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R22*	*R22*	*R410a*	*R410a*	
Grade						*A*	*A*	
قیمت (هزار	*182000*	*230000*	*250000*	*420000*	*450000*	*390000*	*430000*	
آب و هوا								
تکفاز/۳ فاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز	سه فاز	سه فاز			
برند								
تاریخ								
سایت								
سایر	فن ۳ سرعته	فن ۳ سرعته	فن ۳ سرعته	فن ۳ سرعته	فن ۳ سرعته	فن ۵ سرعته	فن ۵ سرعته	

	بوش (*Bosch*)						بیومن (*Baumen*)						تهویه
36000	*24000*	*30000*	*36000*	*42000*			*24000*	*30000*	*36000*	*48000*	*60000*		*24000*
*	*	*	*	*			*	*	*	*	*		*
*	*	*	*	*			*	*	*	*	*		*
	*	*	*	*			*	*	*	*	*		
DSH36/YF	*CS24*	*CS30*	*CS36*	*CS42*			*BID-24H*	*BID-30H*	*BID-36H*	*BID-48H*	*BID-60H*		*TDS-FIRM-*
روتاری	اسکرال	اسکرال	اسکرال	اسکرال			روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری		روتاری
R410a	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*			*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*		*R410a*
A	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*			*A*	*A*	*A*	*A*	*A*		*A*
450000	*345000*	*375000*	*398000*	*435000*			*305750*	*353700*	*407660*	*575520*	*635500*		*310650*
	معتدل و خاره ای	معتدل و خاره ای	معتدل و خاره ای	معتدل و خاره ای			معتدل	معتدل	معتدل	معتدل	معتدل		معتدل
	گوپلند	گوپلند	گوپلند	گوپلند			*GMCC*	*GMCC*	*GMCC*	*GMCC*	*GMCC*		
فن ۵ سرعته													

	هایسنس (*Hisense*)					گرین (*Green*)										
55000	*24000*	*36000*	*60000*	*30000*	*MHGT-*	*60000*	*24000*	*48000*	*36000*	*30000*	*18000*					
*	*	*	*	*	*HID-24*	*	*	*	*	*	*					
*	*	*	*	*	*HID-36*	*	*	*	*	*	*					
*	*	*	*	*	*HID-60*											
	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	*HID-30*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	روتاری					
	R410a	*R410a*	*R410a*	*R410a*		روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	*R410a*					
						R410a	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*B*					
						B	*B*	*B*	*B*	*B*						
743490	*354400*	*450800*	*654000*	*427300*	*681920*	سه فاز	تکفاز	سه فاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز					
						347612	*582120*	*439090*	*402496*	*282750*						
						تکفاز	سه فاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز						

	24000	*18000*	*60000*	*48000*	*36000*	*30000*	*36000*	*24000*	*36000*	*18000*	*24000*								
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
	*	*	*	*	*	*	*												
	GDS-	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*								
	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری									
	R410a	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R22*	*R22*	*R22*									
	A	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*B*	*B*	*B*	*B*								
	382540	*306030*	*731810*	*640340*	*497300*	*432440*	*402500*	*324330*	*402500*	*256140*	*329310*								
	تکفاز	تکفاز	سه فاز	سه فاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز									

	آکس (*Aux*)											
	60000	*48000*	*36000*	*30000*	*24000*	*DC 18000*	*18000*	*48000*	*60000*	*48000*	*36000*	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
						*						
	ALTMD-	*ALTMD-*	*ALTMD-*	*ALTMD-*	*ALTMD-*	*ALTMD18DR*	*ALTHI8*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	*GDS-*	
	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری		
	R410a	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R22*	*R410a*	*B*	*B*	
	266400	*232461*	*178951*	*159597*	*133308*		*117162*	*532230*	*640340*	*548860*	*420790*	
	سه فاز	سه فاز	تکفاز			هیتاچی		تکفاز	تکفاز	تکفاز	معتدل	
							معتدل و حاره ای					
							99/8/21					
							tasisat.ir					

ال جی											
42000	*DC 24000*										
*	*	*DC 30000*									
*	*	*	*DC 36000*								
*	*	*	*	*DC 48000*							
*	*	*	*	*	*DC 60000*						
UB42-1Φ	*UB24-1Φ*	*UB30-1Φ*	*UB36-1Φ*	*UB48-3Φ*	*UB60-3Φ*	*ALTM24DR*					
*	*	*	*	*	*	*	*ALTM30DR*				
*	*	*	*	*	*	*	*	*ALTM36DR*			
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*ALTM48DR*		
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*ALTM60DR*	
روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	اسکرال	اسکرال	روتاری	
R410a	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	
A	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*						
معتدل	معتدل	معتدل	معتدل	معتدل	معتدل						
تکفاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز	سه فاز	سه فاز						
398000	*240000*	*290000*	*340000*	*427000*	*465500*	*164910*	*205620*	*239200*	*347000*	*357190*	
معتدل	معتدل	معتدل	معتدل	معتدل	معتدل						
تکفاز	تکفاز	تکفاز	تکفاز	سه فاز	سه فاز	تک فاز	تک فاز	تک فاز	سه فاز	سه فاز	
											هیتاچی
											GMCC

	36000	18000	48000	UB48-1Φ	تورین روتاری	R410a	A	402000	معتدل	تکفاز			
	*	*	*	TB-	روتاری	R22	B	158800	معتدل	سه فاز			
	*	*	*	TB-	روتاری	R22	B	160900	معتدل و حاره ای	تکفاز			
	*	*	*	TB-	روتاری	R22	B	412000	معتدل و حاره ای	سه فاز			

٦-۲-۳: لیست قیمت و مشخصات اسپلیت‌ها:

در جدول ۳-۶ مشخصات و قیمت برخی اسپلیت‌های موجود در ایران آورده شده است.

جدول۳-٦: مشخصات و قیمت برخی اسپلیت‌های موجود در ایران

نوع	اسپلیت																							
برند	اکس (AUX)												اجنرال (Ogeneral)											
ظرفی	9000	30000	12000	24000									24000	12000	18000	30000								
سرما	*	*	*	*									*	*	*	*								
گرمای	*	*	*	*									*	*	*	*								
اینورتر															*									
مدل	ZT109A4/Q	ZT130A4/Q	ZT112A4/Q	ZT12444/Q									ASGA24UN	ASGA12UN	ASGS18LF	ASGC30RW								
نوع	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری									روتاری	روتاری	روتاری	اسکرال								
مبرد													R410a	R410a	R410a	R22								
Grad																B								
قیمت	92190	206700	103600	156980									212000	148400	265000	413400								
آب و																								
تکفاز/																								
برند																								
تاریخ	99/8/19																							
سایت	damatqihiz.																							

	تی سی ال											
		تهویه										

کولر گازی																			
سام																			
32000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H36SAR3	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری
R22		*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*
383000	*190800*	*137600*	*172640*	*127200*	*190800*	*137800*	*208000*	*260500*	*148400*	*190800*	*103770*								
خاره ای																			
تکفاز																			

	اسپلیت										
	مانسو پلاس										
32000	*25000*	*25000*	*19000*	*32000*	*10000*	*13000*	*19000*	*13000*			
*	*	*	*	*	*	*	*	*			
	*	*	*	*	*	*	*	*			
		*									
C36SP3	*RX25HW/F*	*RH2SINVW*	*RX19RHW/*	*RX32RHW/*	*RX10HW/F*	*RX13RHW/*	*RX19HW/F*	*RX13HW/F*			
پستونی	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری			
R22	*R410a*	*R410a*	*R22*	*R22*	*R410a*	*R22*	*R410a*	*R410a*			
	A	*A*	*A*	*A*							
383000	*127920*	*168500*	*105040*	*174900*	*72800*	*74880*	*106080*	*75920*			
حاره ای											
تکفاز											

پنجره ای											
کلون (Kelon)	*میدیا (Midea)*										
7000	*18000*	*13000*	*19000*	*13000*	*10000*	*13000*	*19000*	*13000*			
*	*	*	*	*	*	*	*	*			
	*	*	*	*	*	*	*	*			
		*									
7000	*Mission-*	*RX13HW/F*	*RX19HW/F*	*RX13RHW/*	*RX10HW/F*	*RX32RHW/*	*RX19RHW/*	*RH2SINVW*	*RX25HW/F*		
روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری		
R22	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R22*	*R410a*	*R22*	*R22*	*R410a*	*R410a*		
									A		
50000	*185500*	*75920*	*106080*	*74880*	*72800*	*174900*	*105040*	*168500*	*127920*		
مستقل و حاره ای											
تکفاز											

	اسپلیت												
	گری (*Gree*)		ایران رادیاتور		بوش (*Bosch*)								
9000	*12000*	*18000*	*12000*	*24000*	*18000*	*36000*	*18000*	*30000*	*9000*	*24000*	*9000*	*12000*	*18000*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						*	*	*	*	*	*	*	*
9000	*S4'MATIC-*	*S4'MATIC-*	*IAC-*	*IAC-*	*IAC-*	*B1ZMI3610*	*B1ZMI1810*	*B1ZMI3010*	*B1ZMI0910*	*B1ZMI2410*	*55000*	*137800*	*185500*
روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	اسکرال	روتاری	اسکرال	روتاری	روتاری	معتدل و حاره ای	*B*	*B*
R22	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*55000*	*137800*	*185500*
	B	*B*			*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*55000*	*137800*	*185500*
					291000	*159080*	*208550*	*133860*	*186240*				
					معتدل و حاره ای	معتدل و حاره ای	معتدل و حاره ای	معتدل و حاره ای	معتدل و حاره ای				
					کوپلند	*GMCC*	کوپلند	*GMCC*	*GMCC*				

اسپلیت		کولر گازی																	
هایسنس																			
HiH-24TG	*HiH-30VQ*	*BTFS-UN-*	*BTFS-UN-*	سری سوپر مدل	*BTS-UNF-*	اینچیما مدل ۹۰۰۰	*BTS-UNF-*	*9000*	*24000*	*48000*	*30000*	*60000*	*36000*	*30000*	*24000*	*9000*	*24000*	*9000*	*24000*
روتاری	روتاری	اسکرال	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*	*R410a*
211970	*360400*	*392900*	*462300*	*265000*	*89600*	*93100*	*163620*	*180200*	*170100*	حازه ای									

اسپلیت		کولر گازی		اسپلیت		کولر گازی		اسپلیت کانتی				
HRH-12TQ	HFH-55FM	HRH-18TQ	HRH-30TQ	HFH-36FM	HFH-45FM	HiH-18TG	HiH-12TG	HIC-36	HIC-60	HiH-09TG		
روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری		
R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a		
90530	496000	121700	233200	318000	338000	169600	153700	440000	635980	137800		
	مختل و جاره ای			مختل و جاره ای	مختل و جاره ای				گرمسیری و سه فاز			
12000	55000	18000	30000	36000	45000	18000	12000	36000	60000	9000		
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

		9000	*12000*	*18000*	*24000*														
		*	*	*	*														
		*	*	*	*														
		H09P1T1/R	*H12P1T1/R*	*H18P1T1/R*	*H24P1T1/R*	*H30P1T1/R*	*H24P1T1A*	*H09P1T1A*	*H12P1T1A*	*H18P1T1A*	*HRH-09TQ*	*HRH-24TQ*							
											روتاری	روتاری							
											R410a	*R410a*							
		102960	*121680*	*152880*	*195000*	*243360*	*224640*	*121680*	*143520*	*182500*	*82730*	*144500*							

											کولر گازی	کولر گازی
دایکین											کولر گازی پرتابل	کولر گازی
											اجنرال	کولر گازی

	توشیبا													
	10000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	RAS-10S3-	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری
	R410a	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*	*A+*
	103000	*77660*	*57700*	*85500*	*57000*	*47000*	*162000*	*70900*	*115500*	*55300*	*80510*	*A++*	*R410*	*FTXG25*
		GNR-28K-	*GNR-18K-*	*GNR-*	*GNR-*	*GNR-*	*FTXB60C*	*FTY25JX1/*	*FTXB25C*	*FTY5JXV1*	*9000*	*12000*	*24000*	*9000*
		روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری	روتاری
		R410	*R410*	*R410*	*R410*	*R410*	*R410*	*R410*	*R22*	*R22*	*R410*	*A+*	*B*	*B*
		28000	*18000*	*32000*	*18000*	*14000*	*24000*	*9000*	*24000*	*12000*	*9000*	*A++*	*A++*	*A++*
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	تک فاز	تک فاز	تک فاز
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	معتدل	معتدل	معتدل
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
						جنرال								

		32000	*	*		*RAS-*	روتاری	*R410a*	*A*	*177000*	معتدل			
		22000	*	*	*	*RAS-*	روتاری	*R410a*		*168000*	معتدل			
کولر گازی پرتابل	هیوندای	*12000*				*HACP-*	روتاری	*R410a*		*62000*				

۷-۲-۳: لیست قیمت دلاری و مشخصات اسپلیت‌های خارجی:

در جدول ۳-۷ لیست تعدادی از اسپلیتهای موجود در خارج از کشور با مشخصات و قیمت دلاری آن نشان داده شده است [13].

جدول۳-۷: لیست تعدادی از اسپلیتهای موجود در خارج از کشور

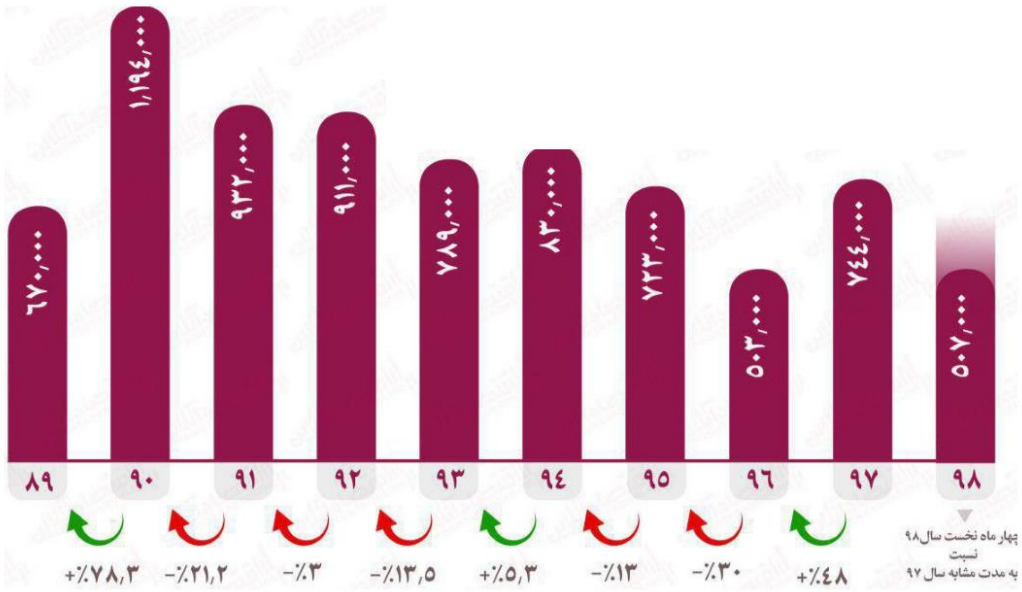
برند	مشخصات	قیمت (*USD*)
Frigidaire	*Portable Air Conditioner with Remote Control for Rooms up to 350-sq. ft.*	*340*
	10,000 BTU Window-Mounted Room Air Conditioner	*310*
	Gallery Energy Star 10,000 BTU 115V Cool Connect Smart Window Air Conditioner with Wi-Fi Control, White	*357*
	Gallery Energy Star 12,000 BTU 115V Cool Connect Smart Window Air Conditioner with Wi-Fi Control, White	*449*
	18,000 BTU 230V Window-Mounted Room Air Conditioner	*600*
	Cool Connect 115V 8,000 BTU Window Air Conditioner	*281*
	8,000 BTU Window-Mounted Room Air Conditioner with Supplemental Heat	*483*
	Energy Star 8,000 BTU 115V Window-Mounted Mini-Compact Air Conditioner with Full-Function Remote Control	*334*
	11,000 BTU 115V Compact Slide-Out Chasis Air Conditioner/Heat Pump with Remote Control	*668*
	FGRC1244T1 Window Air Conditioner	*628*

407	*Gallery 10,000 BTU Cool Connect Smart Window Air Conditioner with Wi-Fi Control, White*	
449	*8000 BTU 115V Through-the-Wall Air Conditioner with Remote Control*	LG
740	*22,000 BTU 230V Dual Inverter Window Air Conditioner with Wi-Fi Control*	
400	*Energy Star 10,000 BTU 115V Window-Mounted Air Conditioner with Wi-Fi Control*	
279	*8,000 BTU 115V Window-Mounted Air Conditioner with Remote Control*	
450	*12,000 BTU 115V Window-Mounted Air Conditioner with Remote Control*	
239	*6,000 BTU Window Air Conditioner with Remote*	
557	*15,000 BTU 115V Window-Mounted Air Conditioner with Remote Control*	
174	*5,000 BTU Window Air Conditioner with Manual Controls*	
570	*11,800 BTU 115V Through-the-Wall Air Conditioner with Remote Control*	
499	*7,500 BTU 115V Window-Mounted Air Conditioner with 3,850 BTU Supplemental Heat Function*	
549	*9,800 BTU 115V Through-the-Wall Air Conditioner with Remote Control*	
742	*11,200 BTU 230V Through-the-Wall Air Conditioner with 11,200 BTU Supplemental Heat Function*	
700	*115V Dual Inverter Portable Air Conditioner with Wi-Fi Control in White for Rooms up to 500 Sq. Ft.*	
670	*10,000 BTU 230V Through-the-Wall Air Conditioner with 11,200 BTU Supplemental Heat Function*	
1582	*AJEQ12DCH Through-the-Wall Air Conditioner, 208/230V AC, Cool/Heat, 12,000 BtuH*	GE
166	*5000 BTU 115-Volt Room Air Conditioner with Remote for Rooms up to 150 sq ft, White, AHW05LZ*	
187	*AHV05LZ Window Air Conditioner with 5050 BTU Cooling Capacity, 115 Volts in White*	

152 4	ZONELINE COOLING AND ELECTRIC HEAT UNIT, 11800 BTU, 230/208 VOLT	
620	12,000 BTU (6500 BTU DOE) Air Portable Conditioner with Dual hose	Honey wel
736	14,000 BTU (7500 BTU DOE) Portable Air Conditioner with Dual Hose	

۳-۳: بررسی بازار کولر آبی

بررسی آمار تولید در کشور نشان می‌دهد که طی سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸ حدود ۱۱ میلیون کولر آبی تولید شده است. طبق آمار منتشر شده وزارت صمت، نگاهی به روند تولید کولر آبی در یک دوره ۹ ساله نشان می‌دهد، تولید یک میلیون و ۹۴۰ هزار دستگاه کولر آبی در سال ۹۱ و افزایش ۷۸ درصدی آن نسبت به سال۹۰، اوج تولید این کالا بوده است مرجع. بر این اساس، بیشترین میزان افت تولید این محصول نیز مربوط به سال ۹۶ به میزان ۵۰۳ هزار دستگاه کولر آبی بوده که نسبت به سال ۹۵ کاهش۳۰ درصدی داشته‌است. به‌رغم همه مشکلات مربوط به تولید در سال ۹۸، میزان تولید کولر آبی در چهار ماه نخست سال ۹۸ در مقایسه با مدت مشابه سال گذشته رشد ۸.۵ درصدی داشته است.



شکل ۳-۱: تولید کولر آبی در کشور در سالهای مختلف

لیست قیمت و مشخصات کولرهای آبی در جدول ۳-۸ آورده شده است.

جدول۳-۸: قیمت و مشخصات کولرهای آبی

برند	ظرفیت (متر مربع)	hp	مدل	قیمت (هزار ریال)	m^3/hr	سایر	تاریخ	سایت
انرژی	20-30	1/8	EC0280	16630	1300	سلولزی بغل زن	99/8/19	damatajhiz.com
	85-120	3/4	VC0600	57400		سلولزی بالا زن		
	250-300	۵/۵	EC1800	250700		سلولزی صنعتی		
	170-220	2	EC1100	97100		سلولزی صنعتی		
	70-110	1/2	EC0550	52880				
	130-150	3/4	EC0700e	51400				
	130-150	3/4	EC0700	59800				
جنرال	180-230	۱/۵	13000	195000		صنعتی-موتور الکتروژن		
آبسال			AC58	24300		بالکنی	1399/08/21	tasisat.ir
			ACDC39	32200				
			AC70	32000				
			ACDC60	40500				
			AC32	11500				
			ACCP76	40700		نانوسلولزی		
			AC/DC80	58900	4300 CFM	نانوسلولزی		
			AC26	12400		پرتابل		
سپهر			SE280	10500		پرتابل		

		SE500	*21200*		پرتابل			
		SE700-B	*27800*		پرتابل			
		SE700-C	*34000*		سلولزی			
		SE400-UD	*18700*		بالکنی			
نیرو تهویه البرز		*18000*	*90000*	*18000*	روبرو زن –سلولزی پلیمری			
		18000	*93000*	*18000*	پایین زن –سلولزی پلیمری			
		18000	*89500*	*18000*	بالا زن			
		15000	*78000*	*15000*	روبرو زن			
		15000	*78500*	*15000*	پایین زن			
		15000	*79500*	*15000*	بالا زن			

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این فصل آمار واردات و ساخت داخل تجهیزات اصلی سیستمهای سرمایشی –که شامل کولر آبی و کولر گازی می‌شود– بررسی گردید. متاسفانه در بسیاری موارد به دلیل ضعف پایگاه داده‌های موجود در ارایه آمار دقیق واردات تحلیل نتایج با پیچیدگی و عدم دقت زیاد مواجه می‌گردد. قیمتهای دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف سرمایشی اعم از ساخت داخل و وارداتی استعلام و ارایه گردید. همچنین قیمت تجهیزات خارجی سرمایشی موجود در بازارهای بین‌المللی نیز بیان گردید.

فصل چهارم
بررسی و تحلیل قابلیت‌های پژوهشگاه

٤-١: مقدمه

افزایش تقاضای انرژی الکتریکی برای تامین سرمایش مورد نیاز ساختمان‌ها تنها در طی چند ماه گرم سال و کاهش همزمان توان خروجی از واحدهای نیروگاهی گازی و سیکل ترکیبی به دلیل کاهش راندمان حجمی کمپرسور توربین‌های گازی سبب بروز مشکلات و تحمیل هزینه‌های فراوانی به صنعت برق کشور و منافع ملی کشور گردیده و لذا برای برون رفت از این وضعیت لازم است راه‌حل‌های مناسب و مستندی همسو با سیاست‌های مدیریت کلان کشور ارائه گردد.

برخلاف بسیاری از کشورهای دنیا، ایران دارای حداقل چهار پهنه آب و هوایی متمایز بوده که طبیعتا هر کدام از آنها دارای ویژگی‌ها و نیازهای سرمایشی و گرمایشی متفاوتی می‌باشند. از طرف دیگر سیستم‌های سرمایشی بسیار متنوعی مشتمل بر تبخیری، تراکمی و جذبی به صورت موضعی و یا مرکزی وجود دارد که هر کدام از آنها مزیت‌ها و محدودیت‌های خاص خود را دارا می‌باشند و لازم است یک برنامه مدون و سیستماتیک برای استفاده آنها در کاربری‌ها و اقلیم‌های مختلف در کشور تدوین و بکار گرفته شود. ورود تکنولوژی‌های جدید به عرصه سیستم‌های سرمایشی نیز می‌تواند چالشی دیگر بشمار آید. هر ساله محصولاتی با عناوین و تکنولوژی‌های مختلفی به بازار کشور وارد می‌شوند که الزاما تمامی آنها برای تمامی شرایط مناسب نیستند. در حقیقت بیشتر، وارد کنندگان تکنولوژی مناسب سرمایشی در کشور را تعیین می‌نمایند که می‌تواند همسو با منافع ملی نباشد. از سوی دیگر بسیاری از تکنولوژی‌های دیگر همانند سیستم‌های سرمایشی خورشیدی و یا هیبریدی، سیستم‌های پمپ حرارتی زمین گرمائی، سیستم‌های ذخیره ساز سرما و ... در طی چند سال اخیر توسعه داده شدند که می‌توانند برای تامین سرمایش در برخی از مناطق آب و هوایی کشور بسیار عملکرد مناسبی داشته و موجب ارتقاء کارایی سیستم‌های سرمایشی خواهند شد. تعریف دماهای آسایش برای کاربری‌ها و مناطق مختلف آب و هوایی کشور، استفاده از پوشش‌های عایق و کمتر جذب کننده تشعشعات خورشیدی در پشت بام و جداره‌های ساختمان، استفاده از ترموستات‌ها و سیستم‌های کنترلی و هوشمند برای سیستم‌های سرمایش مرکزی و ... از جمله راهکارهای غیر فعال مدیریت انرژی در سمت تقاضا می‌باشد که می‌بایستی بر مبنای اصول علمی و شناختی و بصورت سیستماتیک تعریف، به روز رسانی و جهت اجرا فراهم گردند. در نهایت، ارتقاء فرهنگ مصرفی مردم توسط رسانه‌های گروهی، راهکارهای فنی و غیر فنی از ابزارهای موجود جهت سوق دادن مشترکین به سمت مصرف اصولی و منطقی انرژی بوده و طبیعتا سیاستها و برنامه ریزیهای خاصی را با توجه به استانداردهای ملی و جهانی و ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی کشور می‌طلبد. از طرف دیگر اقدامات پراکنده و غیر منسجم علاوه بر اینکه فاقد هر گونه هدف مشخص و کمی بوده، اصولا دارای پشتوانه مالی مناسب و قوانین لازم برای اجرا نبوده و اثرات عمده‌ای را بدنبال نخواهد داشت.

خوشبختانه در حوزه بارهای سرمایشی ساختمانی پژوهشگاه نیرو دارای زیرساخت مناسبی می‌باشد و با دارا بودن مجموعه‌ای از متخصصین در این حوزه قابلیت تعریف پروژه‌های مناسب و مربوط برای دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی، مدیریت تحقیق و

توسعه برای بخش خصوصی، انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه، همکاری با شبکه آزمایشگاهی کشور جهت انجام تستهای عملکردی و برچسب انرژی بر روی کولرهای گازی و کولرهای آبی، و تدوین نقشه‌راه و اسناد راهبردی و آیین نامه‌های مربوط به مدیریت بارهای سرمایشی می‌باشد. در ادامه به زیرساخت‌های موجود در پژوهشگاه در بخش بارهای سرمایشی ساختمانی پرداخته خواهد شد.

٤-۲: مرکز توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی

ماموریت‌های این مرکز شامل تحقیق، توسعه و تجاری‌سازی سیستم‌های سرمایشی نوین، توسعه و ارتقای آزمایشگاه‌ها ، استانداردها و نرم‌افزارهای مرتبط با سیستم‌های سرمایشی و مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روش‌های مدیریت بارهای سرمایشی می‌باشد.

با توجه به اینکه سند مدیریت بارهای سرمایشی، هدف توسعه فناوری در خصوص تجهیزات سرمایشی را دارد و این موضوع ارتباط مستقیمی با صنایع فعال در حوزه HVAC دارد و از همان ابتدا مرکز ارتباط با صنایع مختلف را آغاز نموده است که عمده فعالیت‌ها به شرح ذیل است:

- حضور غرفه مرکز مدیریت بارهای سرمایشی در سال‌های ۹۶،۹۵و ۹۷ در نمایشگاه بین‌المللی تأسیسات و برگزاری نشست‌های تخصصی با شرکت‌های فعال در این صنعت به منظور ایجاد همکاری‌های مشترک
- برگزاری جلسات هم‌اندیشی با صنایع مرتبط با کولر آبی در خصوص بهینه سازی این تجهیز و ساخت کولرهای آبی غیر مستقیم
- برگزاری جلسات با صادرکنندگان و واردکنندگان تجهیزات سرمایش تراکمی
- جلسه با شرکت‌های دارای آزمایشگاه تجهیزات تهویه مطبوع به منظور راه‌اندازی شبکه آزمایشگاهی در این زمینه
- برگزاری نشست‌های تخصصی برای مهندسین صنایع به منظور آشنایی با سیستم‌های مدرن توسط مدرسین زبده داخلی و خارجی
- ارائه طرح‌های مشترک به وزارت نیرو در خصوص کاهش بار پیک با همکاری صنایع مرتبط با ممیزی انرژی
- عقد تفاهم‌نامه همکاری با صنایع و انجمن‌های وابسته:
  - انجمن تولیدکنندگان و واردکنندگان تهویه مطبوع

- شرکت کار و روش صبا (نماینده کرل)
- انجمن تهویه مطبوع

در حال حاضر این مرکز آماده دریافت طرح‌ها و پیشنهادات فناورانه از طرف صنایع برای معرفی به مراجع حمایت‌کننده و همچنین انجام پروژه‌های مشترک تحقیق و توسعه در جهت بهبود عملکرد سیستم‌های HVAC است. بر همین اساس اولویت‌های تحقیقاتی مورد حمایت طرح عبارتند از:

-اقدامات فنی

- طراحی، توسعه و تجاری سازی سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع پر بازده
- طراحی، توسعه و تجاری سازی سیستم‌های کنترلی تهویه مطبوع
- تهیه دستور العمل‌ها و نرم افزارهای مرتبط با سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع
- طرح پشتیبانی و عملیاتی نمودن شرکت خدمات انرژی در حوزه تخصصی سیستم سرمایشی

-اقدامات غیر فنی

- تدوین، ارتقا و بروزرسانی استانداردها و معیارهای مصرف انرژی و دستور العمل‌های اجرایی
- انعقاد تفاهم نامه‌ها با دستگاه‌های اجرایی و انجام تبلیغات از طریق رسانه‌ها
- انجام مطالعات فنی و اقتصادی عرضه و تقاضای سیستم‌های سرمایشی و اعطای تسهیلات

سیاست‌ها و اقدامات مرکز مدیریت بارهای سرمایشی در چارچوب زیر مطرح شده است:

-بخش توسعه و انتشار دانش

- دعوت از محققین برجسته خارجی آگاه در زمینه فناوری‌های اولویت‌دار به منظور برگزاری دوره‌های آموزشی در داخل کشور
- حمایت از تجهیز آزمایشگاه‌های موجود و ایجاد مراکز آزمایشگاهی برای تحقیق و پژوهش در حوزه فناوری‌های اولویت دار

- ایجاد رشته‌های دانشگاهی متناسب با نیاز روزآمد حوزه فناوری‌های پربازده بخش ساختمان
- برگزاری جلسات منظم بین اساتید دانشگاه و بخش صنعت و فعال‌تر شدن دفاتر ارتباط با صنعت
- اعلام نیاز واحدهای صنعتی به دانشگاه‌ها و حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با توسعه فناوری‌های پربازده بخش ساختمان
- برگزاری بازدیدهای علمی از کارخانجات و شرکت‌های معتبر صنعتی برای اساتید و دانشجویان
- هدایت و حمایت‌های مادی و معنوی از تحقیقات و نوآوری‌های فناوری‌های پربازده بخش ساختمان
- اعطای تسهیلات به وارد کنندگان و شرکت‌های خارجی
- سنجش دقیق شرکت‌ها از لحاظ کیفیت محصولات تولیدی
- ایجاد شرایط مناسب برای اعطای فرصت‌های مطالعاتی به محققین به منظور کسب دانش فناوری مورد نظر
- مصاحبه با خبرگان و صنعت‌گران آشنا با فناوری‌های اولویت دار و بررسی امکان‌سنجی این فناوری‌ها
- وضع قوانین به منظور ملزم کردن شرکت‌های خارجی به آموزش کارگران در صورت ورود محصول به کشور
- انجام مطالعات راهبردی موردنیاز درخصوص فناوری های پربازده بخش ساختمان
- ملزم کردن دولت به حمایت از فرآیند مهندسی معکوس و تنظیم قوانین و دستورالعمل‌های مناسب جهت حمایت از تولیدکنندگان
- برگزاری جلسات منظم با حضور کلیه نهادهای مسئول در زمینه توسعه فناوری

-تامین منابع

- کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها از طریق اعطای تسهیلات بلندمدت کم‌بهره
- اعطای تسهیلات و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در اجرای طرح‌های جدید
- بازنگری نقش بانک مرکزی در نظام پولی کشور
- تجدید نظر در تعرفه‌های گمرکی

- تخصیص بودجه مشخص برای صرفه جویی در انرژی
- تحریک ایجاد زیرساخت‌های دانشی در حوزه‌های فناوری‌های اولویت دار
- ایجاد سازمان‌های مالی و اعتباری و پرداخت تسهیلات
- بررسی و بازنگری قوانین مالیاتی و اعطای معافیت و تسهیلات مالیاتی به استفاده‌کنندگان از فناوری‌های اولویت-دار
- تدوین برنامه‌ریزی استراتژیک و نقشه راه اجرایی توسعه فناوری‌ها با همکاری سازمان‌های مرتبط
- تربیت و جذب نیروی انسانی متخصص موردنیاز
- برگزاری جلسات منظم میان متخصصان وذی‌ربطان از حوزه‌های قانونگذاری- اجرا- ارزیابی و ایجاد هماهنگی بین اصناف و قانون‌گزاران و مجریان

-جهت‌دهی به سیستم

- نظارت دقیق و منظم سازمان استاندارد بر کار آزمایشگاه‌های مرجع
- تدوین نظام ممیزی، ارزیابی، تراز یابی
- تدوین نظام تشویقی و تنبیهی مناسب برای کارکنان
- تدوین نظام ممیزی، ارزیابی، ترازیابی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
- ایجاد ساز و کارهای مختلف انگیزشی-حمایتی از بنگاه‌های تولیدکننده دانش و فناوری‌های اولویت‌دار حوزه فناوری‌های پربازده بخش ساختمان

-کارافرینی

- برگزاری جلسات با خبرگان و به کارگیری نیرو های متخصص حوزه فناوری‌های پربازده بخش ساختمان و استفاده از تجربیات آنان
- اعطای تسهیلات و در نظر گرفتن رده‌های مالیاتی مناسب برای ورود شرکت‌های نوپا و سرمایه گذار

- حذف قوانین بی مورد و دست و پا گیر
- محدود کردن واردات محصولات خارجی و سخت‌گیری اداره گمرک و بازرسی بر کیفیت محصولات خارجی
- نظارت دقیق بر کیفیت کالاهای ورودی و در نظر گرفتن جریمه در صورت پایین بودن کیفیت محصول
- بررسی دقیق تکنولوژی قبل از خرید در کارگروه‌های متشکل از خبرگان این حوزه
- ساماندهی تولیدکنندگان محصولات توسط وزارت صنایع و عدم اعطای مجوز بی‌رویه

-مشروعیت بخشی

- تهیه برنامه‌های فرهنگی و آگاه‌سازی و ترویج و اطلاع رسانی عمومی در خصوص منافع استفاده از فناوری‌های پر بازده
- ملزم کردن صدا و سیما به تهیه برنامه درباره فناوری‌های پر بازده و افزایش آگاهی اجتماعی مردم
- تهیه برنامه جامع آموزش و آگاه‌سازی (سیاستگذاران، دانشگاهیان، صنعت‌کاران، بخش خصوصی (سرمایه‌گذاران)، عموم مصرف‌کنندگان)

٤-٣: گروه مدیریت انرژی

گروه مدیریت انرژی به منظور انجام فعالیت‌های تحقیقاتی و مشاوره‌ای در زمینه تدوین برنامه‌های صرفه‌جویی انرژی، توسعه فناوری تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و سیستم‌های تبدیل انرژی غیرمتمرکز، طراحی و توسعه نرم‌افزارهای مدیریت انرژی، بهبود بهره وری انرژی، پاسخ بار و مدیریت بار الکتریکی در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی کشور با هدف کاهش هدر روی انرژی با بهره‌گیری از تخصص‌های مهندسی برق، مکانیک، کامپیوتر، سیستم‌های انرژی و اقتصاد انرژی در چارچوب پژوهشکده انرژی و محیط زیست تشکیل گردیده است.

محورهای پژوهشی گروه مشتمل بر:

- توسعه فناوری تجهیزات مصرف‌کننده انرژی
- توسعه فناوری سیستم‌های تبدیل انرژی
- توسعه فناوری تجهیزات مصرف‌کننده انرژی

- مدیریت سمت تقاضای انرژی در بخش‌های اقتصادی و اجتماعی
- توسعه فناوری تجهیزات مصرف‌کننده انرژی
- مدیریت بار الکتریکی
- تدوین استانداردهای مصرف و برچسب انرژی در تجهیزات
- تدوین معیارهای مصرف انرژی در فرآیند های صنعتی
- تدوین استاندارد مصرف و برچسب انرژی در ساختمان‌ها و با توجه به ساختمان شمالی Zero Energy Building
- طراحی و تهیه نرم‌افزارهای کاربردی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی
- طراحی و تهیه نرم‌افزارهای کاربردی برای تحلیل های فنی و اقتصادی و اجرای استانداردها و معیارهای مصرف انرژی
- پاسخ بار
- ممیزی انرژی در ساختمان و صنایع (ساخت و تولید ، نفت و گاز، نیروگاه‌ها)
- بازیافت انرژی و تبدیل آن به انرژی‌های مفید
- تدوین ساز و کارهای سیستم‌های نوین مدیریت انرژی
- تدوین برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مدیریت انرژی
- تحلیل‌های فنی و اقتصادی بکارگیری تجهیزات و سیستم‌های نوین مدیریت انرژی
- طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه‌های عملکردی و برچسب انرژی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی

٤-٤: آزمایشگاه‌ها

آزمایشگاه‌های ملی در کشورهای توسعه‌یافته، نیروی محرکه بسیاری از نوآوری‌های علمی و فناوری هستند. در اصل آزمایشگاه‌های ملی، مولدهای نوآوری بوده که در بخش تحقیق و توسعه در زمینه‌های مختلف تحقیقات علمی و مهندسی، محرک پیشرفت‌های فناورانه و گسترش وسیع مرزهای جدید دانش هستند. آزمایشگاه‌های ملی، عهده‌دار مسئولیت و پشتیبانی از پروژه‌های پژوهشی بوده که منجر به کشف فناوری‌های مورد نیاز بشر شده‌اند.

پژوهشگاه نیرو در راستای انجام مأموریت‌های محوله در صنعت برق و انرژی کشور اقدام به استقرار نظام ارائه خدمات آزمایشگاهی در قالب طرح «آزمایشگاه‌های ملی صنعت برق و انرژی» نموده است. بر همین اساس پژوهشگاه از کلیه محققان و پژوهشگران سراسر کشور که موضوع تحقیق آنها در حوزه صنعت برق و انرژی است در قالب گروه‌های مخاطب نظیر

اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی، پژوهشگران پسادکتری و شرکت‌های دانش‌بنیان و رویدادهای علمی و کارآفرینی از جمله استارت‌آپ‌ها برای دریافت خدمات آزمایشگاهی از آزمایشگاه‌های منتخب پژوهشگاه نیرو حمایت می‌نماید. این حمایت‌ها در قالب پشتیبانی‌های مختلف در نظر گرفته شده است که توسط پژوهشگاه نیرو و صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی برای هر گروه مخاطب مورد ارزیابی، سطح‌بندی و اجرا می‌شود.

یکی از راه‌های اساسی حمایت از تحقیقات کاربردی و تجاری‌سازی نتایج آن، وجود این چنین آزمایشگاه‌هایی است که نسبت به انجام آزمون‌های مختلف بر طبق استانداردهای ملی و بین‌المللی در هر کشور فعالیت می‌نمایند. وجود این آزمایشگاه‌ها با دارا بودن امکانات مناسب برای انجام آزمون‌های مختلف و ارائه نتایج آزمایشگاهی مورد تایید، نقطه ورود پژوهشگران و تولیدکنندگان تجهیزات صنایع مختلف برای قرار داشتن در مسیر درست تولید و تجاری‌سازی نتایج آن شده و این موضوع سبب انعکاس نقاط قوت و ضعف محصولات به محققان و سازندگان جهت بهبود کیفیت این محصولات می‌گردد. استفاده از آزمایشگاه‌ها در انجام پروژه‌های پژوهشی، پروژه‌های مطالعاتی و پروژه‌های ساخت محصولات، سبب افزایش اعتماد در اطلاعات ارائه شده برای تحلیل و تصمیم‌گیری محققان خواهد شد.

تجاری‌سازی نتایج تحقیقات اعم از محصولات (شامل کالا و خدمات)، ضروری‌ترین حلقه فرآیند تحقیقات در کشور است. مروری بر تجربه‌های کشورهای توسعه‌یافته در این خصوص حاکی از آن است که چگونگی استفاده از نتایج پژوهش‌ها از دیرباز در این کشورها مطرح بوده است. بررسی روند پیشرفت کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که این کشورها در خصوص روند تجاری‌سازی تحقیقات و آماده‌سازی زمینه‌های لازم برای این موضوع بسیار فعالانه برخورد می‌کنند. با مطالعه و آگاهی از نحوه ارتباط بسیار قوی صنعت با مراکز تحقیقاتی در این کشورها و حمایت از توسعه زیرساخت‌های لازم نظیر آزمایشگاه‌های ملی، می‌توان مهم‌ترین دلایل پیشرفت‌های صنعتی در این کشورها و نفوذ آنها در بازارهای جهانی را مشاهده نمود.

اهداف آزمایشگاه‌های ملی صنعت برق و انرژی:

- پشتیبانی از بدنه تحقیق و پژوهش در صنعت برق و انرژی
- استفاده حداکثری و بهینه از آزمایشگاه‌ها و افزایش بهره‌برداری از منابع و ظرفیت‌های علمی (شامل سخت‌افزاری و نرم‌افزاری)
- نهادینه کردن فرهنگ به اشتراک‌گذاری منابع و توانمندی‌های علمی و آزمایشگاهی (شامل سخت‌افزاری و نرم‌افزاری)
- مشارکت استادان، پژوهشگران و صاحبنظران در پروژه‌های تحقیقاتی مشترک
- ارائهٔ خدمات مطلوب‌تر به پژوهشگران (اعم از دولتی و خصوصی)
- ایجاد ارتباط مستحکم‌تر بین مراکز علمی و دانشگاهی، صنعتی و تولیدی و مراکز دولتی

۱-٤-٤: مرکز آبانیرو

صنعت برق ایران با عبور از مرز ۸۲ هزار مگاوات ظرفیت منصوبه نیروگاهی توانسته است به‌لحاظ ظرفیت نصب شده تولید برق، در جایگاه نهم جهان قرار گیرد که علاوه بر تأمین نیاز مشترکین داخلی، قادر به صادرات برون مرزی نیز می‌باشد. از طرفی پیامدهای اجتماعی، فرهنگی و سیاسی در منطقه و جهان با توجه به موقعیت بین‌المللی ایران و تعدد مشترکین، مستلزم توجه بیش از پیش به تأمین کیفیت کالا و خدمات در حوزه صنعت برق و انرژی در تراز بین‌المللی است. بدون شک سرمایه‌گذاری برای ارتقاء کیفیت محصولات و کالاهای تولیدی برای پاسخگویی به نیاز مصرف‌کنندگان داخلی و دستیابی به بازارهای جهانی و افزایش رقابت‌پذیری مهم‌ترین اصل در توسعه اقتصادی کشورها است. از سوی دیگر استاندارد و استانداردسازی از پایه‌های علم و فناوری است که در پیشرفت صنعت و اقتصاد نقش به‌سزایی دارد و باید در جهت افزایش سطح کیفیت محصولات تلاش کرد تا به فناوری پیشرفته تولید هر محصول دست یافت.

تضمین کیفیت مورد نیاز در صنعت برق و در تراز جهانی تأثیر غیر قابل انکاری را در موارد زیر دارد:

- قابلیت اطمینان و پایداری در تأمین برق مورد نیاز
- افزایش بهره وری از طریق ارتقاء کیفی کالاها، تجهیزات و تأسیسات
- مطلوب و اقتصادی نمودن تأمین برق
- پوشش‌دهی ملاحظات زیست‌محیطی

نظر به اهمیت موضوع، در اسناد بالادستی از جمله نظام‌نامه مدیریت و راهبری پژوهش و فناوری وزارت نیرو، توسعه و ترویج استاندارد، تأمین خدمات آزمایشگاهی و پایش و نظارت بر رعایت استانداردها و حفظ کیفیت در کلاس جهانی از وظایف پژوهشگاه نیرو قلمداد شده است. همچنین در راستای تحقق چشم‌انداز پژوهشگاه نیرو به عنوان مؤسسه‌ای دانش‌بنیان با اعتبار جهانی و پیشرو در نوآوری‌های صنعت برق و انرژی، سازمان‌دهی نهاد متولی آزمون، بازرسی و استاندارد نیرو، توسط هیأت امناء بر پژوهشگاه نیرو تکلیف شده است. در همین راستا مرکز آزمون، بازرسی و استاندارد نیرو (آبا نیرو) در پژوهشگاه نیرو تأسیس و شروع به فعالیت نموده است. از اصلی‌ترین مزایای تشکیل این مرکز تحقق اهدافی نظیر ایجاد وحدت رویه و انسجام‌بخشی در فرآیندهای کنترل کیفیت در صنعت برق و انرژی، سیاست‌گذاری‌های متمرکز و توسعه توانمندی‌های ساخت داخل، ارتقاء کیفی کالاها به‌ویژه محصولات داخلی و توسعه بازارهای هدف اعم از بین‌المللی، منطقه‌ای و داخلی، یکپارچگی و قابلیت اعتماد اطلاعات در خصوص اقلام، کالاها، تجهیزات و تأمین کنترل کیفیت در صنعت برق و انرژی است.

پوشش‌دهی استانداردهای مورد نیاز برای تضمین کیفیت در صنعت برق و انرژی، انجام آزمون‌ها منطبق با استانداردهای مذکور و بازرسی و نظارت بر انجام استانداردها، سه حوزه اصلی از ساختار مورد نیاز در این عرصه را تبیین می نمایند که می‌بایست در هماهنگی، انسجام و تعامل مؤثر با یکدیگر تحقق اهداف کلان ذیل را دنبال نمایند:

- تدوین و ارائه سیاست‌های کلان تضمین کیفیت در صنعت برق و انرژی
- سیاست‌گذاری جامع و متمرکز در انطباق با برنامه‌های رشد و توسعه ملی و با تکیه بر ظرفیت‌ها و توانمندی‌های داخلی و فرصت‌های خارجی
- تشکیل شوراهای تخصصی ارزیابی صلاحیت تأمین‌کنندگان کالاها و انطباق محصولات با استاندارد در هر یک از حوزه‌های تخصصی تولید، انتقال، توزیع و انرژی‌های تجدیدپذیر
- تعیین و مدیریت ساختار، نظام و فرآیندهای آزمون، بازرسی و استانداردهای صنعت برق و انرژی
- ایجاد وحدت رویه، انسجام‌بخشی و یکپارچگی در فرآیندهای کنترل و تضمین کیفیت در صنعت برق و انرژی
- ارتقاء کیفی کالاها و خدمات در تراز بین‌المللی
- طراحی و پیاده‌سازی سیستم و سامانه‌های یکپارچه مدیریت دانش و اطلاعات شبکه آزمایشگاه‌های دارای صلاحیت، بازرسین مستقل واجد صلاحیت، بانک اطلاعاتی استانداردها، کالاها و تجهیزات استاندارد و آمار و اطلاعات با قابلیت اعتماد
- توسعه ارتباطات بین‌المللی در شبکه آزمایشگاه‌های دارای صلاحیت، بازرسی و نظارت در تراز جهانی و مشارکت در تدوین استانداردهای بین‌المللی
- مدیریت هماهنگی و هم‌افزایی فعالیت‌های بخش‌های مختلف صنعت، مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها در هر یک از حوزه‌های آزمون، بازرسی و استاندارد

۲-٤-٤: آزمایشگاه‌های تخصصی موجود در کشور در حوزه کولرهای آبی و کولرهای گازی

در سطح کشور چندین آزمایشگاه در حوزه تست کولرهای آبی و کولرهای گازی وجود دارد که قابلیت همکاری با پژوهشگاه نیرو را در حوزه تست عملکردی این تجهیزات دارا می‌باشند. هم‌اکنون نیز گروه مدیریت انرژی با برخی از این واحدها در ارتباط می‌باشد. در ادامه به معرفی این آزمایشگاه‌ها پرداخته شده است.

۱-۲-٤-٤: آزمایشگاه کولرهای گازی نیروگستر لیان

مجموعه نیروگستر لیان اقدام به راه‌اندازی بزرگترین و مجهزترین واحد آزمایشگاه ایمنی، عملکرد و رده انرژی کولرهای گازی در جنوب کشور نموده است. این واحد با سرمایه گزاری بیش از ۲۰ میلیارد ریال و با برنامه ریزی ۸ ماهه در مهر ماه سال ۱۳۹۵ افتتاح و راه‌اندازی گردید. این شرکت افتخار دارد که به عنوان آزمایشگاه همکار استاندارد اداره کل استاندارد استان بوشهر و تنها آزمایشگاه کولرهای گازی دارنده گواهینامه ۱۷۰۲۵ از مرکز ملی تایید صلاحیت ایران در زمینه های ذکر شده فعالیت نماید.

آزمایشگاه مرجع کولر گازی اسپیلت به همت مهندس کیوان سیدی نیاکی عضو هیئت علمی پژوهشکده مکانیک سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران برای اولین بار در کشور تاسیس شده‌است. آزمایشگاه مرجع کولر گازی اسپیلت در راستای کاهش مصرف انرژی در کشور و با هدف بررسی مصرف انرژی کولرهای گازی وارداتی به کشور در محل گمرک بندر شهید رجائی بندرعباس و با سرمایه‌گذاری معاونت برق و انرژی وزارت نیرو طراحی و ساخته شده است.

۲-۲-٤-٤: آزمایشگاه کولر آبی شرکت آبسال

شرکت آبسال در سال ۱۳۳۵ با نام "شرکت لعاب ایران" (سهامی خاص) در شمال شرقی تهران تاسیس گردید و تا سال ۱۳۴۳ با تولید محصولاتی نظیر بشقاب، کاسه، و متریال قوری به فعالیت خود ادامه داد. سپس از سال ۱۳۴۳ با تولید اجاق گاز رومیزی، اجاق گاز فردار، انواع بخاریهای گازسوز و نفت سوز و آبگرمکن گازی به جرگه تولیدکنندگان لوازم خانگی پیوست.

به دنبال رشد کیفی و کمی شرکت و افزایش مداوم سرمایه و تولیدات نام شرکت در سال ۱۳۴۵ به اونیورسال (سهامی خاص) و در سال ۱۳۵۵ به اونیورسال (سهامی عام) و در سال ۱۳۶۲ به آبسال (سهامی عام) تغییر یافت. شرکت آبسال برای دستیابی به اهداف سیاستهای صنعتی و اقتصادی کشور بی وقفه می‌کوشد و در این راستا با همت و تلاش کارگران، کارمندان، متخصصان، مهندسان و مدیرانی کارآمد سایر موسسات را نیز از توانمندیهای تکنولوژی پیشرفته خویش بهره‌مند ساخته و خدمات فنی شایانی را در اختیار سایر صنایع کشور قرار می‌دهد. آزمایشگاه‌های آبسال آزمونهای گوناگون آزمایشگاهی را بر روی محصولات مختلف انجام می‌دهند و آزمایشگاه ماشین لباسشویی این شرکت به عنوان آزمایشگاه همکار موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ارائه خدمات می‌باشد.

۳-۲-٤-٤: آزمایشگاه کولر آبی شرکت لورچ

شرکت تولیدی صنعتی لورچ در سال ۱۳۵۶ به عنوان یکی از تولیدکنندگان لوازم خانگی، با هدف اشتغال‌زایی و کارآفرینی و با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی فعالیت خود را در اصفهان آغاز نمود. این کارخانه با مساحتی بالغ بر ۴۴۹۳۹ متر مربع در

منطقه صنعتی جی در شرق اصفهان احداث گردید. شرکت لورچ همواره با بکارگیری نیروهای متخصص و کارآزموده تلاش نموده محصولاتی با کیفیت تولید نماید.

در حال حاضر حدود ۳۰۰ نفر به صورت مستقیم در مجموعه کارخانجات گروه صنعتی لورچ به فعالیت مشغول هستند. با توجه به وجود تولیدکنندگان داخلی، ایران می‌تواند به عنوان قطب تولیدکننده لوازم خانگی و تاسیسات در خاورمیانه معرفی گردد. گروه صنعتی لورچ به پشتوانه سالها تلاش خود موفق گردیده ضمن کم کردن سهم واردات کالاهای مشابه و جلوگیری از خروج ارز از کشور، نسبت به صادرات محصولات خود به کشورهای مختلف نیز اقدام نماید.

شرکت لورچ در طی سالهای فعالیت خود افتخار کسب گواهینامه های معتبر ملی و بین‌المللی را داشته است از جمله گواهینامه استاندارد ملی انواع رادیاتور پانلی، گواهینامه استاندارد ملی انواع پکیج‌های گازی، گواهینامه استاندارد ملی انواع آبگرمکن، گواهینامه استاندارد ملی انواع کولرهای آبی، گواهینامه استاندارد ملی انواع بخاری گازی، دریافت گواهینامه استاندارد CE اروپا، دریافت گواهینامه IMS در زمینه مدیریت یکپارچه سیستم که شامل ISO ۹۰۰۱ در زمینه مدیریت کیفیت محصولات، ISO 14001 در زمینه استاندارد بین المللی زیست محیطی و کاهش آلاینده ها و BS OHSAS ۱۸۰۰۱ در زمینه استاندارد بین المللی فعالیت های ایمنی و بهداشت کار میباشد. این شرکت مجهز به آزمایشگاه ویژگی و روش آزمون کولرهای آبی می‌باشد.

٤-۲-٤-٤: آزمون کولرهای آبی شرکت پاک تاب آذر

شرکت پاک تاب آذر –دارای آزمایشگاه آکرودیته همکار سازمان ملی استاندارد ایران است– با فعالیت‌هایی هدفگرا، مؤثر و بهره‌مند از خرد جمعی و برخورداری از مدیریت دانش‌محور، جامع‌نگر، کادر مجرب و با دانش فنی بالا و مجرب که از طریق مطالعه، تحقیق، مشاوره، برنامه‌ریزی و آموزش سعی در اجرای وظایف خود به نحو مناسب و کمک به اهداف نظام صنعتی کشور دارد. آزمایشگاه پاک تاب آذر فعالیت خود را از سال ۱۳۹۱ در بخش صنایع فلزی و با راه‌اندازی آزمایشگاه تست آبگرمکن‌های مخزن‌دار گازی و وسایل پخت و پز خانگی با هدف ارائه خدمات آزمایشگاهی در زمینه عملکرد، میزان مصرف انرژی و ایمنی محصول آغاز نموده است. این مجموعه با توسعه و راه‌اندازی بخش‌های ایمنی، عملکرد و مصرف انرژی لوازم خانگی مختلف بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوطه دامنه فعالیت خود را افزایش داده است. این آزمایشگاه عضویت قطعی شبکه آزمایشگاهی فناوری های راهبردی نهاد ریاست جمهوری را داراست. همچنین این آزمایشگاه دارای گواهی تأیید صلاحیت آزمایشگاه همکار از اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی بوده و آماده ارائه خدمات در زمینه‌های آزمون، مشاوره، ساخت دستگاهها و تجهیزات و برگزاری دوره‌های آموزشی به واحدهای تولیدی و سایر متقاضیان محترم می‌باشد.

اهم خدماتی که توسط آزمایشگاه پاک تاب آذر ارائه می‌گردند:

تست عملکرد، ایمنی و تعیین معیار مصرف انرژی انواع محصولات خانگی زیر:

- کولر های آبی (تبخیری) مستقیم بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۷۹۰۷ ، ۴۹۱۱ و ۲-۴۹۱۰
- بخاری گازسوز دودکش دار بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱-۱۲۲۰ و ۲-۱۲۲۰
- آبگرمکن گازسوز مخزن دار بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۲۱۹ و ۲-۱۲۱۹
- آبگرمکن برقی مخزن دار بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۵۶۳ ، ۲-۱۵۶۳، ۲۱-۲-۱۵۶۲ و ۱-۵۶۲
- انواع مختلف وسایل برودتی خانگی (یخچال ، فریزر و یخچال فریزر) بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۳۷۰۰ ، ۱۴۵۷۷ و ۲۴-۲-۱۵۶۲
- رادیاتورهای گرمایشی و لوله ای (حوله خشک کن) بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱-۳۶۰ ، ۲-۳۶۰ ، ۳۶۰-۳ و ۱۴۷۳۵
- وسایل پخت و پز گاز سوز خانگی (انواع مختلف اجاق گاز فردار ، طرح فر ، رومیزی) بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۰۳۲۵ و ۱۴۶۲۸
- بورد الکترونیکی تابلوهای فرمان آسانسور براساس استاندارد ملی ۱-۶۳۰۳
- مشاوره و اجرای افزایش رده انرژی و افزایش بازده لوازم خانگی ذکرشده در بالا
- بررسی و عارضه یابی عدم انطباق محصولات تولیدی کارخانه ها با استاندارد های مربوطه و مشاوره در زمینه رفع عدم انطباق آنها
- ساخت و تجهیز و راه اندازی واحد آزمایشگاهی در واحدهای تولیدی
- ساخت انواع تجهیزات آزمایشگاهی صنعتی و آموزشی
- مشاوره خرید محصولات با کیفیت و مقرون به صرفه (کنترل کیفیت مواد اولیه و کنترل اقلام ورودی)
- آموزش مدیران کیفی و فنی خطوط تولید و ارتقاء سطح دانش کارکنان در زمینه های تست محصولات فوق و آشنایی با پارامترهای مهم در تولید محصولات با کیفیت بالا
- مشاوره به واحد های تولیدی جهت اخذ علامت استاندارد برای محصول مورد نظر

این واحد آزمایشگاهی با داشتن گواهینامه معتبر اخذ شده از سازمان ملی استاندارد و دارا بودن نیروی متخصص و متجرب، تست عملکرد، ایمنی و تعیین معیار مصرف انرژی کولرهای آبی (تبخیری) مستقیم بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۱۷۹۰۷، ۴۹۱۱ و ۲-۴۹۱۰ را به نحو احسن به سرانجام رسانده و نتایج آنالیز شده را ارائه می‌دهد.

٥-۲-٤-٤: آزمایشگاه کولر آبی ساتنا (سابا)

آزمایشگاه تست کولر آبی ساتنا (سابا)، شامل اتاقک دو جداره شرایط محیطی، هواساز، باکس اندازه گیری دبی و فشار استاتیک و شبیه ساز کانال خروجی کاملا دیجیتال توسط این شرکت طراحی، ساخته و راه اندازی شده بود. متاسفانه در حال حاضر این آزمایشگاه امکان خدمت رسانی به مجموعه‌های صنعتی و تحقیقاتی را ندارد. با پیگیریهای گروه مدیریت انرژی امکان انتقال این تجهیزات به پژوهشگاه نیرو در آینده وجود دارد.

٤-٥: دفتر تجاری سازی و اکتساب فناوری پژوهشگاه نیرو

همگام با دیگر عرصه‌های علم و فن‌آوری، امروزه دانش و محصولات و خدمات دانش‌بنیان پیشران توسعه خدمات و تولیدات در بخش انرژی نیز به شمار می‌روند. در کشور ما نیز مقرّرات و قوانین حمایت‌کننده‌ای به منظور تسهیل و کارآمدسازی فرآینـد عرضـه و تقاضـا و انتقـال و انتشار علم و فن‌آوری و توسعه‌ی زیرساخت‌های رقابـت‌پـذیری در تولیدات فن‌آورانه و خدمات و محصولات مرتبط و حمایت از سرمایه‌گذاری بنگاه‌هـای اقتصـادی در تولیـد و تجاری‌سازی علم و فن‌آوری مورد توجه سیاست‌گذاران این عرصه قرار گرفته است.

پژوهشگاه نیرو سالیان متمادی است که به عنوان بازوی تحقیق و توسعه صنعت برق با پژوهشگران خبره و شرکت‌های دانش‌بنیان فعّال در این حوزه همکاری دارد و بخوبی از نیازمندی‌ها و الزامات توسعه‌ی دانش‌بنیان و فن‌آورانه حوزه‌ی برق و انرژی کشور آگاه است. آگاهی و درک مناسب از شرایط و لوازم پیشرفت موجب تغییر رسالت پژوهشگاه نیرو از ایفای نقش به عنوان پژوهشگر در صنعت برق کشور به مدیریت تحقیقات با هدف پیشبرد و گسترش تحقیق و پژوهش بر مبنای توان داخلی شده است. به همین منظور پژوهشگاه نیرو با راه‌اندازی مرکز رشد صنعت برق در مجموعه‌ی خود و ایجاد صندوق شکوفایی نوآوری در صنعت برق گام مهمی در راستای اهداف توسعه‌ی کلان کشور برداشت. همچنین تدوین اسناد توسعه راهبردی فن‌آوری‌های مورد نیاز صنعت برق که در سال ۱۳۹۴ توسط وزیر محترم نیرو رونمایی شد، نشان از تلاش پژوهشگاه نیرو برای ایفای نقش مؤثر و کارآمد در راستای تحقق این رسالت است.

در سال ۱۳۹۶ پژوهشگاه نیرو با هدف جهت‌دهی امکانات و توانمندی‌های موجود در کشور بـه سوی برطرف شدن مشکلات و اقتضائات توسعه و پیشرفت کشور و رفع نیازهای واقعی شرکت‌های فعّال در تولید و ارائه محصولات و خدمات دانش‌بنیان و نوآورانه در صنعت برق و انرژی، و حمایت هوشمندانه و هدفدار از نوآوری‌های متناسب با اولویت‌ها و مزیت‌های نسبی کشور، مجموعه‌ای از اقدامات حمایتی را «از فاز ایده‌پردازی و مسأله‌یابی گرفته تا فاز آزمون ایده و تحقیق و توسعه محصولات، و سپس تولید صنعتی و تجاری‌سازی محصول در بازارهای داخلی و صادرات» به شرح ذیل ارائه می‌دهد:

- مسأله‌یابی و توسعه ایده

- ترویج و آموزش
- آگاه‌سازی تغییرات فن‌آوری و بازار
- تأمین پژوهشگر
- تحقیق و توسعه
- خدمات آزمایشگاهی
- همکاری پژوهشی مشترک
- پوشش ریسک تحقیقات
- تأمین پژوهشگر
- تجاری‌سازی محصولات و خدمات دانش‌بنیان و فن‌آورانه
- استانداردسازی
- خدمات تأمین مالی
- خدمات بازارسازی
- حمایت از صادرات

دفتر تجاری سازی و اکتساب فناوری پژوهشگاه نیرو هم سو با برنامه‌های توسعه ملی و اقتصاد مقاومتی در جهت اهداف نهایی انجام تحقیقات کاربردی برای کمک به رفع مشکلات و تنگناها وارتقاء فناوری در صنعت، کاهش یا قطع وابستگی‌ها، توسعه کسب و کارهای فناورانه، تامین نیازهای داخلی صنعت، کمک به اقتصاد مقاومتی (با تاکید بر ۵ محور عدالت بنیانی (همه مردم)، دانش بنیانی(مبتنی بردانش)، مردمی بودن (استفاده از امکانات بخش خصوصی)، درونزا (استفاده از ظرفیت های داخل کشور)، برونگرا (با نگاه به صادرات و اکتساب فناوری)، بومی سازی فناوری، بالا بردن سطح تولیدات داخلی، کمک به رشد اقتصاد ملی و توسعه نظام اشتغال کشور، توسعه صادرات و نهایتا تبدیل زنجیره ایده تا صادرات فعالیت می‌نماید.

در راستای اهداف فوق سه محور اصلی در این دفتر تعریف شده است که عبارتند از:

- تجاری سازی نتایج تحقیقات
- اکتساب و بومی سازی فناوری
- مالکیت فکری (مادی- معنوی)

۱-۵-٤: واحد تجاری سازی نتایج تحقیقات

تبدیل یافته‌های جدید و ایده‌های پژوهشی به محصولات، خدمات و فناوری‌های قابل ارائه در بازار (به عبارت دیگر مجموعه تلاش‌هایی که به منظور صنعتی و اقتصادی نمودن فعالیتهای تحقیقاتی با هدف توسعه کسب و کار و تولید ثروت با اهداف اقتصادی و اجتماعی صورت می‌پذیرد) را تجاری سازی تحقیقات گویند.

از آنجا که پژوهشگاه نیرو بعنوان مهمترین مؤسسه تحقیقاتی وزارت نیرو عهده دار مدیریت و انجام تحقیقات در صنعت برق می باشد؛ و تاکنون تعداد زیادی از پروژه‌های تحقیقاتی را بر اساس نیازهای این صنعت به انجام رسانده است؛ لذا براساس تکالیف و مسئولیتهای خود، کار واگذاری دانش فنی تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی به بخش صنعت را از سال ۱۳۷۸ در پژوهشگاه نیرو آغاز نمود. در ذیل به برخی از اهم اقدامات صورت گرفته در این خصوص اشاره می‌گردد:

- انتقال دانش فنی، واگذاری امتیاز دانش فنی و تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی در صنعت برق
- راه‌اندازی خطوط تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی
- بررسی و کمک به اخذ اعتبارات لازم برای تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی
- نصب آزمایشی کلیه نمونه‌های تولید شده در حوزه شرکتهای برق
- نظارت بر فرایند تجاری سازی تحقیقات (از ابتدا تا انتها)
- بر مشارکت بخش خصوصی در انجام پروژه‌های تحقیقاتی و تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی
- ترغیب بخش خصوصی به انجام تحقیقات و سرمایه‌گذاری در تحقیق
- تهیه و تصویب آیین نامه‌ها و بخشنامه‌های لازم ؛ خصوصا برای مشارکت بخش خصوصی در تحقیقات و واگذاری امتیاز دانش فنی
- سیاستگذاری و تعیین ضوابط علمی و فنی واگذاری امتیاز دانش فنی و تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی در قالب آیین نامه‌ها و مقررات داخلی و خارجی
- کمک به توسعه فرآیند کاربردی کردن نتایج تحقیقات در مجموعه وزارت نیرو،وزارت صنایع و سایر نهادهای رسمی کشور
- تهیه و تصویب آیین نامه‌ها،بخشنامه‌ها و مقررات داخلی و خارج از پژوهشگاه برای حمایت از تجاری سازی نتایج تحقیقات و تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی
- تهیه گزارشات و پیشنهادات مربوط به حمایت از تولید صنعتی نمونه‌های تحقیقاتی و ارائه راهکارهای پیشنهادی به مقامات کشوری بر اساس برنامه‌های توسعه کشور
- ارائه پیشنهادات درخصوص بهبود و ارتقاء نقش تجاری سازی نتایج تحقیقات در اجرای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی

۲-۵-٤: واحد اکتساب و بومی سازی فناوری

پژوهشگاه نیرو در راستای توسعه فعالیت‌های بین‌المللی و تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی سه محور اصلی ذیل را در برنامه خود دارد:

-ارتقاء سطح علمی

-کسب و توسعه اعتبار بین المللی

-نقل و انتقال فناوری و توسعه صادرات

با اضافه شدن ماموریت "مدیریت پژوهش در صنعت برق" به تکالیف پژوهشگاه نیرو و افزایش نقش راهبردی این سازمان پژوهش محور در تحقیقات صنعت برق، افق و دورنمای جدیدی برای فعالیتهای این سازمان ایجاد گردیده است. در همین راستا وظایف و فعالیتهای آن نیز توسعه یافته است. یکی از وظایف مهمی که در این حوزه به پژوهشگاه نیرو واگذار شده است "ایجاد بستر مناسب برای اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی" است.

یکی از سریع ترین راه‌های اکتساب فناوری و توسعه صنعتی در کشورها و بنگاه‌ها، انتقال فناوری است. انتقال فناوری، مجموعه‌ای از مراحل پیچیده بوده و در صورت عدم صرف مطالعه و دقت کافی در هر مرحله نه تنها مفید نخواهد بود، بلکه موجب هدر رفتن سرمایه و پایین آمدن سطح توانمندی فناوری در کشور و بنگاه می‌شود. از این رو حضور پژوهشگاه نیرو در این فرایند مهم و ضروری تشخیص داده شده است. هر پروژه انتقال فناوری، شامل ۳ بخش است: " فروشنده فناوری" ، "خریدار فناوری" و "پل ارتباطی بین فروشنده و خریدار فناوری" و پژوهشگاه نیرو نقش مدیریت طرح و فرایند از ابتدا تا انتها را عهده دار می‌گردد. با توجه به تجارب موفق پژوهشگاه نیرو در حوزه تجاری سازی نتایج تحقیقات و تعاملات بین‌المللی باعث گردید این مهم به دفتر تجاری سازی و اکتساب فناوری پژوهشگاه واگذار گردد.

نقش پژوهشگاه نیرو در فرایند اکتساب فناوری مدیریت طرح بوده و در حقیقت ارتباط معنادار بین صاحب فناوری و محل جذب توسط این پژوهشگاه برقرار می‌شود. اهم فعالیتهای پیش بینی شده برای پژوهشگاه نیرو در قالب مدیریت طرح عبارت است از:

– خدمات تدوین روش انتقال فناوری

– شناسایی طرح ها و تعیین اولویت اجرای آن ها

– اخذ تایید سرمایه گذاری از مراجع ذی ربط و حصول اطمینان از تامین اعتبارات مورد نیاز

– خدمات برنامه ریزی و کنترل طرح

– خدمات ارجاع کار

- خدمات هماهنگی و مدیریت اجرای قراردادها
- خدمات برآورد، کنترل پرداخت ها، امور حقوقی و قراردادها
- تدوین و تصویب مشخصات، برآوردها و برنامه ریزی های اولیه
- خدمات تجاری سازی نتایج تحقیقات
- خدمات جذب سرمایه گذاری داخلی و خارجی
- خدمات صادرات و تعاملات بین المللی
- خدمات مالکیت فکری
- خدمات جلب مشارکت و حمایت بخش دولتی و خصوصی
- تهیه و ارائه لیست مشاوران انتقال فناوری، صاحبان فناوری و متقاضیان فناوری برای درج در Vendor List مربوطه (داخلی و خارجی)

لازم به ذکر است نقش پژوهشگاه نیرو در سه مرحله کسب فناوری، برنامه ریزی برای انطابق کاربرد (بومی سازی) و جذب تکنولوژی (تجاری سازی) بسیار حائز اهمیت است.

۳-۵-٤: صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی

صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی در سال ۱۳۹۳ با هدف کمک به توسعه و ارتقای پژوهش و فناوری در صنعت برق کشور بعنوان یکی از کلیدی ترین حوزه های دارای رشد مستمر در فناوری، و در راستای ماده ۱۰۰ قانون سوم و ماده ۴۵ قانون چهارم و بند الف ماده۱۷ قانون پنجم برنامه توسعه اقتصادی،اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و ماده ۴۴ قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر و ارتقای نظام مالی کشور تشکیل گردیده که ماموریت اصلی آن گسترش پژوهش‌های انجام یافته با محوریت بخش خصوصی و تعاونی و بطور کلی تسهیل و گسترش فعالیت‌های بخش غیر دولتی درعرصه های تحقیقات و انتقال و جذب دانش فنی در صنعت برق ایران است.

٤-۵-٤: مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی

سابقه راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی به سال ۱۳۸۶ و اخذ مجوز پارک علم و فناوری صنعت آب و برق به عنوان نخستین پارک وابسته به صنعت در ایران از وزارت علوم توسط موسسه مطالعات و آموزش مدیریت وزارت نیرو باز می‌گردد؛ لیکن این فرآیند با فراز و نشیب‌های فراوانی مواجه گردید و با اعطای مجوز راه‌اندازی مرکز رشد از سوی وزارت علوم و واگذاری مسوولیت راه‌اندازی آن به پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۹۲ کار ادامه یافت.

در تیرماه ۱۳۹۲ رییس مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی از سوی ریاست پژوهشگاه نیرو منصوب و این مرکز کار خود را به طور رسمی آغاز نمود. در راستای برنامه‌ریزی‌های صورت پذیرفته، موافقت اصولی ایجاد پارک فناوری برق و انرژی در سال ۱۳۹۳ از وزرات علوم، تحقیقات و فناوری اخذ گردید که خود موفقیت بزرگی برای وزارت نیرو و صنعت برق کشور به حساب می‌آید.

پژوهشگاه نیرو با هدف جهت‌دهی امکانات و توانمندیهای موجود در کشور بـه سوی برطرف شدن مشکالت و اقتضائات توسعه و پیشرفت کشور و رفع نیازهای واقعی شرکتهای فعّال در تولید و ارائه ی محصولات و خدمات دانش بنیان و نوآورانه در صنعت برق و انرژی، و حمایت هوشمندانه و هدفدار از نوآوریهای متناسب با اولویتها و مزیتهای نسبی کشور که در اسناد توسعه ی فناوری بدانها پرداخته شده است، بسته ی حمایتی ویژه شامل مجموعه ای از اقدامات حمایتی را «از فاز ایده پردازی و مسأله یابی گرفته تا فاز آزمون ایده و تحقیق و توسعه ی محصولات، و سپس تولید صنعتی و تجاری سازی محصول در بازارهای داخلی و صادرات» تدوین کرده است و قابل ارائه می باشد. این مجموعه شامل ده نوع حمایت در فازهای مختلف می‌باشد:

بسته حمایت از توسعه ایده های نوآورانه:

- ترویج و آموزش: در راستای ارتقای توانمندیهای علمی پژوهشگران، حمایت از فعالیتهای ترویجی، آموزشی با ایجاد امکان استفاده رایگان از کارگاههای آموزشی و یا با پوشش هزینه های کارگاه های آموزشی اختصاصی صورت می گیرد.
- آگاه سازی تغییرات فناوری: در این نوع حمایت به منظور آگاه سازی شرکتها و کمک به بهبود استراتژیهای تحقیقاتی و تجاری آنها، گزارشهای رصد در سطح «صنعت» ارائه میشود و همچنین در صورت درخواست متقاضی گزارشهای اختصاصی رصد فناوری از طریق الگوی «تحقیقات مشترک» توسط پژوهشگاه و متقاضی تهیه می گردد.
- تأمین پژوهشگر: در راستای اجرایی نمودن اهداف اقتصاد مقاومتی، تولید و اشتغال، در این نوع حمایت تخصیص پژوهشگر به شرکتها و همچنین تأمین بخشی از هزینه های ایشان، صورت می گیرد.

بسته حمایتی از تحقیق و توسعه:

- خدمات آزمایشگاهی: به منظور پیشبرد و گسترش تحقیق و پژوهش بر مبنای توان داخلی، در این نوع حمایت تسهیالتی، جهت پوشش بخشی از هزینه های مرتبط با خدمات آزمایشگاهی ارائه میشود و یا در تجهیز و توسعه آزمایشگاههای مرجع مشترک سرمایه گذاری صورت می پذیرد.
- همکاری پژوهشی مشترک: در راستای حمایت از واحدهای تحقیق وتوسعه ی شرکتهای بخش خصوصی، پژوهشگاه از پروژه های تحقیقاتی از طریق همکاری در پروژه تحقیقاتی به شکل پروژه پژوهشی مشترک حمایت می کند.
- پوشش ریسک تحقیقات: همچنین به منظور حمایت از تحقیق و توسعه محصولات دانشبنیان و فناورانه، ریسک فنی پروژه های تحقیق و توسعه شرکتهای بخش خصوصی تحت پوشش قرار میگیرند. این حمایت عبارت است از پوشش ریسک عدم رسیدن به هدف تعیین شده ناشی از مسائل فنی در شرایطی که در آن محقق و شرکت تمامی تعهدات خود را به درستی انجام داده باشند و با این وجود پروژه با شکست مواجه شده باشد.

بسته حمایتی از تجاری سازی:

- استاندارد سازی: با هدف حضور بهتر محصولات و خدمات تحت حمایت در بازارهای داخلی و بین المللی و صحه گذاری بر عملکرد و کارایی آنها، در این نوع حمایت از فرآیند استانداردسازی محصوالت دانش‌بنیان و فناورانه از طریق تدوین استاندارد و تأمین هزینه های مورد نیاز برای صدور گواهی کیفیت محصول حمایت می شود.
- تأمین مالی: این حمایت به یکی از روشهای تخصیص تسهیلات برای استقرار شرکتها، ساخت و تولید محصول، سرمایه‌گذاری خطر پذیر در پروژه ها و صدور ضمانتنامه حسن انجام تعهدات، حسن انجام کار و پیش پرداخت به کارفرما، ارائه می شود.
- بازارسازی: در این نوع حمایت به منظور تحریک تقاضا و توسعه بازار و بازاریابی برای محصولات و خدمات دانش بنیان و فناورانه، از متقاضیان خرید محصوالت و خدمات به شکل های ارائه تسهیالت پرداخت لیزینگ به خریداران محصولات نوآورانه، پوشش ریسک محصولات نوآورانه و فراهم سازی خرید یکپارچه ی محصولات نوآورانه حمایت می شود.

حمایت از صادرات: پژوهشگاه نیرو خدمات حمایت از صادرات محصوالت دانش بنیان را با هدف توسعه بازار صادراتی آنان به شکلهای مشاوره و سازماندهی تیمهای بازاریابی صادارتی، اخذ تأییدیه محصوالت در بازارهای هدف و ارائه تسهیلات شرکت در نمایشگاههای بین المللی، به متقاضیان ارائه می دهد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همانگونه که در این فصل تشریح گردید، در حوزه بارهای سرمایشی ساختمانی پژوهشگاه نیرو دارای زیرساخت مناسبی می‌باشد و با دارا بودن مجموعه‌ای از متخصصین در این حوزه قابلیت تعریف پروژه‌های مناسب و مربوط برای دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی، مدیریت تحقیق و توسعه برای بخش خصوصی، انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه، همکاری با شبکه

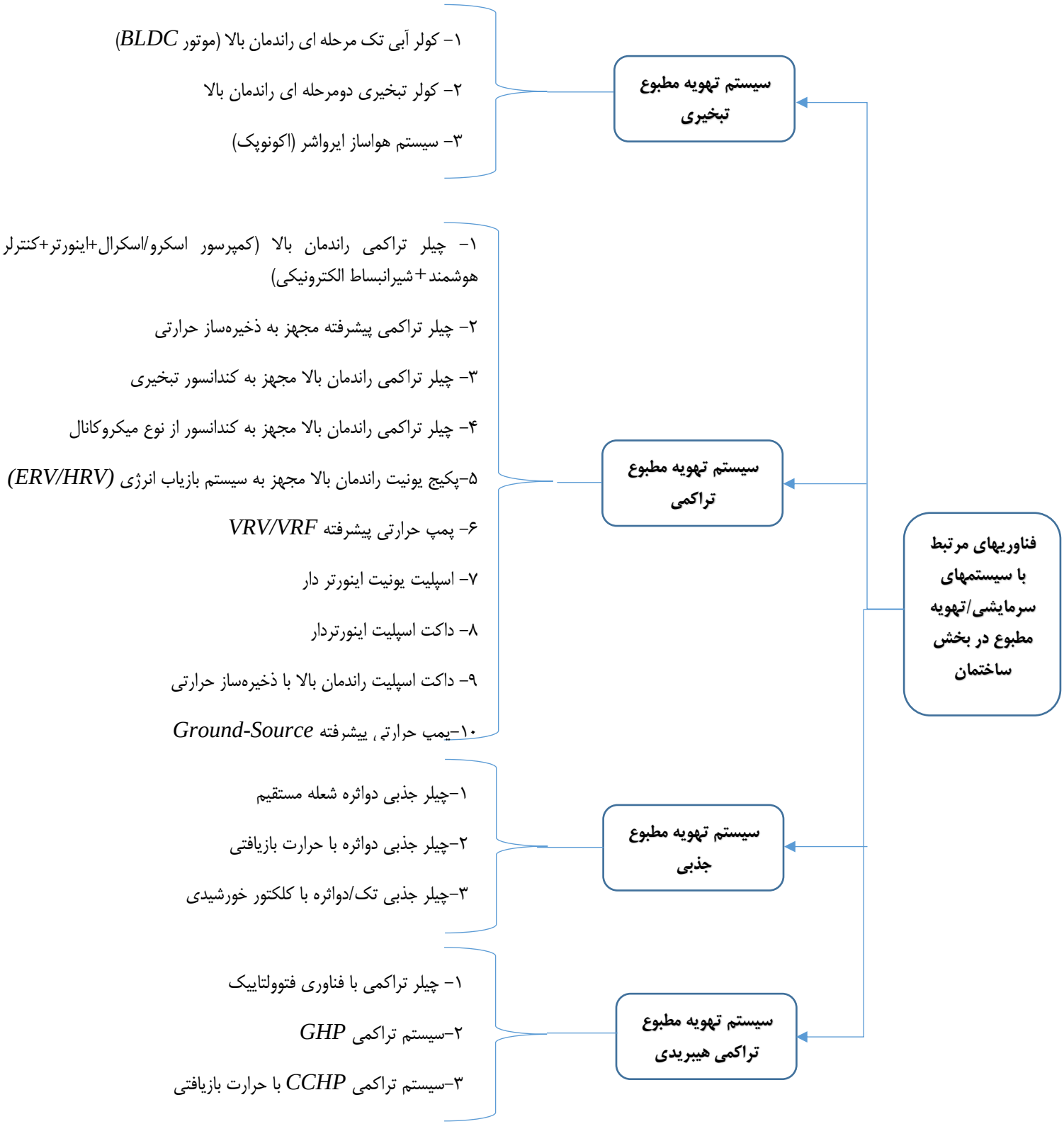
آزمایشگاهی کشور جهت انجام تستهای عملکردی و برچسب انرژی بر روی کولرهای گازی و کولرهای آبی، و تدوین نقشه‌راه و اسناد راهبردی و آیین نامه‌های مربوط به مدیریت بارهای سرمایشی می‌باشد. در این فصل به زیرساخت‌های موجود در پژوهشگاه در بخش بارهای سرمایشی ساختمانی پرداخته شد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری (ارائه درخت فناوری)

در فصل اول این گزارش به بررسی روند فناوری های موجود در زمینه سرمایش ساختمان ها پرداخته شد. بر اساس گزارش منتشر شده از IEA افزایش راندمان انرژی دستگاههای تهویه‌مطبوع به همراه کربن‌زدایی از تولید برق، به کاهشی چشمگیر در تولید دی‌اکسیدکربن ناشی از کاربردهای سرمایشی خواهد انجامید. تا سال ۲۰۵۰، در سناریوی سرمایش کارا این کاهش ۱۵۰ میلیون تن خواهد بود که ۱۳ درصد از سطح سال ۲۰۱۶ کمتر خواهد بود. نیمی از صرفه‌جویی‌های صورت‌پذیرفته مستقیما از راندمان اصلاح‌شده سیستم‌های تهویه‌مطبوع بدست می‌آید. بصورت مشابه، آلاینده‌های هوایی تا ۸۵ درصد کاهش خواهد یافت. همچنین راهکارهای افزایش راندمان سیستمهای سرمایش تبخیری و تراکمی مورد بحث قرار گرفت. همچنین در این فصل در بخش کنترلرهای پیشرفته و اینترنت اشیاء این نکته بیان گردید که برای زمانهایی که انرژی موجود در مقابل دیماند ناکافی است و یا شبکه های توزیع بسیار پربار است، وسایل متصل به شبکه مانند سیستمهای تهویه‌مطبوع می‌توانند بصورت اتوماتیک خاموش گردیده و یا در میزان بارکمتری کار کنند. این وسایل متصل می‌توانند مصرف را کاهش داده و یا به زمان دیگری که دیماند کمتر است، مانند صبحگاه، و یا زمانی که مشکلی در شبکه وجود ندارد منتقل کنند. تکنولوژی‌های جدید دیجیتال و پیچیده این امکان را بوجود می‌آورند تا این تغییرات بگونه‌ای صورت پذیرد که آسایش مصرف کننده دچار تاثیرات چشمگیر نگردد.

در فصل دوم برخی از تکنولوژی‌هایی که در حال تحقیق و توسعه (بصورت مشخص در آمریکا) می‌باشند نیز به اختصار بیان گردید که غالب آنها به مرحله تجاری‌سازی نرسیده‌اند. در فصل سوم آمار واردات و ساخت داخل تجهیزات اصلی سیستمهای سرمایشی –که شامل کولر آبی و کولر گازی می‌شود– بررسی گردید. متاسفانه در بسیاری موارد به دلیل ضعف پایگاه داده‌های موجود در ارایه آمار دقیق واردات تحلیل نتایج با پیچیدگی و عدم دقت زیاد مواجه می‌گردد. قیمتهای دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف سرمایشی اعم از ساخت داخل و وارداتی استعلام و ارایه گردید. همچنین قیمت تجهیزات خارجی سرمایشی موجود در بازارهای بین‌المللی نیز بیان گردید. در فصل چهارم نیز به زیرساخت‌های موجود در پژوهشگاه در بخش بارهای سرمایشی ساختمانی پرداخته شد.

نهایتا و با توجه به فناوریهای نوین و در حال کار سیستمهای سرمایشی، درخت فناوری سیستمهای سرمایشی در ساختمان به شرح نمودار صفحه بعد معرفی می‌گردد.


فناوریهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی/تهویه مطبوع در بخش ساختمان
سیستم تهویه مطبوع تبخیری
۱- کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور *BLDC*)
۲- کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا
۳- سیستم هواساز ایرواشر (اکونوپک)
سیستم تهویه مطبوع تراکمی
۱- چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور اسکرو/اسکرال+اینورتر+کنترلر هوشمند+شیرانبساط الکترونیکی)
۲- چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی
۳- چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری
۴- چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکروکانال
۵-پکیج یونیت راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی *(ERV/HRV)*
۶- پمپ حرارتی پیشرفته *VRV/VRF*
۷- اسپلیت یونیت اینورتر دار
۸- داکت اسپلیت اینورتردار
۹- داکت اسپلیت راندمان بالا با ذخیره‌ساز حرارتی
۱۰-پمپ حرارتی پیشرفته *Ground-Source*
سیستم تهویه مطبوع جذبی
۱-چیلر جذبی دواثره شعله مستقیم
۲-چیلر جذبی دواثره با حرارت بازیافتی
۳-چیلر جذبی تک/دواثره با کلکتور خورشیدی
سیستم تهویه مطبوع تراکمی هیبریدی
۱- چیلر تراکمی با فناوری فتوولتاییک
۲-سیستم تراکمی *GHP*
۳-سیستم تراکمی *CCHP* با حرارت بازیافتی

مراجع و منابع

[۱] IEA" ،The Future of Cooling-Opportunities for energy efficient air conditioning "،IEA.۲۰۱۸ ،

[۲] IEA" ،The Future of Cooling in China-Delivering on action plans for suistainable air conditioning "، IEA.۲۰۱۹ ،

[۳] O. B. D. M. Philippe Esparcieux" ،Development of a photovoltaic driven thermodynamic chiller Application to solar air conditioning and cooling storage تألیف "،*EuroSun ۲۰۱۸Conference Proceedings* .۲۰۱۸ ،

[٤] م. عربی و م. دهقانی، "بررسي فني و اقتصادي سيستمهاي چيلر جذبي خورشيدي در ايران،" *مجله مهندسي شيمي ايران*، المجلد سال نهم، رقم شماره ٤٦، ١٣٨٩.

[٥] ن. حاتمي، م. طهماسبي و و. مكار يزاده، "بررسي تاثير بكارگيري سيست مهاي سرمايشي دومرحله اي تبخيري بر پيك بار ساليانه،" تألیف *بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق*، ١٣٨٥.

[٦] N. S. W. Y. P. N. K. C. D. J. L. N. Z. Nihan Karali" ،Improving the energy efficiency of room air conditioners in China: Costs and "،*Applied Energy* ،۲۵۸ المجلد ،p. .۲۰۲۰ ،۱۲

[۷] A .M. Al-Shaalan" ،EER Improvement for Room Air-Conditioners in Saudi Arabia "،*Energy and Power Engineering* ،٤ المجلد ،pp. .٢٠١٢ ،٤٤٦-٤٣٩

[۸] IEA" ،Digitalisation and Energy "،IEA.۲۰۱۷ ،

[۹] "rotbe .[متصل] "،۳Available: https://rotbe۳.com/economic/furniture/iranian-split-air-cooler-import./

[۱۰] "Isna .[متصل] "،Available: https://www.isna.ir/news/۹۷۰۵۱۷۰۸۹۵۸/%D٪۸۸٪۹D٪۸A٪۷D٪۸B٪۱D٪۸AF%D٪۸A٪۷D٪۸AA-%DA%A٪۹D٪۸۸٪۹D٪۸٤٪۹D٪۸B۱-%DA%AF%D٪۸A٪۷D٪۸B٪۲DB۸%C-%D۸۸٪۹-%D٪۸AF%D٪۸B٪۳D٪۸AA%DA%AF%D٪۸A٪۷D۸۷٪۹-%D٪۸۷٪۹D٪۸A٪۷DB۸%C-%D٪۸A٪۸D٪۸B٪۱D٪۸۸٪۹D٪۸AF%D٪۸AA%DB۸%C-%D٪۸٥٪۹D٪۸٥٪۹D٪۸٦٪۹D٪۸۸٪۹D٪۸B.-۹

[۱۱] "Khabarban .[متصل] "،Available: https://khabarban.com/a/.۲۷٦۳٦۸۰۹

[۱۲] "IranRadiator .[متصل] "،Available: https://iranradiatorco.com/news/%D٪۸٦٪۹D٪۸AE%D٪۸B٪۳D٪۸AA%DB۸%C%D۸٦٪۹-%D٪۸AE%D٪۸B۷-%D٪۸AA%D٪۸۸٪۹D٪۸٤٪۹DB۸%C%D٪۸AF-%DA%A٪۹D٪۸۸٪۹D٪۸٤٪۹D٪۸B۱-%D٪۸A٪۷D٪۸B٪۳D٪۹BE%DB۸%C%D٪۸٤٪۹D٪۸AA-%DA%A٪۹D٪۸B٪٤D٪۸۸٪۹D٪۸B۱-%D٪۸AF%D٪۸B۱-%D٪۸B٪۱D٪۸B٪٤D٪۸AA.

[۱۳] "Walmart .[متصل]. "،Available: www.walmart.com.

[۱٤] U. D. O. Energy" ،Grid-interactive Efficient Buildings Technical Report Series-Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC); Water Heating; Appliances; and Refrigeration "،Office of Energy Efficieny and Renewable Energy.۲۰۱۹ ،

[۱٥] I. R. E. Agency" ،RENEWABLE ENERGY PROSPECTS: UNITED ARAB EMIRATES "،IRENA.۲۰۱٥ ،

[۱٦] "Buildings, ENERGY FUTURE: Think Efficiency "،*American Physical Society* .۲۰۰۸ ،

[۱۷] "Building Energy-Efficiency Best Practice Policies and Policy Packages "،*BERKELEY NATIONAL LABORATORY* .۲۰۱۲ ،

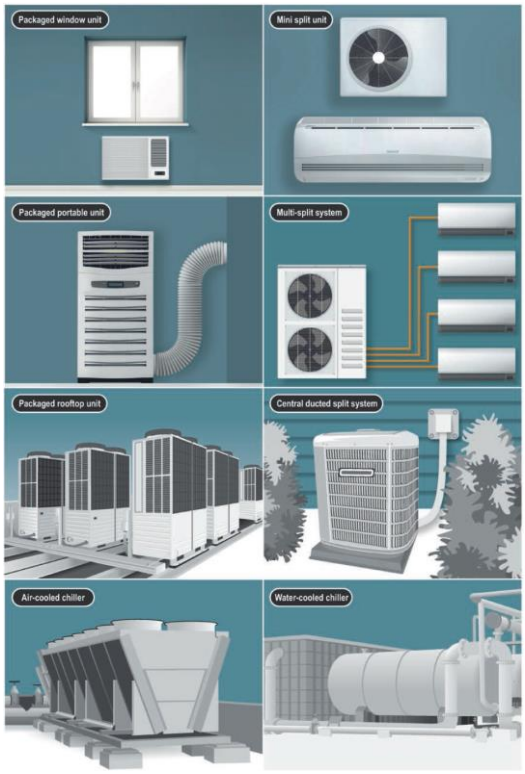
[۱۸] N. M. Alabbadi" ،Energy Efficiency Potential in the Building Sector تأليف "،*The Saudi International Advanced Materials Technologies Conference* .۲۰۱۲ ،

[۱۹] L. S. R. C. ۹. a. A. T. C. a. L. Proctor Engineering Group" ،High EER at ٤٦C Kingdom of Saudi Arabia Air Conditioner Project "،Riyadh. Saudi Arabia.۲۰۱۰ ،

[۲۰] .[متصل]Available: https://rotbe۳.com/economic/furniture/iranian-split-air-cooler-import/.

عنوان گزارش:

" به روز رسانی ارکان جهت‌ساز در سطح ملی و تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه نیرو و بازنگری برنامه اقدامات "



کارفرما: پژوهشگاه نیرو

پژوهشکده انرژی و محیط زیست

فروردین ماه ۱۴۰۰

به نام خدا

پژوهشگاه نیرو

نام گزارش: به روزرسانی ارکان جهت‌ساز در سطح ملی و تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه نیرو و بازنگری برنامه اقدامات

کد گزارش-ویرایش: PCLPN06/T02

عنوان پروژه: بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روشهای کاهش مصرف انرژی در سیستمهای سرمایشی

واحد مجری پروژه: پژوهشکده انرژی و محیط زیست

مدیر واحد مجری پروژه: دکتر عباس بحری

مدیر پروژه: محمد نیکنامی

تاریخ: فروردین ماه ۱۴۰۰

پیش‌گفتار

گزارش حاضر تحت عنوان "به روزرسانی ارکان جهت‌ساز در سطح ملی و تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه نیرو و بازنگری برنامه اقدامات" فاز سوم و چهارم از پروژه" بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های سرمایشی" بوده که مشتمل بر زیربخش‌های زیر می‌باشد:

فصل اول: بازنگری تدوین چشم‌انداز فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان در سطح ملی

فصل دوم: بازنگری اهداف کلان ملی توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

فصل سوم: بازنگری راهبردهای ملی توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان و تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه نیرو

فصل چهارم: بازنگری و بروزرسانی اقدامات سطح ملی و تدوین اقدامات در سطح پژوهشگاه

مجری محترم پروژه جناب آقای مهندس مکاری‌زاده از گروه مدیریت انرژی بوده و واحد مجری پروژه پژوهشکده انرژی و محیط زیست پژوهشگاه نیرو می‌باشد. ناظرین محترم پروژه، آقایان دکتر عباس بحری (معاون رئیس پژوهشکده انرژی و محیط‌زیست) و دکتر مجتبی گیلوانژاد (رئیس پژوهشکده توزیع برق) می‌باشند. تیم مجری پروژه آقایان سیاوش منیعی و محمد نیکنامی از گروه مدیریت انرژی پژوهشگاه نیرو هستند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ..... ب
فهرست اشکال ..... ز
فهرست جداول ..... ی
- ۱
. فصل اول ۱
بازنگری تدوین چشم‌انداز فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان در سطح ملی ۱
۱-۱-مقدمه ۲
۱-۲-متدولوژی ۳
۱-۳-تأثیرات بارهای سرمایشی بر روی صنعت برق ۹
۱-۴-مطالعات تطبیقی ۱۲
۱-۵-اسناد بالادستی ۲۸
قانون هدفمند کردن یارانه‌ها ۳۰
تکالیف ۲۰ گانه مصوبه هیات دولت جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی ۳۱
۱-۶-جمع‌بندی ۳۲
- ۲
. فصل دوم ۳۳
بازنگری اهداف کلان ملی توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۳۳
۲-۱-مقدمه ۳۴
۲-۲-متدولوژی ۳۴

گام‌های ضروری در تدوین اهداف ۳۷
۲-۳-مدلسازی ریاضی مولفه های پیک بار سرمایشی و پیش بینی روند آینده پیک بار ۳۹
۱-۳-۲- امکانات و تجهیزات سرمایشی ۳۹
۲-۳-۲- پتانسیل موجود برای کاهش بار شبکه با استفاده از ارتقای رده انرژی و بکارگیری سیستمهای کنترل پیشرفته سیستمهای سرمایشی ۴۶
۲-۴-جمع‌بندی اهداف کلان ۴۸
- **۳**
. فصل سوم ۵۰
بازنگری راهبردهای ملی توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان و تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه نیرو ۵۰
۳-۱- مقدمه ۵۱
۳-۲- به روز رسانی ارکان جهت ساز در سطح ملی(صنعت برق) ۵۲
۳-۲-۱- اولویت بندی ۵۲
۱-۱-۲-۳- متدولوژی تعیین جذابیت و قابلیت / مطلوبیت – امکان‌پذیری ۵۳
۲-۱-۲-۳- جذابیت / مطلوبیت ۵۳
۳-۲-۱-۲-۱- معیارهای جذابیت در فناوریهای بالغ (دورههای اواخر رشد و بلوغ) ۵۴
۳-۲-۱-۲-۲- معیارهای جذابیت در فناوریهای نوظهور (دورههای جنینی و اوایل رشد) ۵۵
۳-۱-۲-۳- قابلیت / امکانپذیری ۵۶
۴-۱-۲-۳- ترسیم ماتریس‌های مطلوبیت – امکانپذیری / جذابیت- قابلیت ۶۰
۳-۲-۱-۴-۱- تعیین جذابیت در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی ۶۳
۳-۲-۲- تعیین توانمندی در فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان ۶۷
۱-۲-۲-۳- تعیین سطح توانمندی فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان ۶۸
۳-۲-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی ۶۹
۱-۳-۲-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم گرم و مرطوب ۷۰

۲-۳-۲-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد (گرم و خشک) ۷۱
۳-۳-۲-۳- ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم(معتدل) ۷۳
۴-۳-۲-۳- ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد(سرد) ۷۴
۳-۲-۴- سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان ۷۶
۱-۴-۲-۳- تشریح مدل سبک اکتساب ۷۶
اجزاء مدل اکتساب فناوری ۷۷
۲-۴-۲-۳- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب ۷۹
۳-۴-۲-۳- نتیجه‌گیری و انتخاب روش مناسب اکتساب ۸۳
۳-۳- تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه ۸۴
- ٤
. فصل چهارم ۸٦
- ..... **با**
زنگری و بروزرسانی اقدامات سطح ملی و تدوین اقدامات در سطح پژوهشگاه ۸٦
۴-۱-مقدمه ۸۷
۴-۲-بازنگری و به روزرسانی اقدامات سطح ملی ۸۸
۴-۲-۱-شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان ۸۸
۴-۲-۱-۱-بازیگران نظام توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان ۸۸
۴-۲-۱-۱-۱- بازیگران زمینه توسعه دانش ۸۸
۴-۲-۱-۱-۲- بازیگران در زمینه انتشار دانش ۸۸
۴-۲-۱-۱-۳- بازیگران در زمینه تأمین منابع ۸۹
۴-۲-۱-۱-۴- بازیگران در زمینه جهت‌دهی به سیستم ۸۹
۴-۲-۱-۲-شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان ۹۲

۴-۲-۱-۳- بررسی مشخصه های ساختاری ۹۲
۴-۲-۲-شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان ۹۷
۴-۲-۳-شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی ۹۷
۴-۲-۳-۱-چالش‌های مربوط به کارکرد توسعه و انتشار دانش ۹۸
۴-۲-۳-۲-چالش‌های مربوط به کارکرد تأمین منابع ۹۹
۴-۲-۳-۳-چالش‌های مربوط به کارکرد جهت‌دهی به سیستم ۱۰۰
۴-۲-۳-۴-چالش‌های مربوط به کارکرد کارآفرینی ۱۰۰
۴-۲-۳-۵-چالش‌های مربوط به کارکرد مشروعیت بخشی ۱۰۱
۴-۲-۴-سیاست‌های حوزه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی ۱۰۱
۴-۲-۵-اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۱۰۳
۴-۳-تدوین اقدامات در سطح پژوهشگاه ۱۰۷
۴-۴-جمع‌بندی ۱۰۷
- ..... ج
مع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۰۸
- .....
منابع و مراجع ۱

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۱-۱: چارچوب پیشنهادی در چشم‌انداز پردازی ۶
شکل ۲-۱: پیک بار سالیانه منتهی به اسفند ۹۸ ..... ۱۰
شکل ۳-۱: پیش‌بینی پیک بار شبکه تا سال ۱۴۱۰ ..... ۱۱
شکل ۴-۱: سهم هر یک از مولفه های پیک بار ۱۱
شکل ۵-۱: پیش‌بینی اضافه بار پیک نسبت به بار پایه و اضافهبار سرمایشی تا سال ۱۲
شکل ۶-۱: مصرف کل انرژی در بخشهای مختلف کشور امارات در سال ۲۰۱۰ و پیش بینی برای سال ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ ..... ۱۴
شکل ۷-۱: جزئیات مصرف کل انرژی در بخشهای مختلف کشور امارات تا سال ۲۰۳۰ ..... ۱۴
شکل ۸-۱: مصرف انرژی در بخش سرمایش ساختمانی در چین (سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۷) ۱۷
شکل ۹-۱: دامنه تغییرات عملکرد انرژی مینیاسپلیتهای سرعت متغیر ۱۸
شکل ۱۰-۱: نوع انتخابی تجهیزات تهویه مطبوع در چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ دستخوش تغییرات شده است ۱۹
شکل ۱۱-۱: جزئیات مصرف انرژی در بخشهای مختلف طی روز در سال ۲۰۱۸ ..... ۲۱
شکل ۱۲-۱: جزئیات مصرف انرژی در بخشهای مختلف طی روز در سال ۲۰۱۸ ..... ۲۱
شکل ۱۳-۱: نمودار توزیع بار سرمایش در بخش مسکونی و تجاری در سال ۲۰۱۸ ..... ۲۲
شکل ۱۴-۱ : هدفگذاری انجام شده برای کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمانهای مسکونی در کشور آمریکا تا سال ۲۰۳۰ ..... ۲۳
شکل ۱۵-۱: تعداد ساختمانهای مسکونی و غیر مسکونی در عربستان و توزیع جغرافیایی آنها ۲۴
شکل ۱۶-۱: سهم بخشهای مختلف از انرژی نهایی مصرفی در عربستان و در بخش ساختمان ۲۴

شکل ۱۷-۱: سهم تکنولوژی های مختلف سیستم های سرمایشی نصب شده در بخش ساختمان کشور عربستان در سال ۲۰۱۰ ..... ۲۵
شکل ۱۸-۱: پتانسیل های کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان کشور عربستان ۲۶
شکل ۱۹-۱: برنامه های بهبود کارائی انرژی در بخش ساختمان کشور عربستان ۲۷
شکل ۱-۲: ویژگی‌های اهداف کلان ۳۶
شکل ۲-۲: روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان ۳۸
شکل ۱-۳: رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری ۵۲
شکل ۲-۳: ماتریس جذابیت- قابلیت (منطقه اولویت) ۶۱
شکل ۳-۳: ماتریس جذابیت- قابلیت (منطقه اولویت الف) ۶۱
شکل ۴-۳: ماتریس جذابیت- قابلیت (امکان‌پذیری) ۶۲
شکل ۵-۳: تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-قابلیت ۶۲
شکل ۶-۳: ارزیابی جذابیت فناوری های سرمایشی ۶۵
شکل ۷-۳: ارزیابی جذابیت فناوریهای سرمایشی در اقلیم گرم و مرطوب 71
شکل ۸-۳: ارزیابی جذابیت فناوریهای سرمایشی در اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد(سرد) 72
شکل ۹-۳: ارزیابی جذابیت فناوریهای سرمایشی در اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم(معتدل) 73
شکل ۱۰-۳: ارزیابی جذابیت فناوریهای سرمایشی در اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد(گرم و خشک) 73
شکل ۱۱-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم گرم و مرطوب ۷۰
شکل ۱۲-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم گرم و مرطوب ۷۱
شکل ۱۳-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد ۷۲
شکل ۱۴-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد ۷۲
شکل ۱۵-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم ۷۳
شکل ۱۶-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم (معتدل) ۷۴
شکل ۱۷-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد (سرد) ۷۵
شکل ۱۸-۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد (سرد) ۷۵

شکل ۱۹-۳: نمودار سبک اکتساب ۷۹
شکل ۲۰-۳: نمودار چرخه عمر فناوری ۸۲

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱: روند رشد مصرف انرژی کشور امارات تا سال ۲۰۳۰ ..... ۱۵
جدول ۲-۱ : جزئیات مصرف انرژی تجدیدپذیر در بخش ساختمان در ۲۰۱۰ و برنامه برای سال ۲۰۳۰ ..... ۱۶
جدول ۳-۱: سهم انرژیهای تجدیدپذیر در بخش های مختلف تا سال ۲۰۳۰ ..... ۱۶
جدول ۴-۱: اسناد بالادستی ۲۸
جدول ۵-۱ موارد قابل برداشت از قوانین جهت تدوین بیانیه اولیه چشم انداز ۳۲
جدول ۱-۲: خانوارهای شهری کشور بر حسب استفاده از امکانات و تجهیزات سرمایشی به تفکیک نوع واحد مسکونی: ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ ..... ۳۹
جدول ۲-۲: خانوارهای شهری کشور که واحد مسکونی خود راخنک میکنند بر حسب امکانات و تجهیزات سرمایشی: ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ ..... ۴۰
جدول ۳-۲: تعداد مشترکین خانگی و عمومی از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۴۰۴ ..... ۴۳
جدول ۴-۲: خلاصه فرضیات و تغییرات بار الکتریکی هر سیستم سرمایشی در اثر تغییر رتبه ۴۴
جدول ۵-۲: میزان صرفهجویی در مصرف برق بر حسب تعداد برای سناریوی جایگزینی کولرهای آبی ۴۴
جدول ۶-۲: میزان صرفه جویی در مصرف برق بر حسب تعداد برای سناریوی جایگزینی کولرهای گازی ۴۵
جدول ۷-۲: میزان صرفهجویی در مصرف برق در صورت جایگزینی ۱ میلیون واحد کولر آبی/گازی با رتبه انرژی D با رتبه انرژی B یا A ۴۵
جدول ۱-۳: سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوریهای اواخر رشد و بلوغ ۵۹
جدول ۲-۳: سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوریهای دورههای معرفی و اوایل رشد ۶۰
جدول ۳-۳: معیارهای توانمندی تهویه مطبوع در ساختمان ۶۷
جدول ۴-۳: تعیین سطح توانمندی فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان ۶۹
جدول ۵-۳: حجم بازار فناوری های اولویت دار سرمایشی در ساختمان ۸۰
جدول ۶-۳: چرخه عمرفناوریهای اولویت دار سرمایشی در ساختمان ۸۲

جدول ۷-۳: شکاف تکنولوژیک فناوریهای اولویتدار سرمایشی در ساختمان ۸۳
جدول ۸-۳: سبک اکتساب فناوریهای اولویتدار سرمایشی در ساختمان ۸۳
جدول ۱-۴: بازیگران و ذینفعان فعال در حوزه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی ۹۰

فصل اول

بازنگری تدوین چشم‌انداز فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان در سطح ملی

۱-۱- مقدمه

تعیین ارکان جهت‌ساز به‌منظور شکل‌دهی به آینده‌ای مطلوب و مورد انتظار صورت می‌گیرد. شکل‌دهی آینده‌ی مطلوب، هم به‌معنی ایجاد یک تصویر از این آینده و هم به معنی تعیین مسیر و چگونگی دستیابی به آن است. بنابراین مأموریت این سطح را می‌توان ترسیم آینده مطلوب از طریق چشم‌انداز و اهداف کلان و نیز تعیین مسیر رسیدن به این آینده از طریق راهبردها و سیاست‌ها تعریف کرد. همان‌طور که از نام این سطح پیداست، پیاده‌سازی مؤلفه‌های آن در یک مورد عملیاتی به تعیین ارکان جهت‌ساز توسعه فناوری می‌انجامند. تعیین اهداف خرد، اقدامات، و سیاست‌های اجرایی در قالب برنامه اقدامات و سیاست‌ها و در سطح بعدی صورت می‌گیرد.

پیش از بررسی مؤلفه‌های تدوین ارکان جهت‌ساز، لازم است تا ادبیات این حوزه مورد بررسی قرار گیرد. این مرور ادبیات، پشتوانه علمی لازم برای تهیه روش‌شناسی پیشنهادی در بخش تدوین ارکان جهت‌ساز را ارائه می‌کند. با توجه به هدف و مأموریت مؤلفه‌هایی که در ارکان جهت‌ساز مورد بحث قرار می‌گیرند، باید از حوزه ادبیاتی گسترده‌ای برای طراحی گام‌های این مؤلفه‌ها استفاده نمود. به‌طور کلی، از آنجا که تا کنون بسیاری از مفاهیم مربوط به مداخله هوشمندانه دولت‌ها در سطح ملی و در قالب اسناد ملی (که مخالف با جریان حاکم اقتصادی نئوکلاسیک است) به‌صورت گسترده و عمیق در ادبیات به بحث گذاشته نشده است، در تدوین روش‌شناسی این حوزه مناسب است تا در ابتدا مفاهیم موجود در حوزه‌های نزدیک استفاده گردد. در این راستا، ادبیات مدیریت فناوری را می‌توان مرتبط‌ترین حوزه با نیازهای بخش ارکان جهت‌ساز دانست که مهمترین جزء آن تدوین راهبرد است. برای این منظور، مبانی و مفاهیم مدیریت فناوری و زیرشاخه‌هایی از آن که قابلیت استفاده در طراحی مؤلفه‌های ارکان جهت‌ساز را دارند مورد بررسی قرار می‌گیرند. این زیرشاخه‌ها عبارتند از بررسی راهبردهای بنگاهی فناوری، راهبردهای ملی فناوری، مدل‌های ارزیابی توانمندی فناوری و مدل‌های اکتساب فناوری. مرور راهبردهای بنگاهی و ملی فناوری به‌منظور بدست آوردن بینش نسبت به ساختار و اجزاء تشکیل‌دهنده راهبرد فناوری در سطح ملی صورت می‌پذیرد. بررسی مدل‌های ارزیابی فناوری نیز در راستای انتخاب اولویت‌های فناورانه (که بخشی از راهبرد ملی فناوری است) صورت می‌گیرد. در نهایت، مدل‌های اکتساب فناوری برای استفاده در تعیین سبک اکتساب فناوری (به‌عنوان بخشی دیگر از راهبرد ملی فناوری) مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۲- متدولوژی

چشم‌انداز عبارتست از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلندمدت و متناسب با مبانی ارزشی جامعه تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر چشم‌انداز، بیان صریح سرنوشتی است که فناوری به سوی آن حرکت می‌کند و تصویر آینده‌ای است که کشور در جستجوی خلق آن است.

چشم‌انداز تصویری از وضعیت یک کشور است، زمانی که به اهداف و راهبردهای خود در یک بازه‌ی زمانی دست یافته باشد. این چشم‌انداز در قالب یک بیانیه به نحوی تنظیم می‌شود که چالش‌های راهبردی و هدف‌های تعیین شده کیفی در سند، ارتباط مستقیم و معناداری با یکدیگر داشته باشند؛ نیازهای جامعه را در آینده و حال، به‌عنوان هماهنگی بین جامعه و تصویر آینده در بیان کلمات و جملات یکسان نماید؛ و از کلمات و جملات آرمانی، قابل دست یافتنی، ارزشی، مقدس و نهادینه برای عبارت‌پردازی سند استفاده نماید.

چشم‌انداز توسعه فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگرانه تعریف شده باشد، می‌تواند مسیر توسعه فناوری را همواره هدفمند و جهت‌دار نماید و مانند چراغی در افق بلندمدت، فراروی کنش‌گران مختلف (دولت، صنعت، دانشگاه) قرار گیرد. آگاهی کامل سیاست‌گذاران به چشم‌انداز توسعه فناوری نیز می تواند آنها را در اتخاذ تصمیمات کلیدی و سیاست‌های اثرگذار یاری دهد.

از منظر چشم‌انداز، اکثر مدل‌های تدوین راهبرد ملی دارای گام تدوین چشم‌انداز مشخص و صریح می‌باشند. لکن برخی مدل‌ها نیز وجود دارند که به مراتب به وجود چنین عنصری در برنامه‌ریزی راهبردی ملی اشاره نکرده ولی به تدوین اهداف بلندمدت پرداخته‌اند. ضرورت تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری از این بابت است که تعهد، انگیزه، هیجان و انرژی را در میان کنش‌گران دخیل در توسعه فناوری افزایش داده و مقصدی را برای رسیدن ترسیم می‌نمایند. چشم‌انداز یک رکن جهت‌ساز کلان، ساده و قابل انتقال را ترسیم کرده تا راهنمای گام‌های مختلف انتخاب، اکتساب و سیاست‌گذاری فناوری باشد.

در ادبیات مدیریت راهبردی، چشم‌انداز بر اساس مدل‌های مختلفی (به‌عنوان بخشی از فرآیند تدوین برنامه راهبردی توسعه) تعریف شده است. اگرچه غالب این مدل‌ها برای تدوین راهبرد در سطح بنگاه طراحی شده‌اند، اما می‌توان نتایج حاصل از بررسی این تعاریف متفاوت را برای طراحی چشم‌انداز در سطح ملی استفاده نمود. برای این منظور، در زیر چهار نوع از مدل‌های تدوین راهبرد بنگاه که به تعریف چشم‌انداز پرداخته‌اند، بررسی می‌گردند. از بررسی این مدل‌ها و نیز

مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز در تدوین اسناد دیگر، یک چارچوب کلی برای تدوین چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی استخراج می‌گردد.

در ابتدا با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز که در ادبیات مدیریت راهبردی استفاده می‌شوند، سعی می‌شود تا نسبت به چگونگی تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری بینش حاصل شود.

فصل ۱ **مدل دیوید**

بر اساس این مدل، بیانیه چشم‌انداز در بنگاه‌ها بر اساس پاسخ به سوال «ما چه می‌خواهیم بشویم و به کجا می‌خواهیم برسیم؟» توسعه داده می‌شود. بیانیه چشم‌انداز باید کوتاه، و ترجیحاً یک جمله باشد، و از همه ذینفعانی که ممکن است ورودی و اطلاعاتی برای تدوین آن در اختیار داشته باشند، استفاده شود. برای مثال، چشم‌انداز یک مؤسسه حسابداری مدیریت عبارتست از:«رهبری جهانی در آموزش، تأییدکننده و گواهی‌دهنده، و اجرای حسابداری مدیریت و مدیریت مالی».

براساس نظر دیوید، چشم‌انداز به‌عنوان یکی از فرآیندهای ابتدایی در تدوین راهبرد، به‌عنوان ورودی‌های اولیه و عناصر بالادست در تمام قدم‌های این فرآیند نقش ایفا می‌نماید. تدوین چشم‌انداز نیز با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت می‌پذیرد.

فصل ۲ **مدل پاتریک لوئیس**

چشم‌انداز به سوال«چه چیزی می‌خواهیم ایجاد کنیم» پاسخ می‌دهد و یک تصویر ایده‌آل، واحد و جذاب از آینده ترسیم می‌نماید. چشم‌انداز تصویر جذابی از وعده‌هایی است که شور و اشتیاق و هیجان را در افراد و هنگام کار القا و الهام می‌کند. به زبان ساده چشم‌انداز مشترک، یک تصویر شفاف و مورد تائید ذینفعان می‌باشد که آینده را مشخص می‌کند.

به منظور مشخص و روشن نمودن و نیز تعریف فردای جدید، چشم‌انداز ساختاری را که راهنمای تمام تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و کارها باشد، فراهم می‌آورد. چشم‌انداز برای رسیدن به آینده‌ای که معمولاً کمی دورتر از دسترس می‌باشد، بر روی قوت‌های سازمانی و منابعی که باید توسعه بیابند تمرکز می‌کند. چشم‌انداز یک نیروی محرک است که باعث یک تلاش و جستجوی بی پایان برای موفقیت و برتری می‌شود.

فصل ۳ **مدل آلیسون**

در این مدل، چشم‌انداز تصویر راهنمای موفقیت است [1]. بیانیه چشم‌انداز به سوال«موفقیت چگونه است و شبیه چیست؟» جواب می‌دهد. چشم‌انداز باید گروه‌ها را به مبارزه و چالش بطلبد تا قابلیت‌هایشان را گسترش دهند و به اهدافشان برسند.

آلیسون در فرآیندی که برای مدیریت راهبردی طراحی نموده است، جایگاهی مشابه با دیوید برای تدوین مأموریت و چشم‌انداز قائل شده‌اند. او معتقد است که پس از کسب آمادگی و حصول مقدمات اولیه برنامه‌ریزی، اولین گام در فرآیند اصلی تدوین استراتژی (بعنوان رکن جهت‌ساز) باید تدوین چشم‌انداز مطلوب و آرمان باشد.

از نظر وی، بیانیه چشم‌انداز مؤثر باید هم چشم‌انداز داخل و هم چشم‌انداز خارجی را در نظر بگیرد. چشم‌انداز خارجی بر روی اینکه اگر بنگاه به اهدافش برسد جهان چگونه بهبود می‌یابد، تغییر می‌کند و متفاوت می‌شود، تمرکز دارد. هنگامی که چشم‌انداز خارجی بیان نمود که بنگاه چگونه برنامه‌ای برای تغییر جهان دارد، چشم‌انداز داخلی تعیین می‌شود.

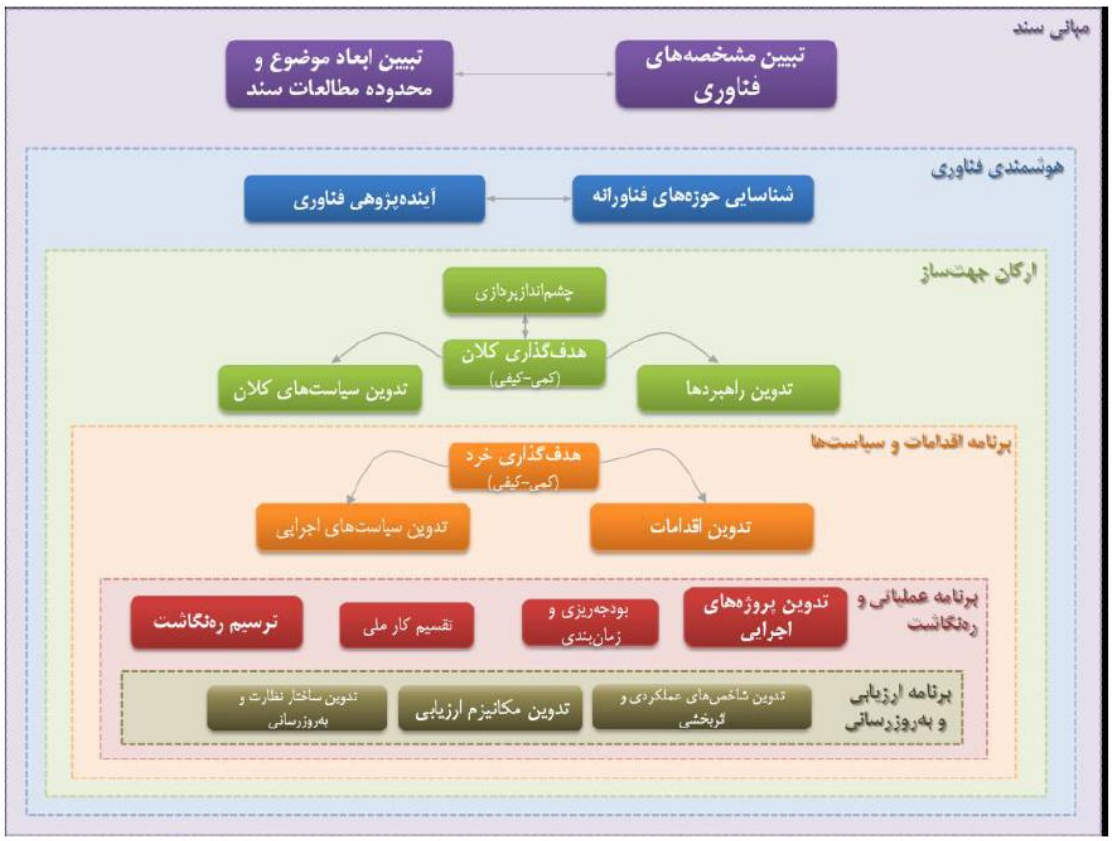
در این مدل پیش‌نویس بیانیه چشم‌انداز با ایده‌ها و نگرشی که از بحث‌ها و گفتگوها بیرون می‌آید و نیز احساس و بینش مشترکی که از مسیر (جهت) و انگیزه ایجاد می‌شود، آغاز می‌گردد. تمامی ذینفعان باید در طوفان فکری ابتدایی و نیز بعضی از گفتگوها حاضر باشند.

فصل ۴ **مدل مک‌میلان**

چشم‌انداز تصویر ذهنی قوی از آنچه که ما در آینده می‌خواهیم بشویم، می‌باشد. چشم‌انداز ریشه در واقعیت دارد، اما روی آینده تمرکز می‌نماید. تدوین چشم‌انداز، فرآیندی شامل روشن نمودن ارزش‌ها، تمرکز بر روی مأموریت و گسترش افق با استفاده از بیانیه چشم‌انداز است. تدوین چشم‌انداز، راه و روش‌های خلاقانه برای چالش‌های کسب و کار فراهم می‌آورد و جرقه ارزیابی و یادگیری پیوسته در سازمان را بوجود می آورد.

از نظر وی دلایل تدوین چشم‌انداز سازمان عبارتند از: هماهنگی و متناسب کردن کار افراد مختلف، کمک به همه برای تصمیم‌گیری، ایجاد اصول و پایه‌ای برای برنامه ریزی کسب و کار، به چالش کشیدن اوضاع راحت و غیر ایده‌آل شرایط فعلی، و ایجاد رفتارهای متجانس و موافق در افراد به صورت قابل توجه.

با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز کسب آگاهی از مطالعات تطبیقی صورت پذیرفته، ترسیم افق چشم‌انداز در مراحل کلی نشان داده شده در شکل ۱-۱ به انجام می‌رسد.



شکل .Error! No text of specified style in document-۳۲: چارچوب پیشنهادی در چشم‌انداز پردازی

همانطور که اشاره شد مراحل ترسیم افق چشم‌انداز در چهار مرحله‌ی کلی به شرح زیر می‌باشد:

۱) جمع‌آوری اطلاعات اولیه و ترسیم چشم‌انداز

جمع‌آوری ورودی‌های لازم برای ترسیم چشم‌انداز از راه‌های زیر صورت می‌پذیرد:

- جمع‌آوری اطلاعات اولیه–مطالعات الگوبرداری: استفاده از تجارب دیگر کشورها در زمینه توسعه فناوری‌های راهبردی روشی دیگر در ترسیم چشم‌انداز است. در این زمینه می‌توان از آینده‌های ترسیم شده در سایر کشورها، مانند هدف‌گذاری‌های بلندمدت، حوزه‌های کاربردی قابل تأکید، و غیره برای تعیین افق چشم‌انداز داخلی بهره برد.
- جمع‌آوری اطلاعات اولیه – بررسی اسناد بالادستی: پیش از شروع هر بحث دیگر تدوین چشم‌انداز، ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح‌ها و راهبردهای کلان تدوین شده در سطوح بالاتر، و اصول

ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از بستر فعلی و نگاه‌های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد.

- جمع‌آوری اطلاعات اولیه –نظرسنجی متخصصین: بیان یک نتیجه بر پایه یک مجموعه شواهد یا انتظارات از آینده که از اطلاعات و منطق افراد آشنا با موضوع مورد نظر حاصل می‌شود، یکی دیگر از راه‌های تأمین ورودی‌های لازم برای ترسیم افق چشم‌انداز است. اندیشه‌ها و تفکرات خبرگان حوزه فناوری از آینده پیش رو سهم قابل توجهی در ترسیم چشم‌انداز دارد.

۲) تدوین بیانیه چشم‌انداز

بیانیه چشم‌انداز توسط تحلیل‌گران و مشاوران تهیه می‌شود. در این مرحله بر مبنای ورودی‌های حاصل از مراحل قبل (هوشمندی فناوری، اطلاعات اولیه)، به ترسیم افق چشم‌انداز پرداخته می‌شود. با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز با بهره‌گیری از مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز، لازم است تا به مؤلفه‌های ضروری چشم‌انداز و نیز ویژگی‌های افق چشم‌انداز در سطح ملی توجه شود. بر این اساس، ویژگی‌های یک چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی به شرح زیر است:

- تدوین چشم‌انداز باید با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت گیرد.
- چشم‌انداز باید به تصویری شفاف و مورد تأیید همه ذینفعان منجر شود.
- چشم‌انداز باید در رسیدن به آینده‌ای که معمولاً کمی دورتر از دسترس می‌باشد، بر روی قوت‌ها و منابعی که باید توسعه بیابند تمرکز کند.
- در تدوین چشم‌انداز هم باید بر چگونگی تغییر محیط در خارج (چشم‌انداز خارجی) و نیز تصویر مطلوب در محیط داخل (چشم‌انداز داخلی) تمرکز صورت پذیرد.

همچنین، یک افق چشم‌انداز ملی باید دربرگیرنده‌ی مؤلفه‌های زیر باشد[۳۹]:

[۳۹] یک بیانیه چشم‌انداز لزوماً دربرگیرنده‌ی تمام این مؤلفه‌ها باهم نیست. این‌ها درحقیقت مجموعه مؤلفه‌هایی هستند که وجود بعضی از آن‌ها مانند افق چشم‌انداز در بیانیه ضروری و اشاره به بعضی دیگر مانند جایگاه فناوری اختیاری است.

- درنظرگیری بعد زمان و افق برنامه‌ریزی برای ایده‌آل‌های ذکر شده در بیانیه چشم‌انداز
- اشاره به جایگاه و رتبه‌ی عددی توانمندی فناورانه در منطقه و جهان
- ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی
- درنظرگیری ملاحظات اصول ارزشی
- توجه به سطح رقابت‌پذیری فناوری تولیدی
- تعیین حوزه‌ی کاربرد فناوری
- اشاره به نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه
- تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)

۳) تأیید و نهایی‌سازی بیانیه چشم‌انداز

چشم‌انداز تعریف شده توسط تحلیل‌گران و مشاوران در مرحله قبل باید برای نهایی شدن به تأیید کمیته راهبری مسئول توسعه فناوری، متشکل از خبرگان صنعت، دولت و دانشگاه برسد. این تأیید علاوه بر نمایش صحت آینده ترسیم شده، به همگرا شدن نظرات خبرگان در مورد هریک از مؤلفه‌های آینده فناوری نیز منجر می‌شود.

٤) دریافت بازخورد از سایر مراحل

ترسیم چشم‌انداز باید در تعامل با گام‌های بعدی صورت پذیرد. به‌عبارت دیگر، چشم‌انداز تعریف شده در این بخش بدون دریافت بازخورد از سایر گام‌ها می‌تواند ماهیتی خارج از واقعیت و غیرعملیاتی داشته باشد. بنابراین در این گام لازم است تا چشم‌انداز اولیه تعریف شده با انجام هر گام (تعیین راهبردهای کلان، تحلیل عملکرد، و وضع سیاست‌ها) مورد بازنگری قرار گرفته و تغییرات لازم در مؤلفه‌های آن صورت پذیرد.

در این بخش از گزارش که به بازنگری چشم انداز و بازنگری اهداف کلان سند راهبردی مدیریت بارهای سرمایشی پرداخته می‌شود در ابتدا اثرات بارهای سرمایشی بر روی بار شبکه مورد مطالعه قرار می‌گیرند. سپس به منظور برآورد روند آینده بارهای سرمایشی و میزان سهم آن در بار کل و پیک بار شبکه در فصول بعدی مدل ریاضی بر اساس آمارهای موجود سازمان آمار کشور از تعداد خانوارها و سیستم‌های سرمایشی انجام می‌گردد. همچنین پتانسیل های کاهش مصرف

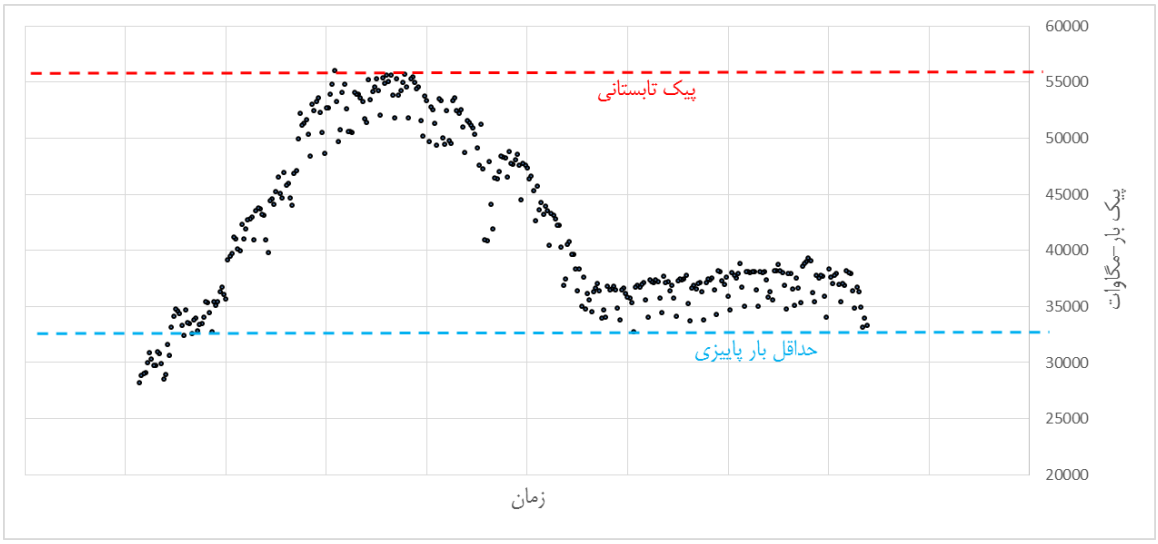
انرژی الکتریکی و بار الکتریکی در بخش سرمایش تهویه مطبوع ساختمان بررسی می‌گردد. در پایان چشم انداز و مجموعه ای از اهداف کلان که با مدیریت بارهای سرمایشی و اجرایی شدن این سند قابل دستیابی است تدوین و ارائه می‌گردد.

۱-۳- تأثیرات بارهای سرمایشی بر روی صنعت برق

همانطور که در گزارش مرحله اول در بحث ضرورت مدیریت بارهای سرمایشی از دیدگاه فنی نیز تشریح شد، سیستم‌های سرمایشی تنها در فصل گرم وارد مدار می‌شوند و اغلب سیستم‌های سرمایشی موجود در کشور نیز مصرف‌کننده انرژی الکتریکی هستند، لذا باعث وجود مشکلاتی در صنعت برق و تحمیل هزینه‌های زیادی بر این صنعت شده‌اند. سیستم‌های سرمایشی از دو جنبه مهم مورد در صنعت برق مورد اهمیت هستند:

- سیستم‌های سرمایشی سهم بالایی در مصرف برق کشور در بخش ساختمان را دارند.
- اضافه ظرفیت شبکه در فصول سرد نسبت به گرم فقط بخاطر وجود سیستم های سرمایشی است. به عبارت دیگر مهمترین عامل پیک بار در شبکه بارهای الکتریکی هستند که برای تأمین بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان بکار گرفته می‌شوند.

با توجه به مطالب عنوان‌شده به منظور پیش بینی روند افزایش تقاضا برای بار الکتریکی و انرژی الکتریکی مصرفی می‌بایست روند بار الکتریکی شبکه برق در چند سال اخیر مورد مطالعه قرار گیرد و سهم سیستم‌های سرمایشی با مطالعه این روند استخراج گردد. به همین دلیل با استفاده از اطلاعات منتشر شده توسط مدیریت شبکه برق کشور [2]، تغییرات پیک بار الکتریکی در ۱۲ ماه منتهی به اسفند ۹۸ استخراج و در شکل **Error! No text of specified style in document.**-۲ نشان داده شده است.

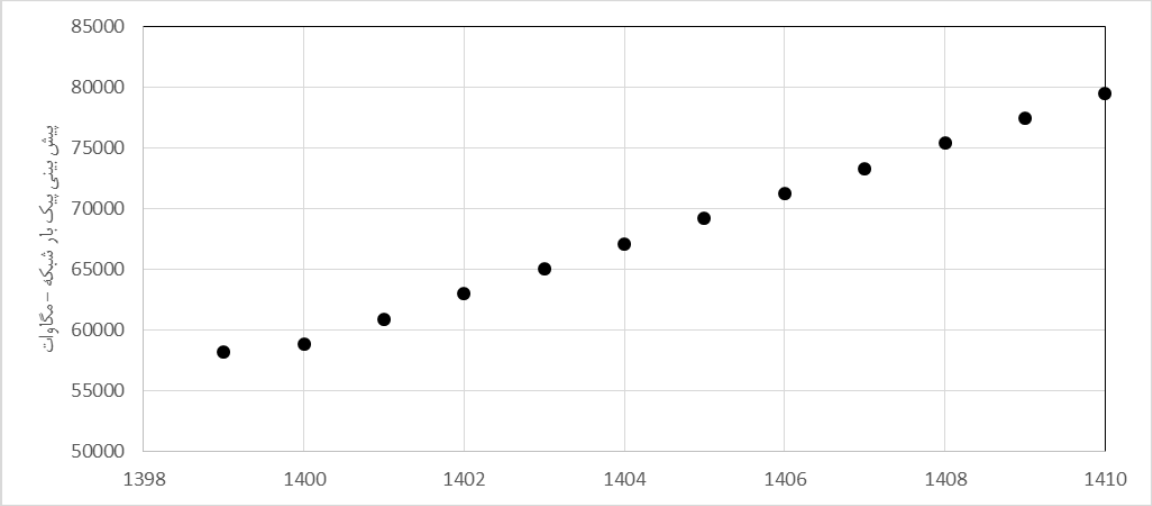


شکل .Error! No text of specified style in document–**۳۳: پیک بار سالیانه منتهی به اسفند ۹۸** [2]

همانطور که در شکل ۱–۲ نیز نشان داده شده است اختلاف پیک بار شبکه برق کشور در تابستان سال ۹۸ نسبت به حداقل بار پاییزی حدود ۲۱۰۰۰ مگاوات است که تقریباً تمامی این اختلاف پیک بار ناشی از روشن بودن سیستم‌های سرمایشی است. در سالهای اخیر با توجه برنامه‌های شرکت های توزیع برق صنایع بزرگ در فصل تابستان و در مواقع پیک بار با به مدار آوردن نیروگاه‌های مقیاس کوچک داخلی خود اقدام به کاهش پیک بار می‌کنند. لذا پیک بار سیستم‌های سرمایشی بیش از مقدار ذکر شده بوده و حداقل آن ۲۱۰۰۰ مگاوات می باشد.

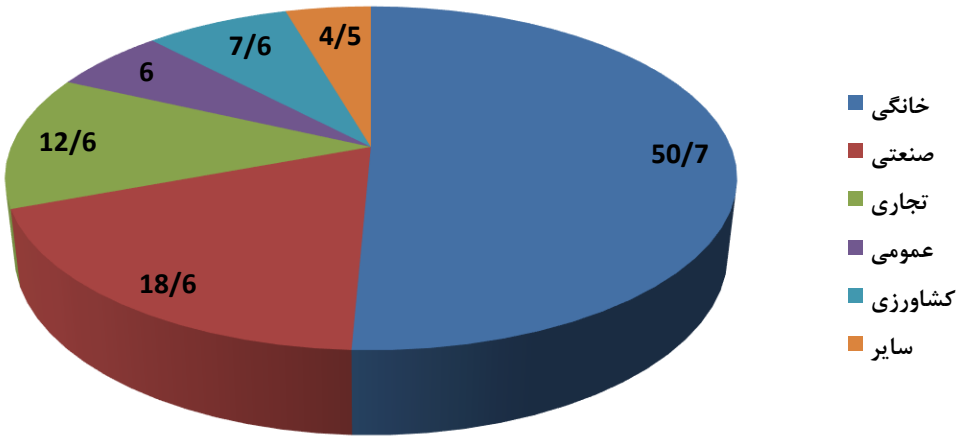
بر اساس گزارش آمار ماهیانه صنعت برق پیک بار تا پایان شهریور ۱۳۹۹ برابر با ۵۸۲۵۴ مگاوات می‌باشد که نسبت به پیک سال قبل حدود ۱ درصد رشد داشته است [3]. پیک مصرف سال ۱۳۹۸ برابر با ۵۷۶۸۱ مگاوات بوده که نسبت به سال ۱۳۹۷ با پیک مصرفی ۵۷۰۹۸ مگاوات حدود ۱ درصد رشد نشان می‌دهد [4].

با در نظر گرفتن روند رشد برای سالهای آینده می توان پیک بار شبکه برق را پیش‌بینی نمود. بر این اساس پیک بار شبکه برق برای سالهای ۱۴۰۰ الی ۱۴۱۰ پیش‌بینی شده است که نتایج آن در شکل ۱–۳ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، بر این اساس در سال ۱۴۰۴ پیک بار شبکه به ۶۷۱۰۰ مگاوات ودر سال ۱۴۱۰ به حدود ۸۰۰۰۰ مگاوات خواهد رسید.



شکل Error! No text of specified style in document.-**۳٤: پیش‌بینی پیک بار شبکه تا سال ۱٤۱۰**

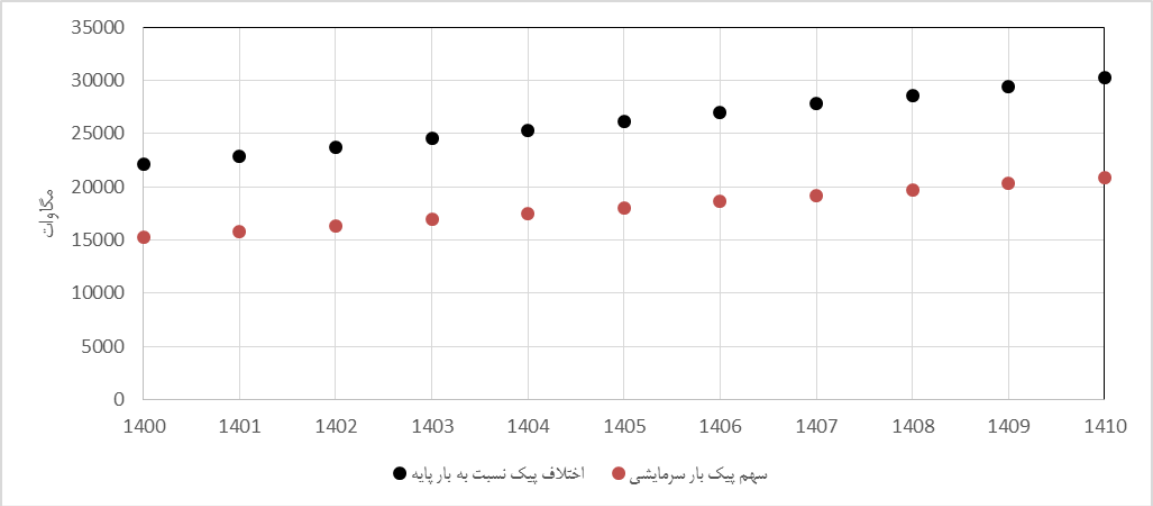
بنابر آمار منتشر شده از طرف توانیر، سهم هر یک از مولفه های پیک بار در شکل ۱-۴ نشان داده شده است.



شکل Error! No text of specified style in document.-**۳۵: سهم هر یک از مولفه های پیک بار** [5]

بیشترین سهم پیک بار مربوط به بخش خانگی می‌باشد. همچنین تمامی پیک بار بخش‌های خانگی، عمومی و تجاری مربوط به سرمایش تهویه مطبوع در ساختمان می‌باشد که معادل ۶۹/۳ درصد از کل پیک بار می‌باشد [5]. پیک بار بخش های صنعتی، کشاورزی و سایر نیز مربوط به سیستم‌های سرمایشی و سایر مصارف می باشد که تعیین سهم سرمایش در آنها به دلیل نبود اطلاعات امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا اعداد حاصل‌شده برای بارهای سرمایشی حداقل مقدار خواهد بود. به منظور پیش‌بینی روند پیک بار الکتریکی ناشی از کارکرد سیستم‌های سرمایشی در شکل ۱-۵ اضافه بار

شبکه در فصل گرم نسبت به فصل سرد نشان داده شده است که با در نظر گرفتن حداقل سهم ۶۹/۳ درصدی برای سیستم‌های سرمایشی اضافه‌بار ناشی از سیستم‌های سرمایشی محاسبه می‌گردد.



شکل .Error! No text of specified style in document-**۳۶: پیش‌بینی اضافه بار پیک نسبت به بار پایه و اضافه‌بار سرمایشی تا سال ۱۴۱۰**

همانطور که در شکل ۱-۵ نشان داده شده است، اختلاف پیک بار شبکه با بار پایه شبکه از مقدار ۲۲۷۰۰ مگاوات در سال ۱۴۰۰ به ۳۰۲۰۰ مگاوات در سال ۱۴۱۰ خواهد رسید. بنابراین قسمتی از اضافه بار شبکه که ناشی از بارهای سرمایشی می‌باشد به میزان ۵۶۷۰ مگاوات رشد خواهد نمود و از حداقل میزان ۱۵۲۰۰ مگاوات در سال ۱۳۹۹ به حداقل مقدار ۲۰۸۷۰ مگاوات در سال ۱۴۱۰ خواهد رسید. با توجه به اینکه افزایش پیک بار شبکه مقدار قابل توجهی می‌باشد و نیازمند افزایش ظرفیت نیروگاه ها به میزان بسیار قابل ملاحظه‌ای است، لذا شناسایی مولفه پیک بار سرمایشی ضرورت دارد که در ادامه روند این شناسایی تشریح شده و از نتایج آن در تدوین اهداف کلان استفاده می‌گردد.

۱-۴- مطالعات تطبیقی

در گزارش "سند راهبردی و بررسی نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش های کاهش مصرف انرژی در سیستم های سرمایش–فروردین ۹۴" سه کشور آمریکا، ترکیه و عربستان هر کدام به دلایلی از جمله دارا بودن تنوع اقلیمی مشابه ایران، توسعه یافته یا در حال توسعه بودن و یا همجواری با ایران مورد بررسی قرار گرفتند. همانطور که در بخش‌های مختلف این گزارش مشخص شد برای کشورهای آمریکا و عربستان بخش سرمایش در ساختمان ها یکی از مصرف کنندگان اصلی حامل های انرژی بویژه برق است.

کشور آمریکا بیشتر برنامه های خود را متمرکز بر اختصاص برچسب انرژی برای ساختمان های موجود و ساختمان های در حال ساخت نموده است و داشتن بر چسب انرژی به عنوان یک الزام برای خرید و فروش در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر برچسب انرژی تأیید شده توسط مراجع ذیصلاح یک سند الزامی برای انجام معامله است. بیشترین سیستم های مورد استفاده در کشور آمریکا در ساختمان های تجاری شامل پکیج ها و سیستم های مرکزی CAV و VAV می باشد. مقایسه بار طراحی مورد نیاز و انرژی مصرفی برای اجزای مختلف در سه نوع سیستم پکیج، دبی هوای متغیر و دبی هوای ثابت به ازای واحد مساحت برای کشور آمریکا نشان داد که در هر سه سیستم کمپرسور بالاترین بار و مصرف انرژی را دارد. همچنین بار و انرژی مصرفی سیستم های پکیج بیش از دو سیستم دیگر است. هدفگذاری انجام شده در بخش سرمایش ساختمان آمریکا نیز شامل کاهش ۹۰ تراوات ساعتی برق مصرفی در سال ۲۰۳۰ نسبت به حالت پایه است. در کشور عربستان اسپلیت‌ها و کولرهای پنجره ای بالاترین سهم را در مصرف انرژی بخش سرمایش داشتند و همانطور که اشاره شد تشویق‌های مالی برای واردکنندگان و تولیدکنندگان سیستم‌های با EER بالاتر از اولویت‌های سیاستی برای کاهش بارهای سرمایشی و در نتیجه کاهش اوج بار شبکه برق در عربستان است.

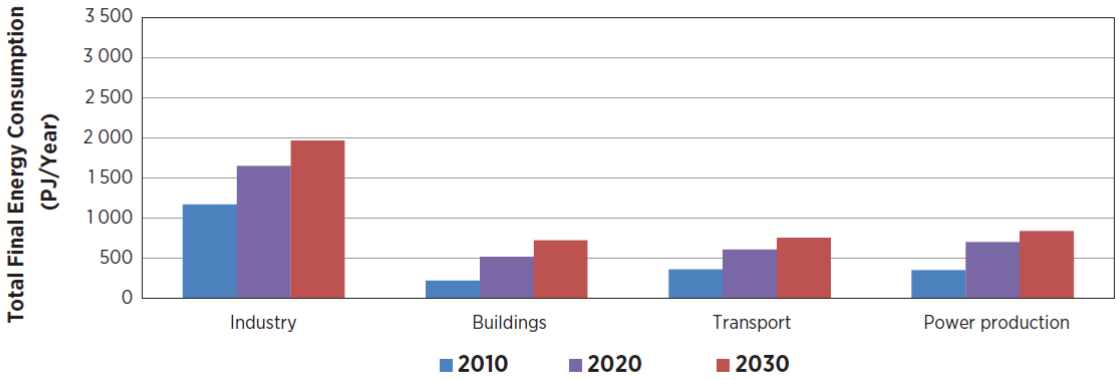
در این گزارش کشور امارات که از هر سه جهت ذکر شده مناسب می‌باشد نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد و علاوه بر آن چین و عربستان و داده‌های جدید آمریکا مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

فصل ۵ امارات

بخش ساختمان در امارات در مجموع ۰/۲ اگزا ژول[۴۰] در سال ۲۰۱۰ مصرف کرده است که بخش عمده این مصرف از انرژی الکتریکی تامین و بخشی از آن (۴۰ درصد) از محصولات نفتی و عمدتا از ال‌پی‌جی[۴۱] برای مصارف پخت‌وپز تامین گردیده است.

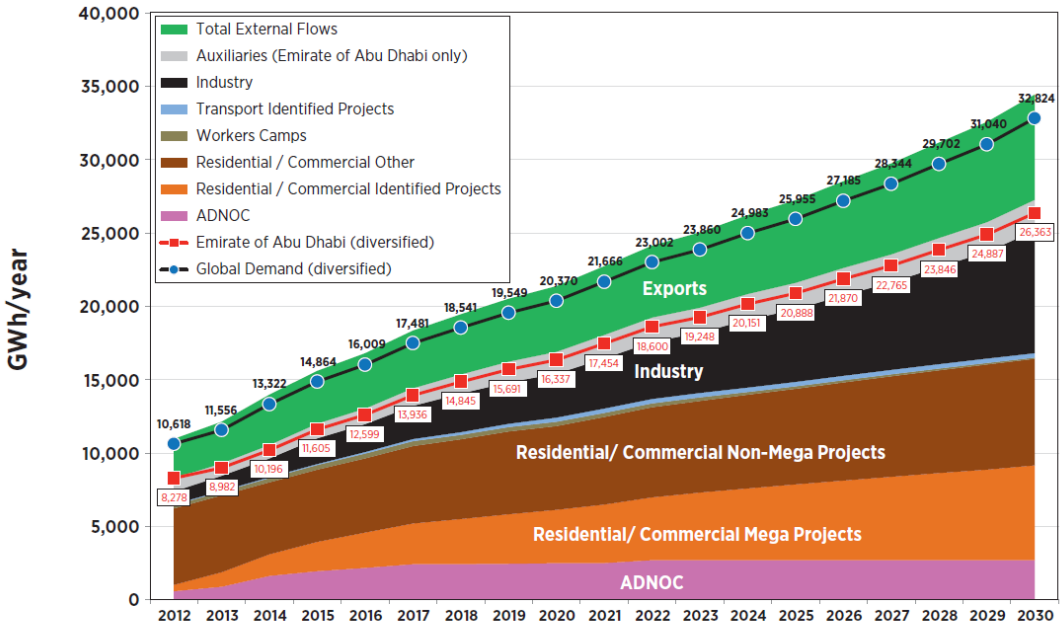
[۴۰] اگزا برابر با 10^{18}

[۴۱] *LPG*



شکل .Error! No text of specified style in document–**۳۷: مصرف کل انرژی در بخشهای مختلف کشور امارات در سال ۲۰۱۰ و پیش بینی برای سال ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ [6]**

همانگونه که در اشکال ۱-۶ و ۱-۷ نشان شده است، مصرف برق تجهیزات تهویه مطبوع ۴۱/۷ درصد از کل برق مصرفی می باشد. ۱۹/۶ درصد برای لوازم منزل،۵/۶ درصد برای گرمایش آب، ۱ درصد برای پخت‌وپز، ۱۳/۷ درصد برای روشنایی و ۱۸/۳ درصد برای دیگر مصارف است. این مقادیر بر اساس اطلاعات موجود از مصرف انرژی ساختمانی هر دو بخش مسکونی و تجاری در ابوظبی می‌باشد. در ماههای تابستانی انرژی مصرفی تجهیزات تهویه‌مطبوع دو برابر شده و پیک خواهد داشت و در زمستان به کمترین مقدار خود می‌رسد و بطور طبیعی دیماند مصرف انرژی الکتریکی ساختمان روند مشابهی را طی می‌کند.



شکل .Error! No text of specified style in document–**۳۸: جزئیات مصرف کل انرژی در بخشهای مختلف کشور امارات تا سال ۲۰۳۰[7]**

انتظار می‌رود که مصرف کلی انرژی در بخش ساختمان به ۰/۵ اگزا ژول در سال ۲۰۲۰ و ۰/۷ اگزا ژول در سال ۲۰۳۰ برسد. این پیش‌بینی‌ها در تطابق با پیش بینی های شرکت آب و برق ابوظبی ADWEC تا سال ۲۰۲۰ می باشد. بنظر می‌رسد که بخش عمده این مصرف انرژی تا سال ۲۰۳۰ از ساختمانهای مسکونی و تجاری نشات می‌گیرد (که شامل صادرات به امیرنشین‌های شمالی نیز می‌گردد) که برونگرایی شده تا شامل دوبی، شارجه، و امیرنشین‌های شمالی نیز باشد. در بازه زمانی ۲۰۰۵–۲۰۱۰، رشد جمعیت امارات بیش از ۱۴ درصد در سال بوده و انتظار می‌رود تا این نرخ کاهش یابد. در هر حال جمعیت امارات تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۱۲/۵ میلیون نفر خواهد رسید (۵۰ درصد افزایش از ۸/۴ میلیون در ۲۰۱۰). انتظار می‌رود که تا آن زمان دیماند انرژی افراد بصورت متناسبی با افزایش سطح رفاه شهروندان افزایش یابد.

محاسبات برای مصارف غیر الکتریکی در ساختمانها نشان می‌دهد که سهم انرژی غیر الکتریکی از ۴ درصد انرژی ساختمان در سال ۲۰۱۰ به ۲ درصد در سال ۲۰۳۰ کاهش یابد. اگر چه هنوز بسیاری از کاربردهای پخت‌وپز با ال‌پی‌جی است، ولی بسیاری از ساختمانهای مسکونی در حال گذار به مصرف برق برای اینگونه مصارف هستند. تا سال ۲۰۳۰ می‌بایست که مقدار کمی از گرمکنهای آب خورشیدی بکار گرفته شده باشد. روند رشد مصرف انرژی در کشور امارات تا سال ۲۰۳۰ در جدول ۱–۱ مشاهده می‌گردد.

جدول Error! No text of specified style in document.–**۲: روند رشد مصرف انرژی کشور امارات تا سال ۲۰۳۰ [6]**

	2010	2020	2030
Buildings TFEC (EJ/year)	0.2	0.5	0.7
Annual growth rate compared to 2010 (%/year)		8.8	6.1

سه راهکار مشخص برای بخش ساختمانی در امارات تا سال ۲۰۳۰ در نظر گرفته شده است:

- سرمایش فضای خورشیدی که به استفاده از سیستمهای سرمایش توزیعی مرکزی شده منجر می‌شود
- گرمایش خورشیدی آب
- مصارف پخت‌وپز با انرژی های تجدیدپذیر

اگر برق تجدیدپذیر مصرفی توسط دیگر لوازم منزل نیز در نظر گرفته شود، تخمین زده می‌شود که انرژیهای تجدیدپذیر (بصورت تجمیعی) ۲۹ درصد از نیازهای بخش ساختمانی را تا سال ۲۰۳۰ برآورده کند. سرمایش خورشیدی به همراه گرمکنهای آب خورشیدی بصورت تقریبی می‌تواند ۸ درصد از نیازهای انرژی بخش ساختمان را تا سال ۲۰۳۰ فراهم آورد. در حال حاضر، بازار گرمکن‌های آب خورشیدی بصورت ویژه‌ای تحت تاثیر قیمت انرژی در امارات رقابتی شده و

انتظار می‌رود که با افزایش قیمت انرژی در مرور زمان نیز رقابتی‌تر گردد. در جدول ۱-۲ جزئیات مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشور امارات در بخش ساختمان در سال ۲۰۱۰ و برنامه برای سال ۲۰۳۰ نشان داده شده است.

جدول Error! No text of specified style in document.-**۳ : جزئیات مصرف انرژی تجدیدپذیر در بخش ساختمان در ۲۰۱۰ و برنامه برای سال ۲۰۳۰ [6]**

	2010 PJ/year	2030 PJ/year	Share of TFEC (%)
TFEC	222	710	–
		REmap Options applied:	
Solar water heating	0	16.5	2.3
Cooking electricity (re-newable power demand)	0	5.8	0.1
Solar space cooling	0	38	5.3
Renewable electricity	<1	156	22
Total	<1	210	29

در جدول ۱-۳ خلاصه برنامه های کشور امارات برای سال ۲۰۳۰ در بخش های مختلف نشان داده شده است.

جدول Error! No text of specified style in document.-**٤: سهم انرژیهای تجدیدپذیر در بخش های مختلف تا سال ۲۰۳۰ [6]**

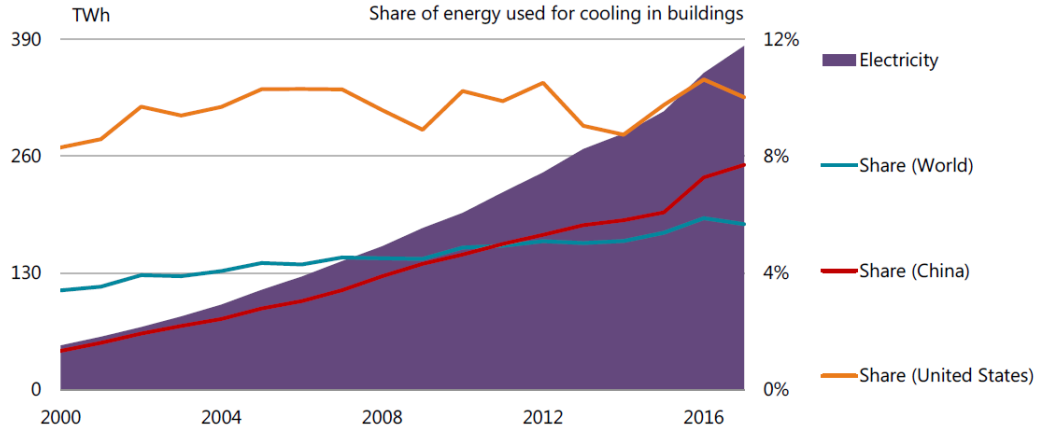
	Renewable share of:	as % of:	2010	2030 Reference Case	REmap 2030	RE use REmap 2030 (PJ/year)
Industry	Heat only	Heat consumption	0%	0%	4.6%	82
	incl. renewable electricity	Sector TFEC	0%	0%	5.5%	107
Buildings	Heat only	Heat consumption	0%	11%	80%	56
	incl. renewable electricity	Sector TFEC	0%	4%	29%	210
Transport	Fuel only	Fuel consumption	0%	0%	0%	0
	incl. renewable electricity	Fuel TFEC	0%	0%	1%	7.6
Power		Generation	0%	3%	25%	210
Total		**TFEC**	**0%**	**1%**	**10%**	**325**

فصل ۶

فصل ۷ **چین**

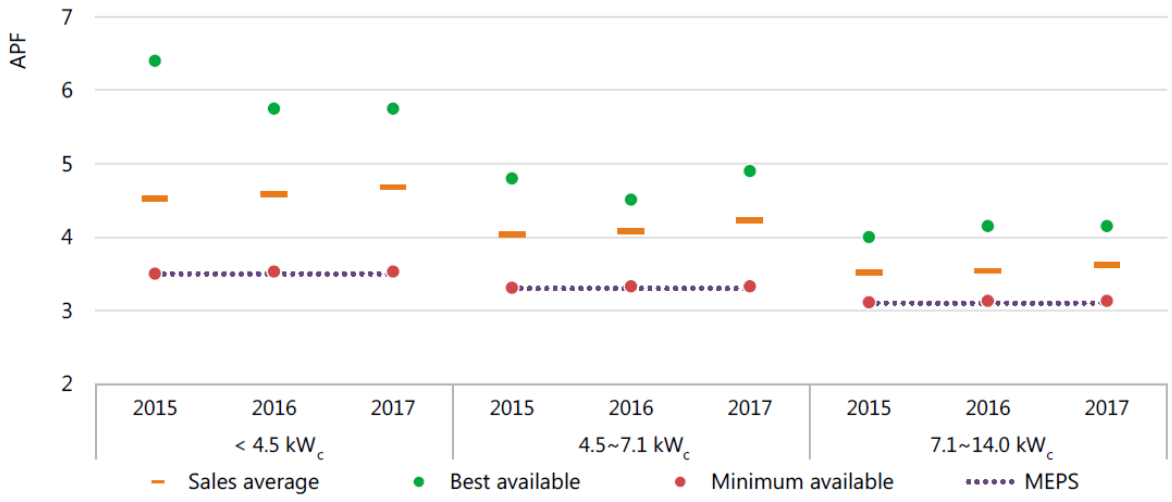
دیماند انرژی سرمایشی در بخش ساختمانی چین بسرعت در حال افزایش است که این امر سبب ایجاد فشار بر سیستم تولید و توزیع شده و همچنین به آلودگیهای زیست محیطی بیشتری منجر می‌گردد. چین بیشترین دیماند انرژی برای سرمایش ساختمان را در دو دهه اخیر تجربه کرده که این افزایش ۱۳ درصد در سال از سال ۲۰۰۰ بوده و به میزان مصرف برق ۴۰۰ تراواتساعت در سال ۲۰۱۷ می‌انجامد [8]. در نتیجه سرمایش ساختمان بیشتر از ۱۰ درصد از کل رشد مصرف انرژی از سال ۲۰۱۰ را شامل شده و حدود ۱۶ درصد از بار پیک شبکه در سال ۲۰۱۷ نیز به این سبب است. در روزهای بسیار گرم تابستان این مقدار می‌تواند به ۵۰ درصد پیک بار شبکه برسد. آلودگیهای مربوط به مونواکسیدکربن نشات گرفته از مصرف برق بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ پنج برابر گردیده که اهمیت این موضوع با در نظر گرفتن اینکه تولید برق به نیروگاههای ذغالی وابسته است بیشتر می‌گردد. مصرف انرژی در بخش سرمایش ساختمانی در چین در شکل ۱-۸ نشان داده شده است.

چین بزرگترین بازار جهانی برای سیستمهای تهویه‌مطبوع را دارا می‌باشد و تقاضا برای یونیت‌های با سایز بزرگتر بصورت مداوم در حال افزایش است. در حال حاضر، چین حدود ۷۰ درصد از تهویه‌مطبوع‌های اتاقی جهان را تولید می‌کند و حدود ۲۲ درصد از ظرفیت سرمایشی نصب شده در سراسر جهان را پوشش می‌دهد. فروش سیستمهای تهویه‌مطبوع از سال ۲۰۰۰ پنج برابر شده که دربرگیرنده ۴۰ درصد از فروش جهانی در سال ۲۰۱۷ می باشد. مینی‌اسپلیت‌ها –که مناسب شرایطی هستند که خانوار یک اتاق را فقط در زمانیکه در آن ساکن است و بمدت محدود و برای چند ساعت خنک کند– همچنان رایج هستند. مولتی‌اسپلیت‌ها و سیستمهای سرمایش مرکزی از نظر تعداد در حال افزایش هستند که این امر به سبب انتخاب معماران و تغییر ترجیحات مشتریان است. در نتیجه، سایز میانگین یونیت‌های جدید که در سال ۲۰۱۷ فروخته شد حدود ۷ کیلووات ظرفیت سرمایش بوده که این عدد در مدلهای قبلی ۳ تا ۵ کیلووات ظرفیت سرمایش بوده است. سیستمهای سرمایشی بزرگتر و مرکزی می‌توانند شدت مصرف انرژی را بصورت چشمگیری تغییر دهند[8] .



شکل –Error! No text of specified style in document.**۳۹: مصرف انرژی در بخش سرمایش ساختمانی در چین (سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۷) [8]**

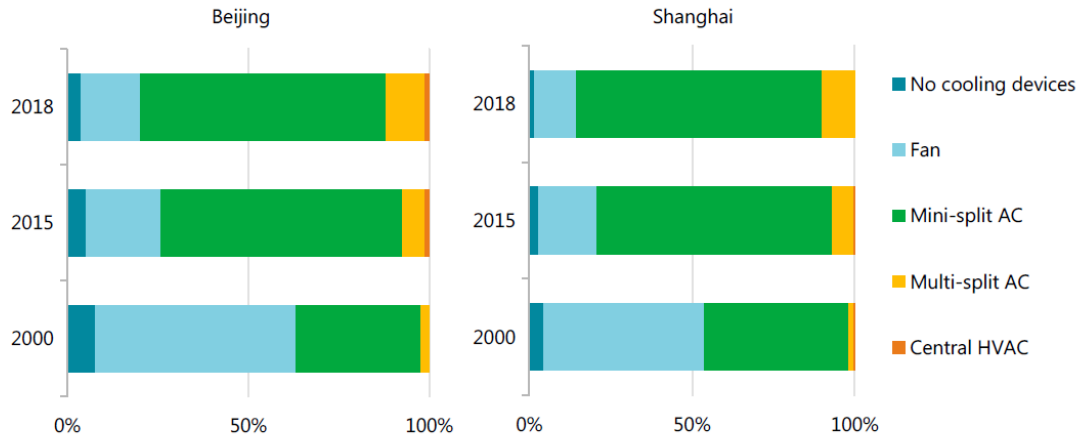
به این نکته مهم باید توجه گردد که عملکرد مجاز لزوماً منعکس کننده میزان مصرف انرژی در حالت کارکرد دستگاه نمی‌باشد. دو عامل اصلی که بر نسبت راندمان انرژی EER تجهیزات سرمایشی اثر می‌گذارد عبارت است از: کارکرد سیستم در بارهای پایین و راندمان سیستم توزیع. داده‌های زمان‌حقیقی نشان می‌دهند که EER اجرایی می‌تواند ۱۳ تا ۱۹ درصد از عملکرد انرژی مجاز کمتر باشد که علت عمده این تفاوت به کارکرد سیستم در بارهای پایین و جزئی می‌باشد. برای سیستمهای مرکزی بزرگتر، اغلب فاصله بزرگی در مصرف انرژی تجهیزات مورد نظر و کل سیستم (زمانیکه مصرف پمپها و سایر موارد در نظر گرفته شود) وجود دارد که این امر سبب می‌شود تا راندمان کلی سیستمها تا نیمی از عملکرد مجاز تجهیزات سرمایش کاهش یابد. لازم به ذکر است که APF[۴۲] نشان‌دهنده فاکتور عملکرد سالیانه می‌باشد. در شکل ۱–۹ دامنه تغییرات عملکرد انرژی مینی‌اسپلیت‌های سرعت‌متغیر نشان داده شده است.



شکل –Error! No text of specified style in document.**۴۰: دامنه تغییرات عملکرد انرژی مینی‌اسپلیت‌های سرعت-متغیر [8]**

بازار تهویه‌مطبوع در حال تغییر است و با قابلیتهای افزایش راندمان انرژی همگام نیست. در بین مینی‌اسپلیت‌های محبوب در سالهای دهه ۲۰۰۰، تکنولوژی راندمان بالای اینورتر سرعت‌متغیر در حال کسب مقبولیت بیشتر است. با این حال، راندمان عملکرد میانگین این یونیت‌ها در محصولات جدید همچنان ۶۰ درصد از بهترین محصولات و ۲۰ درصد از گزینه‌های معمول موجود پایین‌تر می‌باشد. این اختلاف در دیگر انواع تجهیزات مانند مولتی‌اسپلیتها نیز بصورت مشابهی وجود دارد و نشان‌دهنده اختلاف عمیق بین استانداردهای مینیمم انرژی عملکردی و راندمان موجود در بازار است.

[42] *Annual Performance Factor*



شکل Error! No text of specified style in document.-**٤١: نوع انتخابی تجهیزات تهویه مطبوع در چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ دستخوش تغییرات شده است [8]**

چین رشد سریع و استثنایی در دیماند بار سرمایشی از سال ۲۰۰۰ تجربه کرده است. اما حدود ۴۰ درصد از خانوارها همچنان مالک سیستم تهویه مطبوع شخصی نمی‌باشند. همچنان که سطح درآمدها به رشد ادامه می‌دهد، مالکیت یونیت‌های تهویه‌مطبوع نیز افزایش یافته که این عدد می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ به ۸۵ درصد برسد.

نوع انتخابی تجهیزات تهویه مطبوع در چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ دستخوش تغییرات شده است (شکل ۱-۱۰). بدون سیاستگذاری قوی، برق مصرفی برای مصارف سرمایشی در چین می تواند تا ۷۵۰ تراوات‌ساعت یا بیشتر در سال ۲۰۳۰ برسد. علت این امر افزایش دیماند سرمایش و اصلاح ضعیف و ناکافی راندمان انرژی تجهیزات فروخته شده می‌باشد که محاسبات نشان می‌دهد با روند کنونی تنها به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سال ۲۰۱۷ بهبود یابد. حرکت به سمت رفتارهای سرمایش ساختمان در ظرفیت کامل و در تمامی زمانها می‌تواند دیماند را تا سال ۲۰۳۰ حتا تا ۹۰۰ تراوات‌ساعت و بیشتر افزایش دهد.

چین می‌تواند از دو برابر شدن دیماند انرژی الکتریکی برای خدمات سرمایش تا سال ۲۰۳۰ از طریق روشهایی که می‌تواند بسرعت در بهبود راندمان انرژی منعکس شود و امروزه هم در تکنولوژی تهویه‌مطبوع در بازار در دسترس است، پیشگیری نماید. تا سال ۲۰۳۰، راندمان میانگین دستگاههای تهویه‌مطبوع نصب شده در چین ۵۰ درصد از میانگین سال ۲۰۱۷ بیشتر خواهد بود. در نتیجه دیماند سرمایشی آینده در سال ۲۰۳۰ حدود ۲۰۵ تراوات ساعت از سناریویی که شرایط با روند کنونی ادامه داده شود کمتر خواهد بود. امکان کاهش بیشتر ۱۰۰ تراوات ساعت دیگر با طراحی بهتر سیستمهای سرمایشی، وسایل سرمایشی هوشمند و متصل به شبکه، و اصلاح طراحی و پوسته ساختمانها وجود دارد.

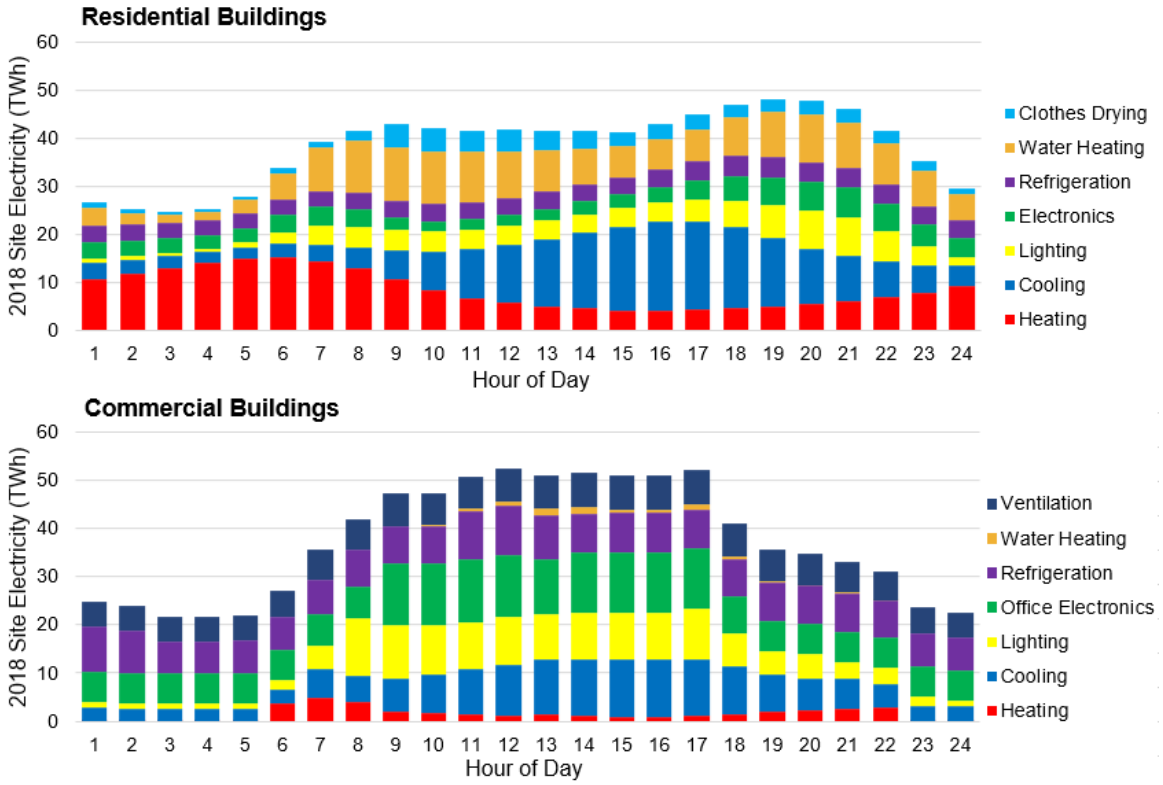
روند سالهای اخیر نشان می‌دهد که بازار بخودی خود تمایلی جهت بکارگیری تجهیزات سرمایش پر راندمان ندارد و بعید بنظر می‌رسد که سازندگان و معماران به سمت طراحی سیستمها و خانه های با راندمان انرژی بالاتر قدم بردارند. در

نتیجه اتخاذ سیاستهای موثر به منظور کاهش رشد مداوم در دیماند بار سرمایشی در بخش ساختمانی چین بسیار ضروری خواهد بود. دولت چین سیاستهای ذیل را برای کاهش دیماند بار سرمایشی و افزایش راندمان انرژی اتخاذ کرده است [8]:

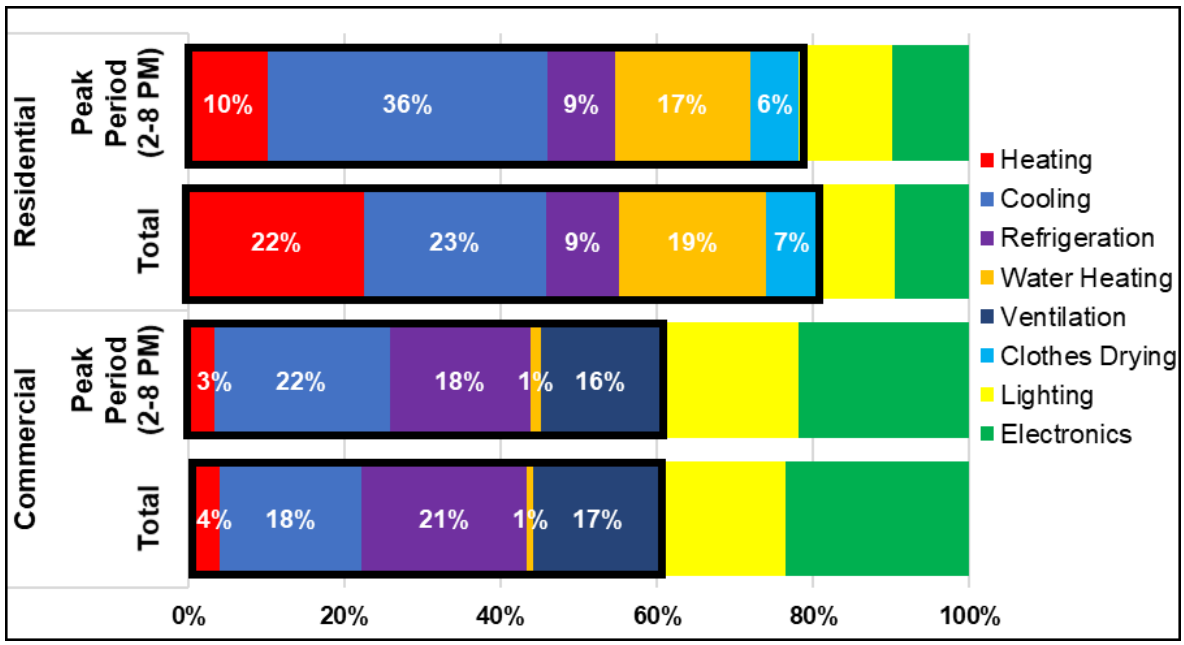
- اصلاح و تقویت استانداردهای عملکرد موجود و هدایت تجهیزات موجود به سمت بهترین تکنولوژی موجود
- همکاری با سازندگان و صنعتگران برای آگاه‌سازی بیشتر آنها از اهمیت سایزینگ مناسب سیستمهای تهویه-مطبوع، نصب، راه‌اندازی و تعمیرات آن
- توسعه سیاستهای انرژی بخش ساختمانی به منظور در برگرفتن مناسبتر نیازهای انرژی سرمایشی و تشویق به منظور طراحی مناسب ساختمان و سیستم سرمایشی، سرمایش پسیو و ایجاد فرصت برای استفاده از ونتیلاسیون طبیعی
- اجرای برنامه های تشویقی برای مصرف کنندگان (بعنوان نمونه از طریق قبض نهایی آنها) برای ایجاد انگیزه به منظور مشارکت در تنظیمات شرایط آسایشی دستگاهها
- همکاری و تشویق سازندگان و مصرف‌کنندگان به منظور استفاده از سیستمهای هوشمند پاسخگو که نیازهای مصرف‌کننده در زمان و مکان مناسب برآورده می‌سازد.

فصل ۸ **آمریکا**

تهویه مطبوع، گرمایش آب، لوازم منزل و یخچالهای تجاری در دو بخش مسکونی و تجاری به ترتیب ۷۴۰ تراوات ساعت و ۵۴۴ تراوات ساعت برق مصرف می‌کنند که دربرگیرنده ۸۰ درصد و ۶۱ درصد از کل برق مصرفی مسکونی و تجاری می‌باشد [9]. بدلیل همپوشانی با ساعات پیک بار تابستان، بارهای سرمایشی از یک نقطه تمرکز ویژه و با اهمیت برخوردار هستند. در بخش مسکونی، ۷۴ تراوات‌ساعت از بار سرمایش در ساعات ۲ تا ۸ بعد از ظهر رخ‌می دهد که ۴۳ درصد از کل سرمایش تابستانی در بخش مسکونی است. در بخش تجاری، این مقدار ۴۰ کیلووات‌ساعت برق و ۳۷ درصد از سرمایش تابستانی بخش تجاری را تشکیل می‌دهد (اشکال ۱-۱۱ و ۱-۱۲).

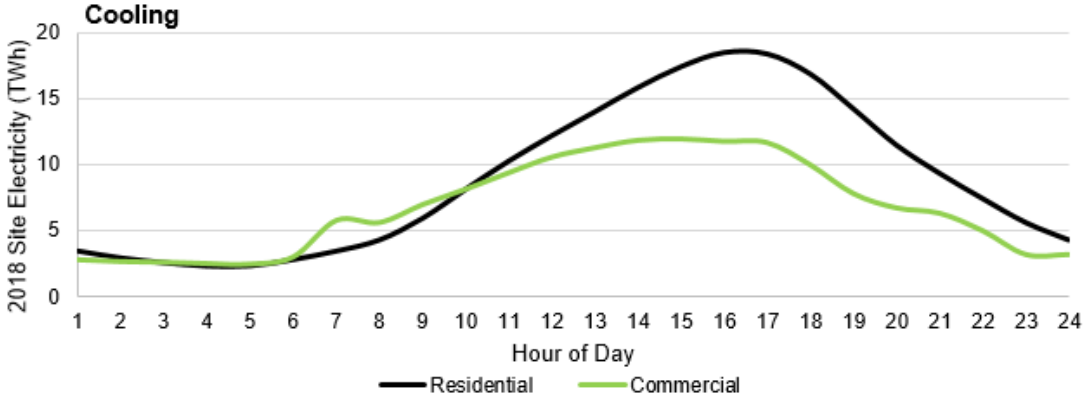


شکل Error! No text of specified style in document.–**۴۲: جزئیات مصرف انرژی در بخشهای مختلف طی روز در سال ۲۰۱۸ [9]**



شکل Error! No text of specified style in document.–**۴۳: جزئیات مصرف انرژی در بخشهای مختلف طی روز در سال ۲۰۱۸ [9]**

از آنجا که تهویه مطبوع بزرگترین و موثرترین عنصر اثرگذار بر بار پیک شبکه در تابستان می‌باشند، تکنولوژیهای تهویه‌مطبوع بطور ویژه ای در کنترل بار پیک شبکه نقش دارند. در شکل روند تغییرات بار سالیانه در بخش‌های مسکونی و تجاری در آمریکا نشان داده شده است.

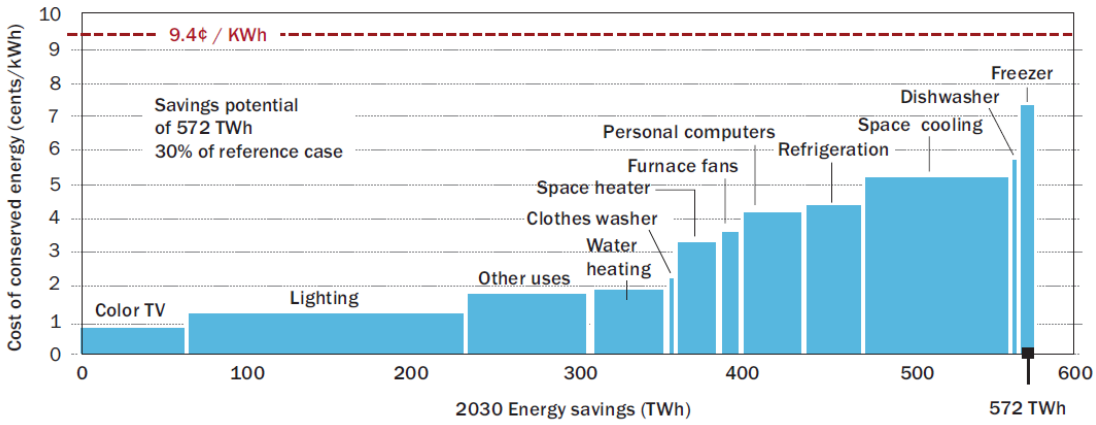


شکل .Error! No text of specified style in document–**٤٤: نمودار توزیع بار سرمایش در بخش مسکونی و تجاری در سال ۲۰۱۸ [9]**

همانگونه که در شکل ۱–۱۳ نشان داده شده است، پیک دیماند سرمایشی برای بخش مسکونی در عصر و غروب (پس از بازگشت اعضای خانوار به خانه) و برای بخش تجاری در بعد از ظهر (در داغ‌ترین ساعات روز) اتفاق می‌افتد. چندین نمونه از سیستمهای تهویه‌مطبوع متصل بصورت تجاری وجود دارد و تعداد زیادی از سازندگان لوازم خانگی متصل وجود دارند. هزینه ها متفاوت است، اما جستجویی سطحی بر این محصولات نشان‌دهنده ۱۵ درصد هزینه بیشتر بر سیستم‌های تهویه‌مطبوع متصل شونده نسبت به سیستمهای با عدم قابلیت اتصال است. در حال حاضر بسیاری از محصولات سرمایشی/گرمایشی بدون داکت پکیج‌های کنترلی اضافه‌شونده نسبتا گرانی دارند که می‌تواند سیستم تهویه–مطبوع را به شبکه متصل نماید. ویژگیهای برتر اضافه‌شونده، مانند کنترلهای اپلیکیشن محور، می‌تواند رشد قابل توجهی به بازار دهد. با کاهش مناسب هزینه‌ها و با انجام تحقیق و توسعه، این تکنولوژی می‌تواند سهم خود را در محصولات متنوع‌تری و بویژه در بازار مینی‌اسپلیتها توسعه بیشتری بخشد (۶ درصد رشد در ۲۰۱۸ در آمریکا) [9].

در گزارشی که توسط انجمن فیزیک آمریکا منتشر شده است هدف‌گذاری انجام شده برای کاهش مصرف انرژی در این بخش تا سال ۲۰۳۰ انجام شده است. بر اساس این هدف‌گذاری، طی دو برنامه زمانی متوالی مصرف انرژی الکتریکی در بخش ساختمان های مسکونی در سال ۲۰۳۰ به میزان ۵۷۲ تراوات‌ساعت نسبت به حالتی که سناریوهای بهینه‌سازی اعمال نشوند (حالت پایه) کاهش می‌یابد.

از ۵۷۲ تراوات ساعت کاهش انرژی الکتریکی پیش‌بینی شده برای بخش ساختمان در سال ۲۰۳۰، حدود ۸۵ الی ۹۰ تراوات ساعت آن در بخش سرمایش و تهویه مطبوع ساختمان دیده شده است. سهم سرمایش و سایر بخش‌ها در هدفگذاری انجام شده برای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در بخش ساختمان در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده است.



شکل Error! No text of specified style in document.-**٤٥ : هدفگذاری انجام شده برای کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان‌های مسکونی در کشور آمریکا تا سال ۲۰۳۰ [10]**

به منظور دستیابی به اهداف مذکور آزمایشگاه ملی برکلی مجموعه از سیاست‌های کلی در بخش ساختمان را منتشر کرده است. این سیاست‌ها شامل موارد زیر است [11]:

الف- اعمال استانداردهای انرژی در ساختمان‌ها

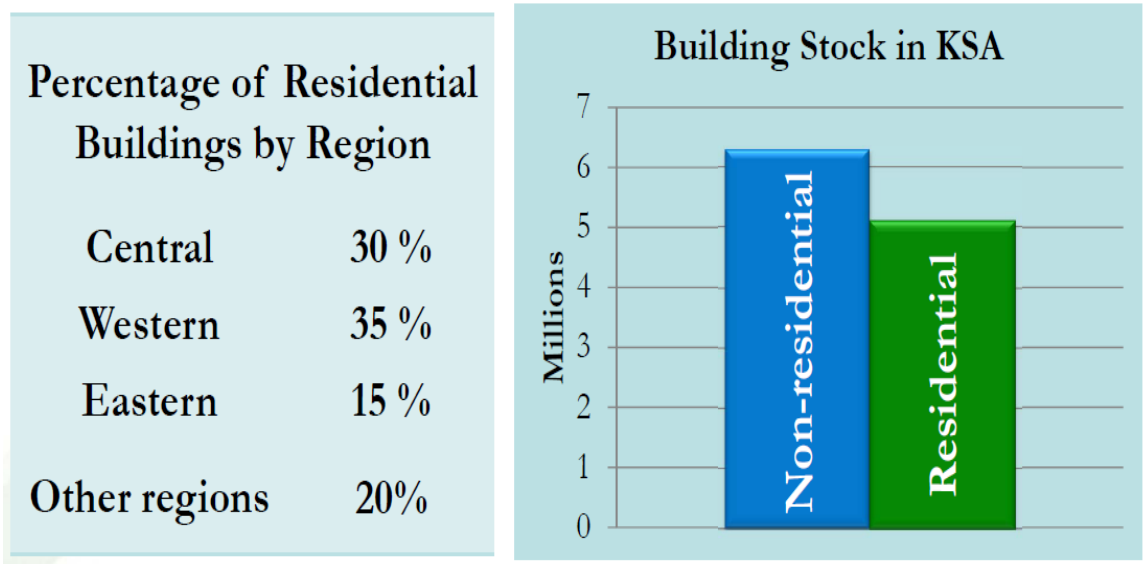
ب- تهیه برچسب انرژی ساختمان‌ها

پ- انگیزه‌های مالی

ت- پکیج سیاست‌گذاری شامل سیاست‌های الف، ب و پ به صورت همزمان

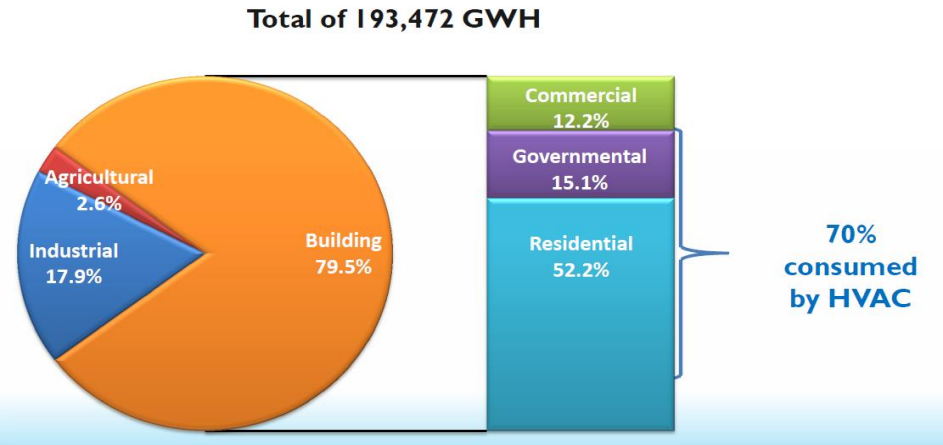
فصل ۹ کشور عربستان

تعداد ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی در شکل ۱-۱۵ نشان داده شده است. همچنین در این شکل نحوه توزیع جغرافیایی ساختمان‌ها نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشخص است، تعداد ساختمان در عربستان بالغ بر ۱۱ میلیون است که از این تعداد حدود ۵ میلیون آن مسکونی است. بیش از ۷۰ درصد از ساختمان های این کشور فاقد عایقکاری هستند.



شکل Error! No text of specified style in document.–**٤٦: تعداد ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی در عربستان و توزیع جغرافیایی آنها [8]**

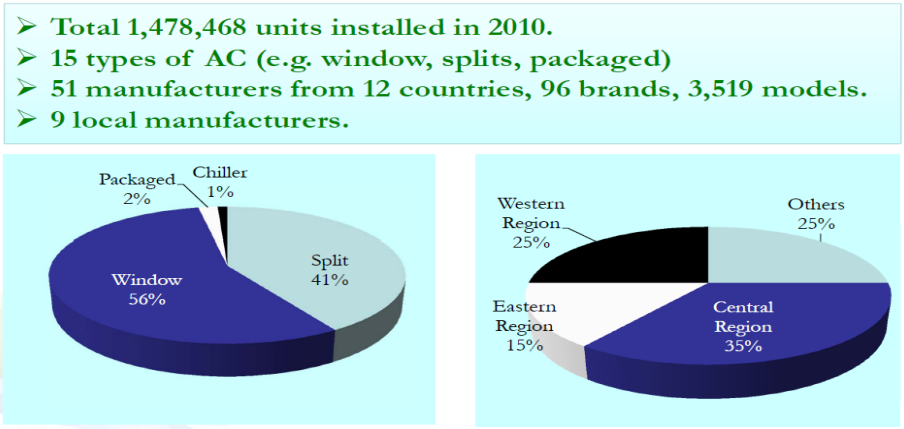
همانطور که در شکل ۱–۱۶ نیز نشان داده شده است، در سال ۲۰۰۹ حدود ۷۹ درصد از انرژی نهایی در کشور عربستان که معادل ۱۵۳۸۱۰ گیگاوات ساعت است، در بخش ساختمان مصرف شده است. ۷۰ درصد از این مقدار یعنی حدود ۱۰۷۶۶۷ گیگاوات‌ساعت توسط سیستم‌های تهویه‌مطبوع در ساختمان مصرف شده است. بنابراین سرمایش ساختمان یکی از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی و موثرترین مولفه پیک بار در عربستان سعودی است[12] .



شکل Error! No text of specified style in document.–**٤٧: سهم بخش‌های مختلف از انرژی نهایی مصرفی در عربستان و در بخش ساختمان[8]**

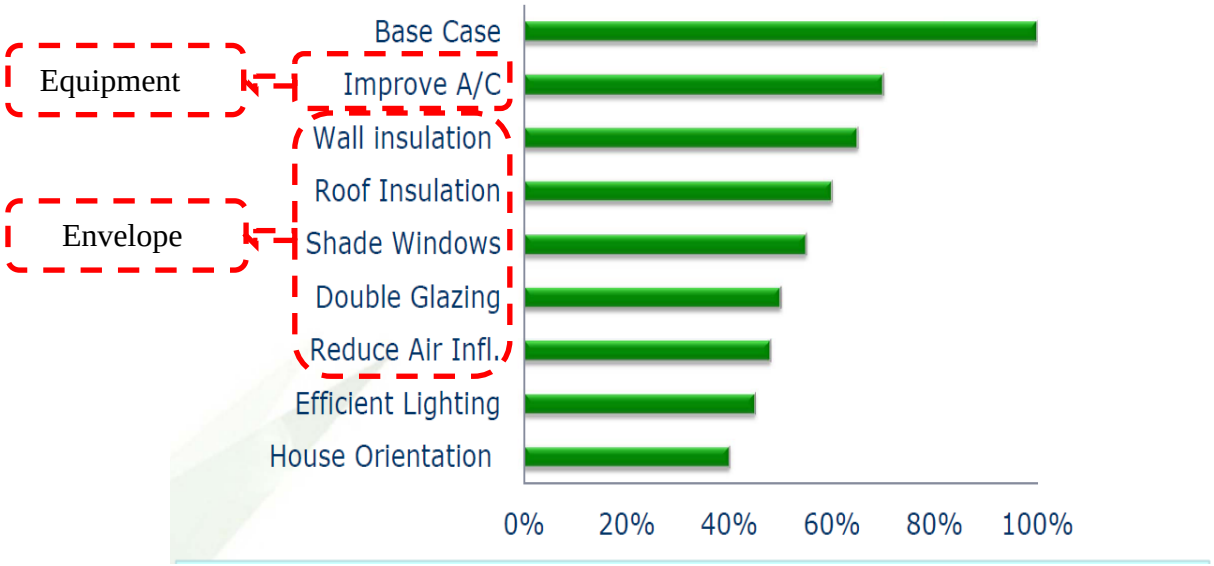
هر چند از تعداد سیستم‌های سرمایشی موجود در کشور عربستان آمار و اطلاعات دقیقی در دست نیست؛ اما تعداد کولرهای گازی و اسپلیت‌های نصب شده در این کشور در سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد که میزان نفوذ بازار برای این

تکنولوژی بسیار بالا بوده و حدود ۹۷ درصد از سیستم‌های نصب شده در این کشور از این دو نوع می‌باشند. همانطور که در شکل ۱–۱۷ نشان داده شده است، از حدود ۱۴۷۸۴۶۸ دستگاه سیستم سرمایشی نصب شده حدود ۸۲۸۰۰۰ دستگاه آن کولرهای گازی پنجره‌ای و حدود ۶۰۶۰۰۰ دستگاه آن اسپلیت می‌باشند. چیلرها و پکیج‌ها تنها ۳ درصد از سیستم‌های نصب شده در این سال را به خود اختصاص داده‌اند.



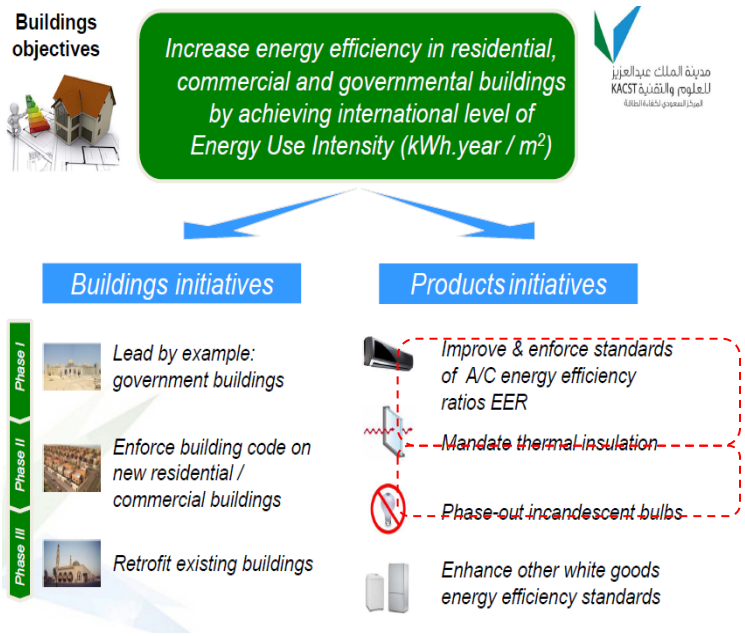
شکل Error! No text of specified style in document.–**۴۸: سهم تکنولوژی های مختلف سیستم های سرمایشی نصب شده در بخش ساختمان کشور عربستان در سال ۲۰۱۰**[12]

پتانسیل کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان کشور عربستان در شکل ۱–۱۸ نمایش داده شده است. همانطور که در این شکل مشخص است در مقایسه با حالت پایه، عمده راهکارهای مرتبط با مدیریت بارهای سرمایشی در این کشور را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد. دسته اول راهکارهای بهبود سیستم‌های سرمایشی و دسته دوم راهکارهای مرتبط با پوسته ساختمان است. بهبود پوسته ساختمان شامل عایقکاری دیوارها و سقف، سایبان، دوجداره کردن شیشه‌ها و کاهش نفوذ هوا می باشد. بیشترین پتانسیل کاهش مصرف انرژی در بهبود کارائی سیستم های تهویه‌مطبوع وجود دارد که مقدار آن حدود ۷۰ درصد مقدار پایه است.



شکل .Error! No text of specified style in document–**٤٩: پتانسیل های کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان کشور عربستان[13]**

با توجه به اینکه بخش ساختمان عمده‌ترین مصرف کننده انرژی نهایی در عربستان می‌باشد و بدلیل شرایط اقلیمی خاص این کشور سیستمهای سرمایشی تهویه‌مطبوع نیز بالاترین سهم را در مصرف انرژی نهایی در بخش ساختمان دارند؛ لذا یکی از مهمترین برنامه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی نهایی در این بخش در نظر گرفته شده است. بهبود کارائی اسپلیت‌ها تا حدود ۳۶ درصد به عنوان اولین قدم در نظر گرفته شده است. در شکل ۱-۱۹ برنامه‌های بهبود کارائی انرژی در بخش ساختمان عربستان نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده می‌شود اعمال استانداردها بر سیستم‌های تهویه‌مطبوع و بهبود کارائی آنها به عنوان مهمترین مصرف‌کننده بخش ساختمان یکی از برنامه های اصلی کشور عربستان برای بهبود کارائی انرژی در این بخش است. همچنین اجباری نمودن استفاده از عایق‌های حرارتی در ساختمان‌ها نیز یکی از برنامه‌های حاکمیت برای رسیدن به اهداف مذکور است[13] .



شکل Error! No text of specified style in document.**-۵۰: برنامه های بهبود کارائی انرژی در بخش ساختمان کشور عربستان [13]**

در گزارشی که به سفارش وزارت انرژی عربستان و توسط گروه مشاوره آماد[۴۳] برای این کشور تدوین شده است، میزان پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی در شرایط تست T3 که بسیار به اقلیم آب و هوایی عربستان نزدیک است برآورد شده است.

با توجه به نتایج گزارش مذکور هدفگذاری‌ها و سیاست‌های پیشنهادی در کشور عربستان به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

- بهبود کارائی اسپلیت‌ها به منظور افزایش کارائی انرژی به میزان ۳۶ درصد و کاهش پیک مصرف برق به میزان ۲۶ درصد
- طراحی واحدهای تهویه‌مطبوع خاص با کارائی بالا برای مناطق گرم با دمای ۴۶ درجه سانتیگراد
- اعمال استانداردها برای تولید سیستم‌های تهویه مطبوع با کارائی بالاتر

تشویق های مالی برای تولید کنندگان و وارد کنندگان سیستم‌های تهویه‌مطبوع با کارائی بالاتر

[۴۳] *AMAD Technical Consultation and Laboratories*

۱-۵- اسناد بالادستی

منظور از اسناد بالادستی، قوانین و سیاست‌های کلان کشور است که چشم‌انداز و اهداف کلان حوزه‌های مختلف توسعه فناوری باید منطبق بر این اسناد تدوین گردد. همان‌طور که اشاره شد یکی از مهم‌ترین مراحل در تدوین سند راهبردی تبیین چشم‌انداز است، که به منظور تدوین چشم‌انداز به بررسی اسناد مختلف پرداخته می‌شود. یکی از منابع اصلی برای تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز اسناد بالادستی مرتبط با حوزه مدنظر می‌باشند. ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح‌ها و راهبردهای کلان تدوین شده در سطوح بالاتر، و اصول ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از بستر فعلی و نگاه‌های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد. در فاز اول بسیاری از اسناد، قوانین و مقررات به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه و در جدول ۱-۴ به برخی از مهم‌ترین اسناد بالادستی در این سند اشاره می‌شود.

جدول .Error! No text of specified style in document-**۵: اسناد بالادستی**

ردیف	قانون تصویب شده	گزیده قانون
۱	سیاستهای ابلاغی مقام معظم رهبری در بخش انرژی	بندهایی از مجموعه سیاستهای ابلاغی اصلاح الگوی مصرف توسط مقام معظم رهبری که در تاریخ ۸۹/۴/۱۵ به کلیه دستگاهها و نهادهای اجرائی کشور ابلاغ شد به صورت مشخص به مدیریت و صرفه‌جویی انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی در جهت کاهش منظور کاهش مستمر «شاخص شدت انرژی» کشور به حداقل دو سوم میزان کنونی تا پایان برنامه پنجم توسعه و به حداقل یک دوم میزان کنونی تا پایان برنامه ششم توسعه اشاره دارد. در این بندها به صورت ضمنی بر مدیریت مصرف انرژی از دیدگاه مصرف کنندگان و تولیدکنندگان و محیط زیست تأکید شده است، که مدیریت بار الکتریکی و در نتیجه مدیریت بارهای سرمایشی یکی از راه‌های اصلی تحقق این سیاست‌ها می باشد.

ردیف	قانون تصویب شده	گزیده قانون
۲	بخشنامه ریاست جمهوری	در قسمت‌هایی از بخشنامه ریاست جمهوری به شماره ۴۳۷۲۰/۴۰۰۸۱ مورخ ۸۷/۳/۲۶ و با موضوع کاهش مصرف برق ادارات و دستگاههای اجرایی کشور به کلیه وزارتخانه‌ها، سازمانها، موسسات و شرکتهای دولتی، نهادهای انقلاب اسلامی و استانداریهای سراسر کشور ابلاغ شد به صورت مستقیم بر کنترل مستمر تجهیزات و تاسیسات و رفع عیوب احتمالی با هدف جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب و برق به منظور کاهش ۱۰ درصدی مصرف این حامل‌ها تأکید شده است. همانطور که در این بخشنامه نیز تأکید شده است با کنترل مستمر تجهیزات و تأسیسات مربوط به سرمایش و گرمایش، میزان برق و آب مصرفی برای تأمین سرمایش و گرمایش مورد نیاز کاهش می‌یابد.
۳	سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴	یکی دیگر از ضرورت‌های قانونی برای مدیریت بارهای سرمایشی و در نتیجه مدیریت بارهای الکتریکی، دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ است که مورخ ۱۳۸۲/۹/۲۰ توسط مقام معظم رهبری ابلاغ گردید. از جمله این اهداف می توان به بهره‌مندی از محیط‌زیست مطلوب و دستیابی به جایگاه اول علم و فناوری در آسیای جنوب غربی اشاره کرد که یکی از الزامات اصلی محقق شدن این اهداف استفاده منطقی از انرژی و افزایش بهره‌بروری انرژی با استفاده از دانش مدیریتی است.
۴	سند نقشه راه بهره‌وری انرژی الکتریکی سابا	یکی دیگر از ضرورت‌های قانونی برای مدیریت بارهای سرمایشی و در نتیجه مدیریت بارهای الکتریکی در کشور سند نقشه راه بهره‌وری انرژی الکتریکی سابا می‌باشد که در مورخ اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ انتشار یافت و در آن بر حمایت از تولید کولرهای آبی و یخچال‌های کم مصرف به صورت طرح یارانه سود تسهیلات و وجوه اداره شده به منظور بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی تأکید شده است.

ردیف	قانون تصویب شده	گزیده قانون
۵	فصل ۱۰ قانون هدفمند کردن یارانه‌ها	قانون هدفمند کردن یارانه ها که توسط مجلس شورای اسلامی در مورخه ۱۳۸۸/۱۰/۱۵ ابلاغ شد به صورت مستقیم و غیر مستقیم به مدیریت مصرف انرژی اشاره شده است. در این قانون دولت موظف شده است که با افزایش تدریجی قیمت حامل‌های انرژی تا حد قیمت‌های منطقه‌ای و جهانی درآمد حاصل از اجرای این قانون را به صورت بلاعوض به مدیریت مصرف انرژی در سازمان ها و ارگان های دولتی و خصوصی اختصاص دهد. بنابراین یکی از ضرورت های مدیریت بارهای سرمایشی کمک به اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها است که با کاهش بارهای سرمایشی و در نتیجه کاهش برق مصرفی درآمد حاصل از این قانون جهت ارتقای کارائی انرژی بکار گرفته می‌شود.
۶	قانون اصلاح الگوی مصرف	وزارت‌خانه‌ها و سازمان های دولتی موظف به تهیه آیین‌نامه‌ها، استانداردها و دستورالعمل‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی با جهت‌گیری به سوی ساختمان سبز و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر هستند. در این قانون همچنین کلیه موسسات دولتی و عمومی موظف شده‌اند با انجام ممیزی انرژی به منظور اجرا و کنترل سامانه مدیریت انرژی در ساختمان‌های مربوطه و نصب سامانه‌های کنترلی لازم برای مصرف انواع حاملهای انرژی در ساختمانهای اداری خود ظرف پنج سال اقدام نمایند. یکی از سامانه های کنترلی که به مدیریت مصرف حامل های انرژی کمک می‌کند سامانه مربوط به کنترل سیستم‌های سرمایشی و مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان‌ها است.

ردیف	قانون تصویب شده	گزیده قانون
۷	قوانین برنامه‌های اول تا ششم توسعه کشور	در برنامه‌های اول تا پنجم توسعه کشور (حدفاصل سالهای ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۹) که به صورت پنج‌ساله و توسط دولت وقت تنظیم شده و به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده است دولت و دستگاههای اجرایی وابسته موظف شده‌اند تا حد امکان در جهت مدیریت مصرف انرژی در تمامی بخشهای اقتصادی و اجتماعی تلاش کنند. یکی از مولفه‌های مدیریت انرژی الکتریکی مربوط به مدیریت بارهای سرمایشی می‌باشد که در درون این قوانین به صورت پنهان وجود دارد. در این قوانین و به ویژه در قوانین برنامه های دوم الی چهارم توسعه کشور بر مدیریت انرژی و حفظ محیط زیست تدوین و اجرای استانداردها توسط سازمان‌ها و نهادهای ذیربط و همچنین اعطای تسهیلات مالی برای اجرای راهکارهای بهینه سازی و انجام تحقیقات در این زمینه تأکید شده است.
۸	فصل ۱۱ تکالیف ۲۰ گانه مصوبه هیات دولت جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی	در تکالیف ۲۰ گانه مصوبه هیات دولت جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی مورخ ۸۸/۳/۲ به صورت مستقیم و غیر مستقیم به مدیریت بارهای سرمایشی اشاره شده است. بندهایی از این تکالیف ۲۰ گانه که در آنها به صورت مستقیم به مورد این مطالعه اشاره شده عبارتند از : ۱- رتبه‌بندی انرژی لوازم خانگی و جلوگیری از ورود محصولات با رتبه‌های پایین‌تر از A و B ۲- ارتقاء تولیدات لوازم خانگی ساخت داخل حداقل به میزان ۲ رتبه طی ۲ سال آینده ۳- فراهم نمودن سازوکارهای مناسب توسط وزارت صنایع و معادن در جهت تعویض وسایل و تجهیزات انرژی بر فرسوده و کم بازده با وسایل و تجهیزات دارای رتبه A و B بندهایی از این تکالیف ۲۰ گانه که در آنها به صورت غیرمستقیم به مورد این مطالعه اشاره شده عبارتند از : ۱- رعایت و استمرار بخشنامه معاونت اول رئیس جمهوری به منظور کاهش ۱۰ درصدی مصرف برق در بخشهای دولتی ۲- ارائه راهکارهای لازم جهت بسط و توسعه شرکتهای خدماتی انرژی (ESCO) ۳- اعمال جرائم به مصرف کنندگانی که الگوی مصرف را رعایت نمی‌نمایند.

ردیف	قانون تصویب شده	گزیده قانون
۹	مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان	مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی، سیستمهای تاسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه مطبوع، تامین آب گرم مصرفی، و الزامات طراحی سیستم روشنایی در ساختمانها را تعیین می‌کند. در این مبحث الزمات اجرایی مربوط به مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان به صورت صریح بیان شده و ارائه گواهی‌های صلاحیت و چک لیست انرژی ساختمان در زمینه عایقکاری پوسته ساختمان و همچنین مشخصات فنی سیستمهای سرمایشی به عنوان یک الزام برای اخذ پروانه ساختمان در نظر گرفته شده است.

در جدول ۱–۵ موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند ،ذکر شده است.

جدول .Error! No text of specified style in document–**٦: موارد قابل برداشت از قوانین جهت تدوین بیانیه اولیه چشم انداز**

قانون تصویب شده	موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند
سیاست های ابلاغی رهبری	کاهش شدت مصرف انرژی به دو سوم مقدار کنونی
بخشنامه ریاست جمهوری ۱۳۸۷	کاهش ۱۰ درصدی مصرف برق و آب
برنامه‌های وزارت نیرو در دولت دهم	کاهش ۱۰ درصدی روند رشد مصرف انرژی تا پایان سال۱۳۸۹
مصوبه هیات دولت	ارتقاء تولیدات لوازم خانگی ساخت داخل حداقل به میزان ۲ رتبه

۶-۱- جمع‌بندی

در این گزارش و در گام اول ادبیات مورد نیاز موضوع مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در گام بعدی مطالعات تطبیقی انجام شد. در این بخش سیاست‌های موجود و آتی سه کشور امارات، چین، عربستان و ایالات متحده امریکا در زمینه سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان بررسی و تجزیه و تحلیل شد. در پایان این فصل اسناد بالا دستی مرتبط با موضوع پروژه به صورت اختصار مرور شد.

فصل دوم

بازنگری اهداف کلان ملی توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

۲-۱- مقدمه

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین ارکان جهت‌ساز، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده است. این هدف‌گذاری در سطح کلان به‌منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز انجام می‌گیرد. در حقیقت اهداف مذکور، پاسخگوی یک سؤال اساسی است با عنوان "برای رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟". با تعیین این اهداف در مسیر دستیابی به چشم‌انداز، کنش‌گران دخیل در نظام توسعه فناوری، اهداف بلندمدتی را دنبال می‌کنند و در نتیجه، برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های خود را براساس آن به‌صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر انجام دهند.

۲-۲- متدولوژی

در روش‌شناسی پیشنهادی برای تدوین اسناد توسعه فناوری، تدوین اهداف با دو رویکرد بالا–به–پایین و پایین–به–بالا صورت می‌پذیرد. رویکرد بالا–به–پایین رویکردی هدف محور است که به‌دنبال ترسیم یک آینده‌ی مطلوب برای توسعه فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین–به–بالا نگاهی مسئله‌محور[۴۴] به توسعه فناوری دارد. با استفاده از این رویکرد ترکیبی، از یک طرف همراستایی اهداف با چشم‌اندازهای کلان ملی و سایر ارکان جهت‌ساز بالادستی حفظ شده، و از طرف دیگر، تمام مسایل و مشکلات موجود در مسیر توسعه فناوری نیز مورد هدف تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند. در این بخش، فرآیند تدوین اهداف کلان با نگاهی بالا–به–پایین صورت می‌گیرد. این اهداف در راستای چشم‌انداز و با تعریف حوزه‌های هدف مشخص می‌شوند. علاوه بر حوزه‌های هدف که بیان‌کننده ابعاد اهداف تعریف‌شده هستند، کیفیت آن‌ها نیز باید با مشخص نمودن ویژگی‌های اهداف معین شود.

در منابع برنامه‌ریزی راهبردی در سطح بنگاه، مطالعات مختلفی با موضوعیت تدوین حوزه‌های اهداف تعیین شده است. در زیر به‌طور خلاصه به بررسی این مدل‌ها پرداخته می‌شود:

حوزه‌های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن[14]

- منظر مالی (سودآوری، رشد در آمد، و افزایش بهره وری)
- منظر مشتری (تعین مشتریان مخاطب، تعیین ارزش‌های پیشنهادی بنگاه با توجه به مشتریان)

[44] *Issue-based*

- منظر فرایندهای داخلی (روابط با تأمین کنندگان، تصمیم‌گیری درمورد توسعه محصولات و خدمات جدید، خدمات پس از فروش، و مهندسی مجدد فرایندهای تولید)
- منظر یادگیری و رشد (رضایت کارکنان، فضای مناسب کاری، دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی لازم، برنامه‌های آموزش کارکنان)

حوزه‌های اهداف در مدل پیرس و رابینسون[۴۵] [15]

توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری، توجه به بخش مالی، منابع انسانی، لحاظ کردن محیط خارجی

حوزه‌های اهداف براساس مدل ترکیبی فیلیپس

- بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- نوآوری (بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول)
- بهره‌وری (بهبود کیفیت محصولات تولیدی، افزایش بهره‌وری واحدهای تولیدی و خدماتی شرکت)
- منابع مالی (استفاده بهینه از منابع مالی شرکت و خارج از شرکت برای تأمین اهداف بازار)
- منابع انسانی (ایجاد انگیزه برای ارائه کار بهتر)
- مسئولیت‌های اجتماعی (حفظ محیط زیست و حفظ ایمنی و بهداشت محیط کار)
- منابع اولیه (تلاش برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز از داخل کشور)

حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی[۴۶] [16]

- سودآوری
- بهره‌وری (ساده‌سازی رویه‌ها و سیستم‌ها برمبنای استانداردهای جهانی)
- موضع رقابتی (ارتقای نقش و جایگاه در اقتصاد ملی، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و منطقه‌ای)
- پیشرفت کارکنان (سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و ظرفیت‌سازی)
- روابط کارکنان

[45] *Pierce & Robinson*

[۴۶] این مدل در مورد تدوین استراتژی گمرک ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

- رهبری فناورانه
- مسئولیت اجتماعی (جلب رضایت، اعتماد و مشارکت خدمت‌گیرندگان)

علاوه بر حوزه‌های هدف ذکر شده، ویژگی‌هایی نیز برای اهداف در سطح بنگاه در ادبیات اشاره شده است. این ویژگی‌ها عبارتند از:

- قابل کاربرد بودن،
- قابل اندازه‌گیری بودن،
- در نظر داشتن محدودیت منابع،
- قابل دستیابی بودن،
- مشخص بودن،
- قابلیت انعطاف داشتن،
- واقع‌گرایانه بودن،
- قابل قبول بودن، و
- محدود به زمان بودن

در شکل ۲-۱ به ویژگیهای اهداف کلان اشاره گردیده است.



شکل .Error! No text of specified style in document-**۵۱: ویژگی‌های اهداف کلان [17]**

گام‌های ضروری در تدوین اهداف

با درنظر داشتن مدل‌های هدف‌گذاری بنگاهی و نیز با کسب بینش از مطالعات موردی صورت پذیرفته، می‌توان به معرفی گام‌های ضروری در تدوین اهداف پرداخت. روش پیشنهادی زیر می‌تواند برای تدوین اهداف کلان در توسعه فناوری مورد استفاده قرار گیرد:

۱) دریافت ورودی از نظرات خبرگان همراستا با چشم‌انداز و هوشمندی فناوری

در ابتدا لازم است تا از نظرات خبرگان پیرامون اهداف کلان توسعه فناوری استفاده شود. این کار با برگزاری پنل‌های خبرگی و بحث گروهی میان متخصصین، در چارچوب نتایج حاصل از هوشمندی فناوری (روندهای رشد و توسعه فناوری در آینده) و تأکید بر مؤلفه‌های موجود در چشم‌انداز صورت می‌گیرد. در مجموع می‌توان این‌طور بیان نمود که اهداف ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف هستند.

۲) تدوین اهداف کلان بر اساس اطلاعات ورودی

با توجه به نظرات جمع‌آوری شده متخصصین پیرامون اهداف کلان، در این مرحله لازم است تا تحلیل‌گران به پالایش این نتایج با درنظر داشتن دو محور حوزه‌های هدف و ویژگی‌های هدف بپردازند. به‌عبارت دیگر، تحلیل‌گران نظرات خبرگان را در حوزه‌های هدف دسته‌بندی نموده و با درنظرداشتن ویژگی‌های ضروری، آن‌ها را بازنویسی می‌کنند. حوزه‌های اهداف به معرفی ابعادی می‌پردازند که لازم است تا به آن‌ها پرداخته شود.

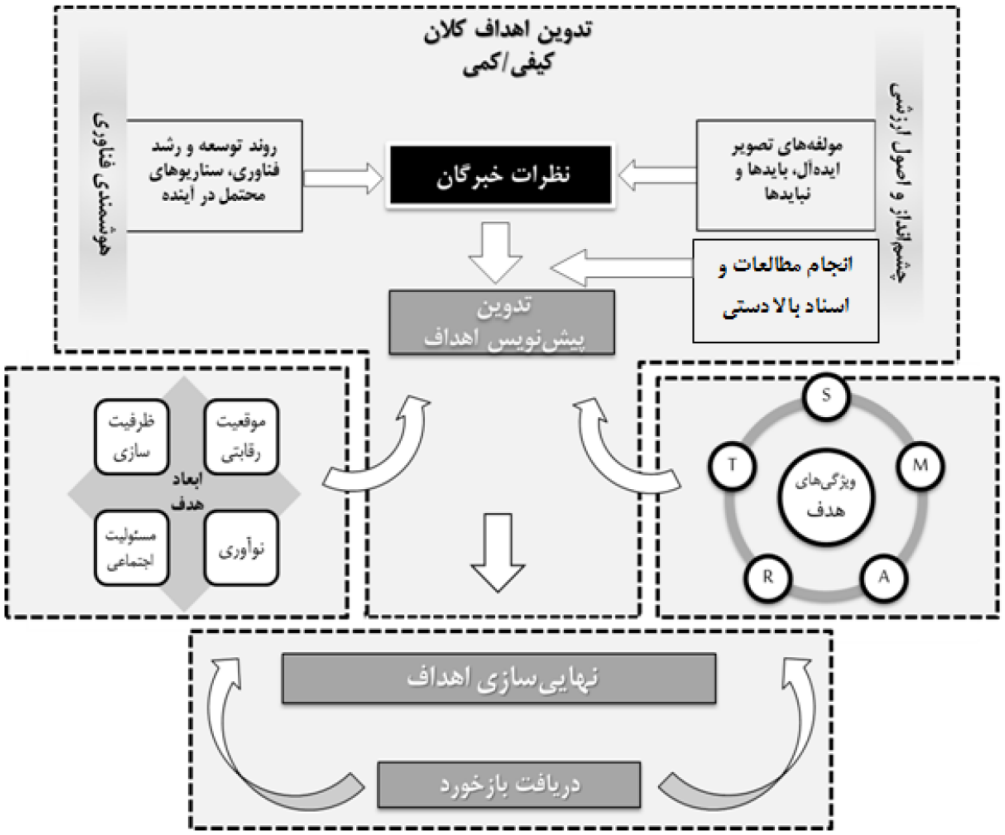
۳)تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان

اهداف کلان، راهنماهای توسعه در سایر مراحل خواهند بود. بنابراین، اهداف اولیه طراحی شده برای نهایی شدن نیازمند تأیید دوباره افراد متخصص هستند. اجرای این مرحله به کاهش خطای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف توسط تحلیل‌گران کمک می‌کند.

٤)دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرآیند تعاملی به‌وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در بخش ممکن است با تدوین گام‌های بعدی سند دچار تغییر و اصلاح شوند. تدوین اهداف خرد (اهداف پایین–به–بالا) و دریافت تصویر واقعی‌تر از وضعیت موجود یکی از مهمترین بازخوردهایی است که می‌تواند منجر به بازبینی در اهداف کلان شود.

شکل ۲-۲ نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به‌طور خلاصه به‌نمایش می‌گذارد.



شکل .Error! No text of specified style in document-**۵۲: روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان**

در این بخش از گزارش که به تدوین اهداف کلان سند راهبردی مدیریت بارهای سرمایشی پرداخته می‌شود، به منظور برآورد روند آینده بارهای سرمایشی و میزان سهم آن در بار کل و پیک بار شبکه مدل ریاضی بر اساس آمار برگرفته از سازمان آمار کشور در مورد خانوارهای دارای سیستم سرمایشی به همراه جزئیات و تعداد مشترکین برق توسعه داده می شود. همچنین پتانسیل های کاهش مصرف انرژی الکتریکی و بار الکتریکی در بخش سرمایش تهویه مطبوع ساختمان بررسی و بر اساس سناریو محتمل نتایج آن محاسبه و ارائه می‌گردد. در پایان مجموعه‌ای از اهداف کلان که با مدیریت بارهای سرمایشی و اجرایی شدن این سند قابل دستیابی است تدوین و ارائه می‌گردد.

۲-۳- مدلسازی ریاضی مولفه های پیک بار سرمایشی و پیش بینی روند آینده پیک بار

به منظور شناسایی و برآورد سهم هر یک از مولفه های پیک بار سرمایشی، سیستمهای سرمایشی داخل کشور به سه دسته کلی زیر تقسیم بندی شده اند:

- کولرهای آبی
- کولرهای گازی
- سیستمهای مرکزی (که با توجه به آمار درگاه ملی آمار کشور سهم قابل توجهی در بار سرمایشی ندارد)

با استخراج سهم هر یک از سیستمهای سرمایشی و با در نظر گرفتن یک روند برای ارتقای رتبه انرژی این سیستمها می توان حداقل پتانسیل کاهش بار الکتریکی را برآورد نمود. در مورد روند ارتقای رتبه و چگونگی تأثیر آن بر بار شبکه برق در مدلسازی‌های انجام شده توضیح داده خواهد شد.

۲-۳-۱. امکانات و تجهیزات سرمایشی

مطابق آمار در سال ۱۳۹۵، از مجموع ۱۸/۱۲ میلیون خانوار شهری، ۱۶/۳۷میلیون خانوار از حداقل یکی از وسایل و تجهیزات سرمایشی به منظور سرمایش واحد مسکونی در فصل گرم استفاده می‌کنند که معادل ۹۰/۴ درصد کل خانوارهای شهری می‌باشد [17]. این در جاییست که در سال ۱۳۹۰ از مجموع ۱۵/۴۲ میلیون خانوار شهری ۱۳/۵۵ خانوار از حداقل یکی از وسایل و تجهیزات سرمایشی برای خنک کردن واحد مسکونی در فصل گرم استفاده می‌کنند که معادل ۸۷/۹ درصد کل خانوارهای شهری می‌باشد. مطابق این آمار در هر پنج سال بصورت میانگین ۲/۵ درصد به تعداد خانوارهایی که از تجهیزات سرمایشی استفاده می‌کنند اضافه می گردد که بنا براین انتظار می‌رود که در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۱۰ تعداد خانوارهای استفاده کننده از تجهیزات سرمایشی به ۹۵ درصد یا بیشتر برسد.

جدول Error! No text of specified style in document.**۷: خانوارهای شهری کشور بر حسب استفاده از امکانات و تجهیزات سرمایشی به تفکیک نوع واحد مسکونی: ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ [17]**

شرح	جمع	درصد	آپارتمانی	غیر- آپارتمانی	سایر
کل خانوارهای شهری ۱۳۹۵	۱۸۱۱۷۷۴۲	۱۰۰/۰	۸۱۳۱۳۳۴	۹۹۷۴۳۷۲	۱۲۰۳۵

خانوارهایی که واحد خود را خنک می‌کنند	۱۶۳۷۱۸۶۳	۹۰/۴	۷۶۲۷۴۳۷	۸۷۳۲۳۹۱	۱۲۰۳۵
خانوارهایی که واحد خود را خنک نمی‌کنند	۱۷۴۵۸۷۹	۹/۶	۵۰۳۸۹۷	۱۲۴۱۹۸۱	۰
کل خانوارهای شهری ۱۳۹۰	۱۵۴۱۸۱۴۹	۱۰۰/۰	۶۱۴۷۹۴۰	۹۲۶۵۳۲۷	۴۸۸۲
خانوارهایی که واحد خود را خنک می‌کنند	۱۳۵۵۵۴۲۱	۸۷/۹	۵۷۳۳۷۱۶	۷۸۱۶۸۲۳	۴۸۸۲
خانوارهایی که واحد خود را خنک نمی‌کنند	۱۸۶۲۷۲۸	۱۲/۱	۴۱۴۲۲۴	۱۴۴۸۵۰۴	۰

در سال ۱۳۹۵ در میان امکانات و وسایل سرمایشی، کولرآبی با ۵۶/۸ درصد و ترکیب کولرآبی و پنکه با ۱۴/۰ درصد، سهم عمده‌ای از وسایل و امکانات سرمایش را در بین خانوارهای شهری که دارای تجهیزات سرمایشی هستند را به خود اختصاص داده است. در مجموع ۷۰/۸ از مجموع خانوارهای شهری به نحوی از کولرآبی بهره می‌برده‌اند. از سوی دیگر سهم کولرگازی از وسایل و امکانات سرمایش در بین خانوارهای شهری که دارای تجهیزات سرمایشی هستند، ۹/۸ درصد و سهم ترکیب کولرگازی و پنکه ۱۱/۵ درصد می‌باشد. در مجموع ۲۲/۸ درصد از مجموع خانوارهای شهری به نحوی از کولرگازی بهره می‌برده‌اند.

بررسی‌های مشابه در سال ۱۳۹۰ در میان امکانات و وسایل سرمایشی، کولرآبی با ۵۷/۳ درصد و ترکیب کولرآبی و پنکه با ۱۱/۵ درصد، سهم عمده‌ای از وسایل و امکانات سرمایش را در بین خانوارهای شهری که دارای تجهیزات سرمایشی هستند را به خود اختصاص داده است. در مجموع ۷۲/۳ از مجموع خانوارهای شهری به نحوی از کولرآبی بهره می‌برده‌اند. از سوی دیگر سهم کولرگازی از وسایل و امکانات سرمایش در بین خانوارهای شهری که دارای تجهیزات سرمایشی هستند ۸/۸ درصد و سهم ترکیب کولرگازی و پنکه ۹/۴ درصد می‌باشد. در مجموع ۱۹/۰ درصد از مجموع خانوارهای شهری به نحوی از کولرگازی بهره می‌برده‌اند.

جدول –Error! No text of specified style in document. **۸: خانوارهای شهری کشور که واحد مسکونی خود راخنک می‌کنند بر حسب امکانات و تجهیزات سرمایشی: ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ [17]**

شرح	۱۳۹۰		۱۳۹۵	
	جمع	درصد	جمع	درصد

خانوارهایی که واحد خود را خنک می‌کنند	۱۳۵۵۵۴۲۱	۱۰۰/۰	۱۶۳۷۱۸۶۳	۱۰۰/۰
چیلر	۲۲۸۰۱	۰/۲	۷۱۹۳۸	۰/۵
فن کوئل	۳۱۹۶۸	۰/۲	۲۵۶۶۷	۰/۲
پکیج برودتی	۳۴۰۶۰	۰/۳	۴۰۸۶۱	۰/۲
کولر آبی	۷۷۷۱۹۳۵	۵۷/۳	۹۲۹۶۱۰۴	۵۶/۸
کولر گازی	۱۱۹۶۸۰۸	۸/۸	۱۶۰۸۲۰۵	۹/۸
پنکه	۱۲۲۵۳۲۱	۹/۰	۸۸۱۵۸۹	۵/۴
کولر آبی و کولر گازی	۶۷۳۳۶	۰/۵	۱۲۸۸۱۱	۰/۸
کولر آبی و کولر گازی و پنکه	۴۲۰۷۸	۰/۳	۱۰۹۳۹۵	۰/۷
کولر آبی و پنکه	۱۷۲۶۷۴۶	۱۲/۷	۲۲۹۴۰۵۵	۱۴/۰
کولر گازی و پنکه	۱۲۸۰۹۳۳	۹/۴	۱۸۷۶۴۳۰	۱۱/۵
پنکه و چیلر	۴۶۰	۰/۰۰۳	۱۰۴۹۵	۰/۱
پنکه و فن‌کوئل	۱۴۲۴	۰/۰۱	۴۵۰۱	۰/۰
پنکه و پکیج	۳۴۵۸	۰/۰۳	۱۴۳۷	۰/۰
سایر ترکیبات	۰	۰	۱۲۶۰۱	۰/۱
اظهار نشده	۱۵۰۰۸۴	۱/۱	۹۵۹۵	۰/۱

مقایسه آماری استفاده از کولرآبی در سالهای ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که طی این پنج سال ۱/۵ درصد از تعداد خانوارهای شهری استفاده‌کننده از این تجهیز کسر گردیده و می‌توان بیان نمود که تا سال ۱۴۰۵ و ۱۴۱۰بطور تقریبی به ترتیب حدود ۶۷/۸ درصد و ۶۶/۳ درصد از خانوارهای شهری استفاده‌کننده از تجهیزات سرمایشی از کولرآبی جهت سرمایش واحد خود بهره می‌گیرند.

مقایسه آمارهای استفاده از کولرگازی در سالهای ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که طی این پنج سال ۳/۸ درصد به تعداد خانوارهای شهری استفاده‌کننده از این تجهیز اضافه گردیده و می‌توان اضافه نمود که تا سال ۱۴۰۵ و ۱۴۱۰بطور

تقریبی به ترتیب حدود ۳۰/۴ درصد و ۳۴/۲ درصد از خانوارهای شهری استفاده‌کننده از تجهیزات سرمایشی از کولرگازی جهت سرمایش واحد خود بهره می‌گیرند.

طبیعتا این محاسبات با فرض صحت آمار و اینکه روند در سالهای بعد هم بهمین‌گونه خواهد ماند ارائه گردیده است. همچنین ذکر این نکته ضروری است که با بهبود فاکتور آسایش در جامعه و بخصوص جوامع شهری درصد میزان مالکیت کولرهای گازی می‌تواند افزایش بیشتر و درصد میزان مالکیت کولرهای آبی می‌تواند دستخوش کاهش چشمگیری گردد. اما از آنجا که آمار و اطلاعات رسمی در این موارد در دسترس نیست، این محاسبات بر مبنای داده‌های حداقلی موجود انجام گرفته‌است.

از سوی دیگر، بر اساس مطالعات صورت‌پذیرفته جمعیت کشور با فرض سناریوی کاهش باروری با شیب تند در سال ۱۴۱۰ حدوداً ۹۱/۵ میلیون نفر بوده [17] و با فرض اینکه هر خانوار بصورت متوسط متشکل از ۳/۵ نفر است (که احتمال کاهش بیشتر این عدد وجود دارد)، تعداد کل خانوارهای ایرانی برابر با ۲۶/۱ میلیون خانوار می گردد. نسبت خانوار شهری به کل خانوارها در سال ۱۳۹۵ برابر ۷۵ درصد بوده و با فرض اینکه این نسبت ثابت بماند، تعداد خانوارهای شهری تا سال ۱۴۱۰ برابر با ۱۹/۵ میلیون خانوار می‌گردد.

با توجه به مباحثی که پیشتر مطرح گردید، تعداد خانوارهای شهری که از کولرآبی برای سرمایش بهره می گیرند تا سال ۱۴۱۰ به ۱۲/۹ میلیون خانوار خواهد رسید. بصورت مشابه، تعداد خانوارهای شهری که از کولرگازی برای سرمایش بهره می گیرند تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۶/۶ میلیون خانوار خواهد رسید. لازم به ذکر این نکته است که متاسفانه علیرغم پیش‌بینی تعداد خانوارهای استفاده کننده از کولرهای آبی و گازی از تعداد دقیق این سیستمهای سرمایشی آماری در دسترس گروه محقق قرار نگرفته است. در نتیجه در اینجا باید به پیش بینی تعداد کل کولرهای آبی و گازی پرداخت.

با مراجعه به آمار تعداد مشترکین برق کشور در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵مشخص می‌گردد که تعداد مشترکین برق خانگی در این سالها بطور میانگین حدودا ۵۰ درصد بیشتر از تعداد کل خانوارهای شهری در ایران است که بگونه‌ای از سیستمهای سرمایشی جهت خنک کردن فضا استفاده می‌نمایند [18]. مقداری از این اختلاف می تواند بدلیل لحاظ نکردن خانواده‌های روستایی باشد. از سوی دیگر برخی خانوارها می‌توانند بیشتر از یک اشتراک داشته باشند. لذا در محاسبات عدد ۵۰ درصد را می‌توان به عنوان ضریب اطمینان جهت تخمین دقیق‌تر تعداد واحدهای سرمایشی بکار گرفت. همانگونه که بیان گردید، تعداد خانوارهای شهری که از کولرآبی برای سرمایش بهره می گیرند تا سال ۱۴۱۰ به ۱۲/۹میلیون

خواهد رسید و تعداد خانوارهای شهری که از کولرگازی برای سرمایش بهره می گیرند تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۶/۶ میلیون خواهد رسید. در نتیجه تعداد اشتراکهای خانگی که از کولرآبی برای سرمایش بهره می گیرند تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۱۹/۳ میلیون خواهد رسید و تعداد اشتراکهای خانگی که از کولرگازی برای سرمایش بهره می گیرند تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۹/۹ میلیون خواهد رسید. در نتیجه پیش‌بینی می‌گردد با فرض اینکه هر اشتراک خانگی فقط یک کولرآبی یا گازی دارد تا سال ۱۴۱۰ تعداد کولرهای آبی بخش شهری خانگی ۱۹/۳ میلیون و تعداد کولرهای گازی حدود ۹/۹ میلیون باشد. از سوی دیگر بنظر می‌رسد که فرض داشتن یک کولرگازی برای هر اشتراک خانگی محافظه‌کارانه است و این عدد بیشتر از یک می‌باشد. بهر حال، بدلیل در دسترس نبودن اطلاعات آماری کافی با فرض اینکه هر اشتراک خانگی بصورت میانگین ۱ واحد کولرگازی دارد، تعداد کل این کولرها را تا سال ۱۴۱۰ می‌توان حدود ۹/۹ میلیون یونیت تخمین زد که مسلما این عدد می‌تواند بیشتر گردد.

از سوی دیگر تعداد مشترکین برق عمومی و سایر در این محاسبات در نظر گرفته نشده که با فرض نسبتهای یکسان در سایر گروههای مصرفی تعداد کل کولرهای آبی تا سال ۱۴۱۰ به عدد ۲۳/۲ میلیون تخمین زده می‌شود. بصورت مشابه تعداد کل کولرهای گازی تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۱۱/۹ میلیون تخمین زده می‌شود.

جدول .Error! No text of specified style in document**-۹: تعداد مشترکین خانگی و عمومی در سال ۱۳۹۸ [4]**

سال	تعداد مشترکین برق خانگی	تعداد مشترکین برق عمومی	کل تعداد مشترکین برق
1397	۲۸۷۴۹۰۰۰	۱۶۶۶۰۰۰	۳۵۶۸۸۰۰۰
1398	۲۹۴۶۲۰۰۰	۱۷۳۳۰۰۰	۳۶۶۸۲۰۰۰

با توجه به محاسبات انجام شده در نهایت تعداد کل کولرهای آبی در کشور تا سال ۱۴۱۰ حدود ۲۳/۲ میلیون و تعداد کل کولرهای گازی در حدود ۱۱/۹ میلیون تخمین زده می‌شود.

رتبه انرژی اکثر سیستم‌های سرمایشی تولید شده در داخل کشور و وارداتی D می باشد. در جدول ۲-۴ خلاصه فرضیات و تغییرات بار الکتریکی هر سیستم سرمایشی آمده است.

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۰: خلاصه فرضیات و تغییرات بار الکتریکی هر سیستم سرمایشی در اثر تغییر رتبه [18]**

پارام تر	متوسط بار الکتریکی مصرفی (وات)			EER			متوسط درصد کاهش بار الکتریکی	
رتبه	A	B	D	A	B	D	از B به A	از D به B
کولر آبی	403	456	500	52.70	46.60	42.50	11.57	8.80
کولر گازی	146 6	188 5	200 0	4.50	3.50	3.30	22.22	5.71
چیلرهای تراکمی	---	---	---	7.78	6.36	5.38	18.18	15.38

بر اساس این اطلاعات در صورت جایگزینی هر عدد کولر آبی با رتبه انرژی D با کولر آبی با رتبه انرژی B به میزان ۴۴ وات در انرژی الکتریکی مصرفی صرفه‌جویی می‌شود. به همین ترتیب، در صورت جایگزینی هر عدد کولر آبی با رتبه انرژی D با کولر آبی با رتبه انرژی A به میزان ۹۷ وات در انرژی الکتریکی مصرفی صرفه‌جویی می‌گردد. بصورت مشابه، در صورت جایگزینی هر عدد کولر گازی با رتبه انرژی D با کولر گازی با رتبه انرژی B به میزان ۱۱۵ وات بار الکتریکی کاهش یافته و در صورت جایگزینی هر عدد کولر گازی با رتبه انرژی D با کولر گازی با رتبه انرژی A به میزان ۵۳۴ وات بار الکتریکی مصرفی کاهش می یابد. در جدول ۲-۵ میزان صرفه‌جویی در مصرف برق بر حسب تعداد برای سناریوی جایگزینی کولرهای آبی آورده شده است. همچنین در جدول ۲-۶ میزان صرفه‌جویی در مصرف برق بر حسب تعداد برای سناریوی جایگزینی کولرهای گازی آورده شده است.

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۱: میزان صرفه‌جویی در مصرف برق بر حسب تعداد برای سناریوی جایگزینی کولرهای آبی**

تعداد جایگزین‌شده رتبه ***D*** با رتبه ***A***	انرژی صرفه‌جویی شده (وات)	تعداد جایگزین‌شده رتبه ***D*** با رتبه ***B***	انرژی صرفه‌جویی شده (وات)
۱	۹۷	۱	۴۴
۱،۰۰۰	۹۷،۰۰۰	۱،۰۰۰	۴۴،۰۰۰
۱۰۰،۰۰۰	۹،۷۰۰،۰۰۰	۱۰۰،۰۰۰	۴،۴۰۰،۰۰۰
۱،۰۰۰،۰۰۰	۹۷،۰۰۰،۰۰۰	۱،۰۰۰،۰۰۰	۴۴،۰۰۰،۰۰۰

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۲: میزان صرفه جویی در مصرف برق بر حسب تعداد برای سناریوی جایگزینی کولرهای گازی**

تعدادجایگزین شده رتبه ***D*** با رتبه ***A***	انرژی صرفه جویی شده (وات)	تعدادجایگزین شده رتبه ***D*** با رتبه ***B***	انرژی صرفه جویی شده (وات)
۱	۵۳۴	۱	۱۱۵
۱،۰۰۰	۵۳۴،۰۰۰	۱،۰۰۰	۱۱۵،۰۰۰
۱۰۰،۰۰۰	۵۳،۴۰۰،۰۰۰	۱۰۰،۰۰۰	۱۱،۵۰۰،۰۰۰
۱،۰۰۰،۰۰۰	۵۳۴،۰۰۰،۰۰۰	۱،۰۰۰،۰۰۰	۱۱۵،۰۰۰،۰۰۰

در جدول ۲–۷ میزان صرفه‌جویی در مصرف برق در صورت جایگزینی ۱ میلیون واحد کولر آبی/گازی با رتبه انرژی D با رتبه انرژی B یا A نشان داده شده است.

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۳: میزان صرفه‌جویی در مصرف برق در صورت جایگزینی ۱ میلیون واحد کولر آبی/گازی با رتبه انرژی D با رتبه انرژی B یا A**

نوع کولر	صرفه جویی به ازای جایگزینی ۱ میلیون کولر (مگاوات)	
	کولرآبی	کولرگازی
جایگزینی رتبه *D* با رتبه *B*	۴۴	۱۱۵
جایگزینی رتبه *D* با رتبه *A*	۹۷	۵۳۴

بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، ۱۴/۷ درصد از کولرهای آبی دارای رتبه انرژی A یا B بوده و ۸۵/۳ درصد از کولرهای آبی دارای رتبه انرژی پایین‌تر و یا عدم وجود اطلاعات هستند [19]. همچنین ۴۶/۴ درصد از کولرهای گازی دارای رتبه انرژی A یا B بوده و ۵۳/۶ درصد دارای رتبه انرژی پایین‌تر و یا عدم وجود اطلاعات هستند. با فرض صحت اطلاعات داده شده و پیش‌بینی روند مشابه برای سالیان آینده می‌توانبه موارد زیر اشاره نمود:

- در صورت وجود حدود ۲۳/۲ میلیون کولرآبی تا سال ۱۴۱۰، حدود ۳/۴ میلیون دارای رتبه انرژی A یا B بوده و حدود ۱۹/۸ میلیون دارای رتبه انرژی پایین‌تر خواهند بود.
- در صورت وجود حدود ۱۱/۹ میلیون کولرگازی تا سال ۱۴۱۰، حدود ۵/۵ میلیون دارای رتبه انرژی A یا B بوده و حدود ۶/۴ میلیون دارای رتبه انرژی پایین‌تر خواهند بود.

در نتیجه تا سال ۱۴۱۰، در صورت جایگزین نمودن کولرهای آبی و گازی موجود با رتبه‌های انرژی پایین تر از B با کولرهای آبی و گازی رتبه B و همچنین تولید و وارد نمودن کولرهای آبی و گازی رتبه B به میزان ۱۶۰۷ مگاوات در مصرف انرژی صرفه جویی خواهد شد. بصورت مشابه، در صورت جایگزین نمودن کولرهای آبی و گازی موجود با رتبه‌های انرژی پایین تر از B با کولرهای آبی و گازی رتبه A و همچنین تولید و وارد نمودن کولرهای آبی و گازی رتبه A به میزان ۵۳۳۸/۲ مگاوات در مصرف انرژی صرفه جویی خواهد شد. لازم به ذکر است که مطابق با اطلاعات مرکز آمار از رتبه انرژی کولرهای گازی ۴۶/۴ دارای رتبه انرژی A یا B بوده که این درصد بالا تا حدودی سوال برانگیز است. از آنجا که این اطلاعات با کار آماری و طی فرآیند پرسش از خانوارهای نمونه جمع‌آوری گردیده در صورت وجود برچسب تقلبی رتبه انرژی بر روی تجهیز راه مناسبی برای تشخیص اصالت برچسب وجود ندارد؛ گروه نگارنده این گزارش با فرض صحت این آمار محاسبات را انجام داده‌اند. بدیهی است در صورت مخدوش بودن این داده‌ها پتانسیل بیشتری برای صرفه‌جویی مصرف برق با بکارگیری کولرهای آبی و گازی با رتبه انرژی A یا B وجود خواهد داشت.

۲-۳-۲. پتانسیل موجود برای کاهش بار شبکه با استفاده از ارتقای رده انرژی و بکارگیری سیستم‌های کنترل پیشرفته سیستم‌های سرمایشی

با استفاده از نتایجی که در بخشهای قبلی حاصل شد، مشخص گردید که پیک بار شبکه که در واقع تعیین کننده ظرفیت شبکه برق است در اثر افزایش بارهای سرمایشی تا سال ۱۴۱۰ حداقل ۲۰۸۷۰ مگاوات افزایش خواهد یافت که

با ارتقای رده سیستم های سرمایشی از D به B در طول ۱۱ سال می توان ۷/۷ درصد یعنی ۱۶۰۷/۲ مگاوات از این نیاز را حذف کرد. همچنین در صورت ارتقای رده سیستم های سرمایشی از D به A در طول ۱۱ سال می توان ۲۵/۶ درصد یعنی ۵۳۳۸/۲ مگاوات از این نیاز را حذف کرد.

از سوی دیگر سیستم‌های کنترلی پیشرفته و هوشمند می‌توانند نقش چشمگیری در کاهش مصرف انرژی و همچنین پیک‌سایی ایفا نمایند. از این میان، ترموستاتهای هوشمند نیز می‌توانند به کاهش بار پیک و صرفه‌جویی در مصرف انرژی یاری رسانند. نتایج یک نمونه از بررسی‌های انجام شده بر روی ۵۱ نمونه آماری نشان می‌دهد که ترموستاتهای هوشمند با هزینه کم (مثلا ۲۵ دلار) می‌توانند تا حدود ۲۸ درصد در انرژی مصرفی صرفه‌جویی نمایند بدون اینکه تغییرات نامناسبی در شرایط آسایش ساکنین رخ دهد.

این میزان صرفه‌جویی در مقابل با هزینه‌های اعمال‌شده بسیار قابل ملاحظه است. بصورت کلی یکی از موانع عمده موجود در مسیر بکارگیری تکنولوژیهایی که به صرفه‌جویی در مصرف انرژی منجر می‌گردند هزینه اولیه بسیار بالاست که در بسیاری موارد به چشم‌پوشی از بکارگیری تکنولوژی مربوط منجر می‌گردد. مطابق یک نمونه مطالعه انجام‌پذیرفته [20] بازگشت سرمایه در حوزه تکنولوژیهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی باید نهایتا دو سال باشد. بعنوان نمونه در آمریکا، متوسط هزینه‌های گرمایش و تهویه‌مطبوع ۶۷۷ دلار بر خانوار در هر سال است که معادل با ۵۶/۴۲ دلار هزینه ماهیانه می‌باشد. در نتیجه، به منظور ایجاد جذابیت مالی برای قابلیت بکارگیری، هزینه تکنولوژی موردنظر می‌بایست در حدود ۲۳۰ دلار باشد که این هزینه دربرگیرنده کل هزینه‌های سخت‌افزاری، نصب و سایر موارد می‌باشد. نتیجتاً، ترموستاتهای هوشمند گزینه بسیار مقبولی در این حوزه می‌باشند.

بر اساس گزارش آژانس انرژی آمریکا با استفاده از کنترلهای پیشرفته در ساختمانها و مجتمعهای تجاری پتانسیل کاهش ۲۹ درصدی مصرف انرژی وجود دارد که این امکان با استفاده از سنسورهای با قابلیت ردیابی تعداد حضار و سنسورهای کنترلگر وضعیت تجهیزات تهویه‌مطبوع حاصل می‌گردد [20]. علاوه بر این، بررسی‌ها نشان می‌دهند که ۱۰ درصد تا ۲۰ درصد از پیک بار بخش تجاری را می‌توان با استفاده از کنترل‌های پیشرفته مدیریت نمود [20].

با توجه به مطالب عنوان شده بنظر می‌سد که در صورت پیاده‌سازی اینترنت اشیاء و بکارگیری ترموستات‌های هوشمند قابلیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی از ۵ درصد تا ۲۰ درصد فراهم گردد که این میزان برابر با ۱۰۴۳ مگاوات تا ۴۱۷۴ مگاوات برق تا سال ۱۴۱۰ می‌باشد.

۲-٤- جمع‌بندی اهداف کلان

با توجه به بخش ۲-۳ و پتانسیل های استخراج شده و پس از بررسی اسناد بالادستی، شکستن اجزای مختلف چشم‌انداز تدوین‌شده ، اهداف کلان سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه‌مطبوع در ساختمان، به‌صورت زیر تدوین شد (این اهداف بر اساس حداقل پتانسیل‌ها استخراج شده و امکان دستیابی به سطوح بالاتر و بهتر نیز در کشور وجود دارد).

الف- دستیابی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار در حوزه سیستم‌های سرمایشی ساختمان از طریق حمایت از تحقیق و توسعه و انتقال فناوری‌های روز دنیا با تاکید بر توانمندسازی بخش خصوصی

ب- دستیابی به صنعت رقابت‌پذیر در حوزه سیستم‌های سرمایشی ساختمان، آگاه‌سازی و تقویت هنجارهای فرهنگی استفاده از سیستم‌های سرمایشی و مدیریت بارهای سرمایشی، تدوین سیاست‌های تشویقی در راستای ارتقای بازدهی سیستم‌های سرمایشی موجود و واردات محصولات پربازده

پ- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر آبی دارای رتبه انرژی D به B کاهش۴۴ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

ت- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر آبی دارای رتبه انرژی D به A کاهش ۹۷ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

ث- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر گازی دارای رتبه انرژی D به B کاهش۱۱۵ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

ج- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر گازی دارای رتبه انرژی D به A کاهش ۵۳۴ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

چ- کاهش ۱۶۰۷/۲مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۴۱۰ (ارتقای رتبه کلیه کولرهای آبی/گازی از D به B)

ح- کاهش ۵۳۳۸/۲ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۴۰۴ (ارتقای رتبه کلیه کولرهای آبی/گازی از D به A)

خ- در صورت پیاده‌سازی اینترنت اشیاء و بکارگیری ترموستات‌های هوشمند قابلیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی از ۵ درصد تا ۲۰ درصد فراهم گردد که این میزان برابر با ۱۰۴۳ مگاوات تا ۴۱۷۴ مگاوات برق تا سال ۱۴۱۰ می‌باشد.

با توجه به اینکه اهداف تدوین شده فقط بر مبنای ارتقای رتبه سیستم‌های سرمایشی و سیستمهای کنترلی می باشد و پتانسیل کاهش بار الکتریکی ناشی از سایر عوامل مانند ارتقای استانداردهای پوسته ساختمان، لذا در صورت در نظر گرفتن این عوامل این حوزه، کاهش بار الکتریکی ناشی از بارهای سرمایشی تا حدود ۳۰۰۰ مگاوات در سال 1410 قابل دستیابی است.

فصل سوم

بازنگری راهبردهای ملی توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان و تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه نیرو

۳-۱- مقدمه

راهبردهای ملی فناوری دربرگیرنده‌ی مجموعه‌ای از جهت‌گیری‌هایی است که با معین نمودن خطوط کلی، از عدم قطعیت موجود در توسعه فناوری کاسته و به سؤالات اساسی سیاست‌گذاران در مسیر دستیابی به اهداف کلان پاسخ می‌دهد؛ به‌طوری‌که راهبردها را می‌توان معین‌کننده مجموعه جهت‌گیری‌های اصلی برای دستیابی به اهداف دانست. این راهبرد به انتخاب فناوری‌های اولویت‌دار و تعیین نحوه‌ی دستیابی به آن‌ها می‌پردازد. به‌عبارت دیگر، راهبرد ملی فناوری معین کننده‌ی چیستی و چگونگی توسعه فناوری در سطح کلان است. راهبرد فناوری براساس حداکثرسازی علایق ملی، تنها بیانگر نحوه تصمیم‌گیری دولت در حمایت از صنایع و فناوری‌ها است.

در محیط پویای تصمیم‌گیری، راهبرد ملی فناوری را براساس اطلاعات و حقایق[۴۷] موجود و با نگاهی به آینده، در راستای دو هدف کلی زیر تعریف می‌شود:

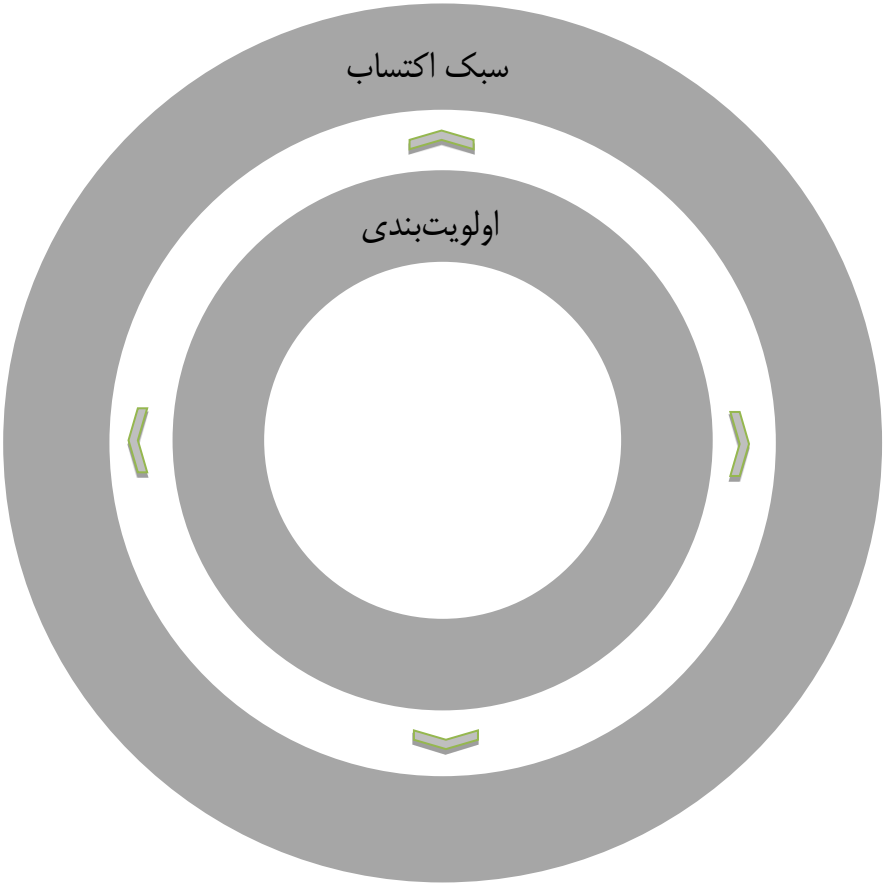
- راهبردهای پورتفولیو[۴۸] (چیستی): در راهبرد پورتفولیو حوزه‌های فناورانه برتر برای توسعه انتخاب می‌شوند.
- راهبردهای هدایتی[۴۹] (چگونگی): در راهبرد هدایتی رویکرد توسعه فناوری و سبک اکتساب فناوری مشخص می‌گردد.

اجزای راهبرد ملی فناوری متشکل از اولویت‌بندی و سبک اکتساب به‌صورت سلسله‌مراتبی و هر یک تحت اثر لایه بالایی خود تعیین می‌شوند. به‌عبارت دیگر، اولویت‌بندی بر تعیین سبک اکتساب فناوری تأثیر می‌گذارد (شکل۳-۱).

[47] *Fact*

[48] *Portfolio Strategy*

[49] *Directional Strategy*



شکل .Error! No text of specified style in document–**۵۳: رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری**

۳-۲- به روز رسانی ارکان جهت ساز در سطح ملی(صنعت برق)

۳-۲-۱- اولویت بندی

تعیین اولویت‌های توسعه و انتخاب حوزه‌های برگزیده فناوری در قالب راهبرد پورتفولیو به انجام می‌رسد. زمانی که انتخاب اولویت‌ها مورد نظر است، روش فناوری‌های حیاتی یا کلیدی، یک رویکرد ارزشمند و مفید جهت ارزیابی حوزه‌های تحقیقاتی و فناوری‌های مختلف به شمار می‌رود. در این روش با اندازه‌گیری میزان اهمیت یا کلیدی بودن هر حوزه، فهرستی از حوزه‌های مهم و کلیدی فناورانه را برای سرمایه‌گذاری و توسعه مشخص می‌گردد. روش پیشنهادی برای این مؤلفه حاصل جمع‌بندی روش‌های مختلف راهبرد ملی و بنگاهی فناوری است. از میان روش‌های مختلف، روش فناوری-های حیاتی که به انتخاب فناوری‌های مهم با دو معیار جذابیت و امکان‌پذیری می‌پردازد، با کمی اصلاحات متناسب با

هر مفهوم به‌عنوان مبنای روش پیشنهادی استفاده می‌گردد [21]. در این روش پیشنهادی، تعیین فناوری‌های برگزیده با استفاده از ماتریس دو بعدی جذابیت–قابلیت[50] صورت می‌پذیرد. معیارهای جذابیت فناوری با توجه به اهداف کلان تعیین شده و فناوری‌هایی که توسعه آن‌ها بیشترین اثر در تحقق اهداف را دارند دارای جذابیت بالایی خواهند شد. در این روش، بر اساس دو دسته معیار جذابیت و قابلیت به مقایسه میان گزینه‌های مختلف رقیب پرداخته می‌شود. مدل پیشنهادی در چهار مرحله (سطح) پیش‌بینی شده که این مراحل عبارتند از:

۱- تشکیل و تحلیل ماتریس ارزیابی جذابیت–توانمندی

۲- دسته‌بندی (اولویت‌بندی) فناوری‌ها

۳- تعیین روش اکتساب

۴- تدوین راهبردهای توسعه فناوری

۱-۱-۲-۳- متدولوژِی تعیین جذابیت و قابلیت / مطلوبیت – امکان‌پذیری

برای نگاشت فناوری‌ها در ماتریس جذابیت–قابلیت، لازم است تا در ابتدا به سنجش میزان جذابیت فناوری و قابلیت ملی برای تولید پرداخت. برای این منظور، باید معیارهایی برای سنجش جذابیت و قابلیت استخراج نمود. بطور کلی در ارزیابی قابلیت، به بررسی نقاط ضعف و قوت کشور در فناوری مورد ارزیابی پرداخته شده و در ارزیابی جذابیت، فرصت‌ها و تهدیدهایی که فناوری برای کشور ایجاد می‌نماید، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲-۱-۲-۳- جذابیت / مطلوبیت

جذابیت یک فناوری غالباً توسط عواملی تعیین می‌شود که خارج از کنترل محیط درونی (سازمان/صنعت/کشور) بوده و معمولاً به مشخصات ذاتی فناوری مربوط می‌شوند. جذابیت فناوری نسبی است و در مقایسه با فناوری‌های رقیب، معنی پیدا می‌کند. معیارهای جذابیت بر حسب اینکه فناوری در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار داشته باشد، به دو دسته تقسیم می‌شود. در فناوری‌های بالغ، به‌دلیل شکل‌گیری صنعت در کنار توسعه فناوری، می‌توان تصمیم‌گیری در مورد حوزه‌های موردنیاز سرمایه‌گذاری را بر پایه منافع ملی حاصل از هر بخش استوار نمود. مفهوم منافع ملی عام‌تر و جامع‌تر

[50]- *Bi-dimensional matrix of attractiveness-capability*

از منافع ملی اقتصادی است و شامل منافع زیست‌محیطی، اجتماعی، سیاسی، و فرهنگی هم می‌شود. اما در فناوری‌های نوظهور، به‌دلیل دور بودن فناوری‌ها از تبدیل شدن به محصول و شکل‌گیری صنعت، استفاده از نگرش منافع ملی کارساز نخواهد بود. اگرچه امکان بررسی اینکه آیا یک فناوری نوظهور در راستای اهداف کلان کشور می‌باشد یا خیر، میسر است ولی شاید نتوان به این سؤال در مورد زیر فناوری‌ها به‌عنوان اجزای فناوری راهبردی پاسخ داد. در این حالت لازم است تا جذابیت زیرفناوری‌ها را با استفاده از گونه‌هایی دیگر از معیارها به‌انجام رساند.

۳-۲-۱-۲-۱- معیارهای جذابیت در فناوری‌های بالغ (دوره‌های اواخر رشد و بلوغ)

آنچه از سوی دولت‌ها و در سطح ملی به‌عنوان جذابیت برای توسعه یک فناوری تلقی می‌شود، منافع ملی حاصل از توسعه فناوری است. توسعه یک فناوری می‌تواند به عاید شدن منافع گسترده‌ی اجتماعی- اقتصادی - سیاسی برای کشور منجر شود. هرچه سطح منافع حاصل از بومی‌سازی یک فناوری بیشتر باشد، به‌همان نسبت تمایل دولت‌ها نسبت به توسعه آن نیز بیشتر می‌گردد. با بررسی ادبیات مربوطه، مطالعات میدانی، و همچنین برگزاری پنل‌های طوفان فکری میان متخصصین، می‌توان معیارهای جذابیت بومی‌سازی یک فناوری یا همان منافع ملی را برای یک کشور نفتی و درحال توسعه مانند ایران، به صورت زیر برشمرد. [۲۴]

- *اشتغال‌زایی*: یکی از اهداف مهم هر دولت ایجاد شغل و کاهش بیکاری از صحنه‌ی اجتماع است. عموماً دولت‌ها با ایجاد صنایع و فعالیت‌های اقتصادی جدید به دنبال ایجاد مشاغل جدید هستند. در همین حال یکی از مزایای جانبی توسعه فناوری‌هایی که در مراحل بلوغ خود قرار دارند، نیز پدید آمدن مشاغل جدید است. توسعه این فناوری‌ها به‌طور غالب با توسعه صنایع مربوط به آن همراه است. با توسعه صنایع هم واحدهای تولیدی و خدماتی که عوامل اصلی ایجاد مشاغل هستند توسعه پیدا می‌کند. بنابراین اشتغال‌زایی را می‌توان به‌عنوان یک معیار جذابیت برای فناوری‌های بالغ قلمداد نمود.
- *ایجاد بازار برای مواد خام*: برای کشوری مانند ایران که برخوردار از منابع غنی مواد خام و کانی‌های فلزی و غیرفلزی است، ایجاد بازاری برای استفاده از این منابع و ایجاد ارزش افزوده از مواد خام در یک فرآیند صنعتی یکی از مسائل مورد توجه سیاستگذاران است. این امر به دلیل ایجاد ارزش افزوده بیشتر در نتیجه‌ی پردازش آنها در فرآیندهای صنعتی در مقایسه با فروش آنها به صورت خام اهمیت پیدا می‌کند.

- *پتانسیل برای صادرات*: توسعه‌ی صادرات غیرنفتی در ایران همواره یکی از اولویت‌های سیاستگذاران و دولت‌ها بوده است. اهمیت این موضوع به خاطر وابستگی شدید به صادرات نفتی و سهم پایین صادرات سایر انواع محصولات و خدمات از کل صادرات کشور است. ایجاد یک فناوری جدید در داخل کشور فرصتی را فراهم می‌کند تا امکان فروش محصولاتی جدید به خارج از کشور فراهم شود.
- *غرور ملی*: اکثر دولت‌ها در انتخاب بین فناوری تولید داخل و فناوری وارداتی، در شرایط برابری کیفیت، مورد اول را ترجیح می‌دهند. علت موضوع را می‌توان در معیار جذابیت غرور ملی دانست. غرور ملی یکی از دلایل دولت‌ها برای ایجاد فناوری‌های جدید در داخل کشور است.
- *جلوگیری از خروج ارز*: واردات محصولات نهایی از خارج از کشور منجر به خروج ارز از کشور شده که این امر عموماً برای دولت‌ها چندان خوشایند نیست. لذا بومی سازی فناوری‌هایی که محصول آنها در داخل کشور استفاده می‌شوند از اولویت‌های سیاستگذاران و دولت‌ها می‌باشد.
- *صرفه‌جویی در هزینه‌های نیروی کار*: محصولاتی که در کشورهای صنعتی تولید می‌شوند عموماً از نظر هزینه‌ی نیروی کار در مقایسه با کشورهای در حال توسعه گران‌تر هستند. لذا بومی سازی فناوری‌ها در کشورهایی مانند ایران منجر به صرفه‌جویی در هزینه نیروی کار و در نتیجه ارزانتر شدن محصول می‌شود. استفاده از نیروی کار معمولی بیشتر در مورد فناوری‌هایی با بلوغ کامل مطرح است. فناوری‌های نوظهور، بیشتر درگیر نیروهای کار تحصیل‌کرده هستند. بنابراین این معیار نیز بیشتر در مورد فناوری‌های بالغ صادق خواهد بود.

۳-۲-۱-۲-۲- معیارهای جذابیت در فناوری‌های نوظهور (دوره‌های جنینی و اوایل رشد)

- *معیارهای ارزیابی اثر حوزه‌های فناورانه بر فناوری راهبردی*: هرچه اثر یک حوزه بر عملکرد فناوری راهبردی بیشتر باشد، جذابیت آن بالاتر است. اما باید توجه داشت که گاهی یک حوزه فناورانه با اثر نسبتاً کم ولی گسترده خود، می‌تواند تأثیر به مراتب بیشتری در عملکرد کل سیستم داشته باشد. همچنین وابستگی یک حوزه به توسعه حوزه‌های دیگر نیز می‌تواند از جذابیت آن بکاهد. در نتیجه، این دسته از معیارها شامل چهار زیر بخش است:
  - معیارهای ارزیابی میزان اثر حوزه‌های فناورانه بر عملکرد فناوری راهبردی،
  - گستردگی این حوزه‌ها در انواع فناوری‌های راهبردی،

- سهم آن‌ها در فراهم‌کردن زمینه دستیابی به حوزه‌های فناورانه جدید دیگر (سرریز دانشی) و
- وابستگی میان حوزه‌ای (حوزه‌های فناورانه زیربنایی).

- *معیارهای ارزیابی ویژگی‌های ذاتی فناوری*: این دسته از معیارها بر خلاف دسته قبل که اثر حوزه‌های فناورانه را ارزیابی می‌کردند، به ویژگی‌های ذاتی آن‌ها می‌پردازد. بعضی از ویژگی‌ها می‌توانند به عنوان وجه امتیاز محسوب شده و باعث جذابیت بیشتر آن شود و برخی دیگر ممکن است از جذابیت آن بکاهد. معیارهایی که برای ارزیابی خصوصیات ذاتی حوزه‌های فناورانه می‌توان در نظر گرفت عبارتند از:
  - ریسک جایگزینی با حوزه‌های فناورانه دیگری که در آستانه ظهور هستند (چرخه عمر فناوری) و
  - امکان فروش حوزه‌ی فناورانه یا محصولات آن به خارج از کشور (در صورت تسلط کامل).

پس از تعیین معیارها و نیز اندازه‌گیری آن‌ها در حوزه‌های فناورانه مورد نظر، لازم است تا جذابیت فناوری از منظر کلیه معیارها را محاسبه نمود. برای این منظور، لازم است تا از یکی از روش‌های رتبه‌بندی برتری موجود در ادبیات تصمیم‌گیری استفاده نمود. به‌عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌ها، روش PROMMETHEE II انتخاب می‌شود. در این روش، با استفاده از تابع ارجحیت خطی، رتبه‌ی هر یک از حوزه‌ها از منظر کلیه معیارهای جذابیت معین می‌گردد.

۳-۱-۲-۳- قابلیت / امکانپذیری

مفهوم قابلیت در ماتریس اولویت‌بندی بیانگر مجموع توانمندی‌های بالقوه و بالفعل، در سطح ملی، و در زمینه توسعه فناوری است. برای انجام فرآیند ارزیابی توانمندی فناورانه مدل‌های مختلفی توسعه داده شده است. بسیاری از مدل‌های موجود نیازمند ورود اطلاعات با میزان جزئیات فراوان هستند. در قبال دریافت این ورودی‌ها، مدل‌های بیان شده خروجی‌های مختلفی را به تحلیل‌گر ارائه می‌نمایند. به‌منظور کاستن از حجم ورودی‌های موردنیاز روش پیشنهادی و جلوگیری از تولید اطلاعات غیرضروری، لازم است تا مدلی انتخاب شود که با خروجی‌های موردنیاز معیار قابلیت در ماتریس اولویت‌بندی هم‌خوان باشد.

برخی از محققان به ارائه‌ی مدل‌های ارزیابی توانمندی بر مبنای سطوح توانمندی فناورانه پرداخته‌اند که می‌توانند مبنایی برای ارزیابی قابلیت‌های فناورانه در سطح ملی قرار گیرد. برای نمونه، ولکات[۵۱] و همکاران (1997) برای شناسایی عمق توسعه‌ی فناورانه سطوح زیر را معرفی کرده‌اند:

- *سطح صفر*: (مصرف[۵۲]) هیچ توسعه‌ای در کشور رخ نمی‌دهد. اگر فناوری وجود داشته باشد، به‌صورت محصول نهایی وارد شده است.
- *سطح ۱*: (مونتاژ) مونتاژ ساده‌ی قطعات؛ نوآوری محصول یا فرایند کم یا اصلاً صورت نمی‌گیرد.
- *سطح ۲*: (تطبیق) توسعه یا تولید نسبتاً پیچیده‌ای با همکاری گسترده خارجی، احتمالاً از طریق کسب لیسانس انجام می‌شود. ممکن است فعالیت‌هایی برای وفق دادن فناوری با شرایط داخلی صورت گیرد.
- *سطح ۳*: (درحال ترقی دادن[۵۳]) شرکت‌های محلی فعالانه درگیر ترقی دادن برخی از مراحل توسعه (لزوماً نه تمامی مراحل) فناوری نسبتاً جدید هستند. به عنوان مثال ممکن است تحقیقات پایه و طراحی محصول در خارج صورت بگیرد، ولی شرکت‌های محلی در نوآوری فرایند و سایر مراحل پس از طراحی فعال باشند.
- *سطح ۴*: (جامع) تحقیقات پایه، تحقیقات کاربردی، طراحی و توسعه، نوآوری در فرایند و تولید نهایی در داخل کشور انجام می‌شود. فناوری‌ها و خدمات حامی اغلب در داخل کشور هستند. در این حالت کشور کاملاً قادر به انجام کلیه مراحل است ولی ممکن است بنابه دلایل اقتصادی یا سیاسی نتایج مرحله‌ای از توسعه را از کشور دیگری کسب نماید.

به منظور ارزیابی قابلیت فناورانه، ابتدا سطح مورد انتظار (ایده‌آل) از تسلط به فناوری مشخص گردیده و سطح تسلط فعلی نسبت به آن سنجیده می‌شود. مقایسه این دو سطح از قابلیت، بیانگر شکاف فناورانه کشور در آن حوزه می‌باشد.

در این مطالعه، به‌منظور ارزیابی قابلیت ملی در توسعه یک فناوری، مدلی ۸ سطحی برای فناوری‌های بالغ و مدلی ۶ سطحی برای فناوری‌های نوظهور بر پایه ایده ولکات و همکاران توسعه داده شده است (جداول ۳-۱و ۳-۲). این مدل‌های چندسطحی می‌توانند برای نمایش سطوح قابلیت در ابعاد ملی استفاده شوند. سطح قابلیت هر کشور در قالب

[51] *Wolcott*

[52] *Use*

[53] *Advancing*

این سطوح و در دو حالت بالفعل (محقق شده) و بالقوه (قابل دستیابی در ۵ سال آینده) قابل ارائه است. دستیابی به سطوح بالای قابلیت نشان‌دهنده‌ی درجه بومی‌سازی بالاتر در توسعه فناوری مربوط است. در این میان، معمولاً چهار شکاف فناورانه فن‌افزار[۵۴]، اطلاعات‌افزار[۵۵]، انسان‌افزار[۵۶]، و سازمان‌افزار[۵۷] مانع از دستیابی به سطح بالای قابلیت در یک کشور می‌گردد [22].

[54] *Technoware*

[55] *Infoware*

[56] *Humanware*

[57] *Orgaware*

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱٤: سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوری‌های اواخر رشد و بلوغ**

سطح	قابلیت	شرح
۰	عدم آگاهی از کاربرد	در این سطح از قابلیت فناوری، در داخل کشور اطلاعی از کاربرد و نحوه استفاده از فناوری مورد نظر وجود ندارد.
۱	آگاهی از کاربرد	در این سطح از قابلیت فناوری اطلاع از چگونگی استفاده از فناوری وجود دارد.
۲	توان استفاده	در این سطح نه تنها آگاهی از کاربردهای فناوری وجود دارد، بلکه توان استفاده از آن نیز بالفعل شده است.
۳	توان نگهداری و تعمیرات	در این سطح در کشور افراد یا مجموعه‌هایی وجود دارند که می‌توانند فناوری مورد استفاده را نگهداری و تعمیر نمایند.
۴	توان مونتاژ	در سطح پنجم از قابلیت فناوری، کشور توان مونتاژ اجزای فناوری و ساخت نهایی را دارد.
۵	توان ساخت با کپی طراحی	در این سطح علاوه بر توان مونتاژ، امکان کپی طراحی قطعه مورد نظر از روی نمونه‌های موجود وجود دارد.
۶	توان ساخت با درصدی طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری، توانایی ساخت بومی قطعه با درصدی تغییر در نمونه موجود مطابق با شرایط کشور وجود دارد.
۷	توان ساخت با ۱۰۰ درصد طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری توانایی طراحی کامل بومی قطعه و سپس ساخت آن فراهم شده است. به عبارت دیگر کشور می‌تواند بدون نیاز به کپی برداری از روی نمونه‌های دیگر، قطعه را مستقلاً طراحی و تولید کند.

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۵: سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوری‌های دوره‌های معرفی و اوایل رشد**

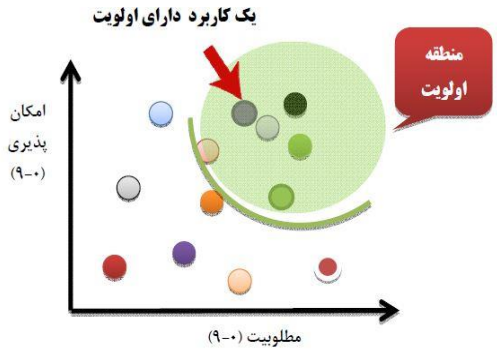
سطح	قابلیت	شرح
۰	عدم آگاهی از کاربرد	در این سطح از قابلیت فناوری، در داخل کشور اطلاعی از کاربرد و نحوه استفاده از فناوری مورد نظر وجود ندارد
۱	آگاهی اولیه نسبت به فناوری	در این سطح اطلاع از کارکردی که یک فناوری رائه می‌دهد وجود دارد
۲	توان بکارگیری فناوری در محصول	در این سطح، فناوری بدون هیچگونه تغییر نسبت به حالتی که خریداری یا دریافت شده و در محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سطح شامل نگهداری و سرویس تجهیزات مربوط به فناوری نیز می‌شود
۳	توان طراحی و تولید در مقیاس آزمایشگاهی	این سطح به همراه داشتن قابلیت‌های طرحی و تولید فناوری، منتها در مقیاس آزمایشگاهی اشاره دارد. این توان شامل وجود نرم‌افزارها، سخت‌افزارهای آزمایشگاهی و نیروی انسانی خبره می‌باشد.
۴	توان طراحی و تولید در مقیاس صنعتی	امکان طراحی و تولید فناوری در مقیاس صنعتی در این سطح مهیا می‌گردد
۵	تسلط به دانش پایه و مبانی علمی فناوری	بالاترین سطح تسلط به فناوری است. در این سطح، نه تنها کشور و صنعت قادر است به بهره‌برداری کامل از فناوری و توان طراحی و تولید محصول آن در مقیاس صنعتی بپردازد بلکه امکان خلق فناوری‌های جدید را بر مبنای دانش و مهارت حاصل از فناوری موجود دارد.

برای سنجش سطح قابلیت بر اساس این مدل، لازم است تا از اطلاعات متخصصان مربوط به این زمینه در حوزه‌های فنی استفاده شود. نحوه جمع‌آوری این اطلاعات می‌تواند هم به‌صورت مستقیم (مصاحبه) و هم غیرمستقیم (پرسشنامه) باشد. با جمع‌آوری و تحلیل پرسشنامه و مصاحبه‌های صورت‌گرفته، می‌توان سطح قابلیت فناورانه ملی را محاسبه نمود.

٤-۱-۲-۳- ترسیم ماتریس‌های مطلوبیت – امکانپذیری / جذابیت- قابلیت

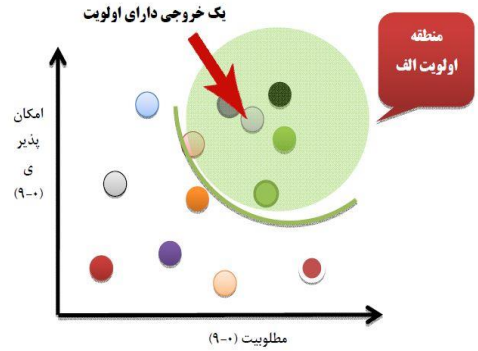
اگر کاربردها یا بازارها اولویت‌بندی شده باشند، ماتریس مطلوبیت–امکانپذیری مانند شکل (۳-۲) رسم خواهد شد.

واضح و مبرهن است که در هر سطح از شاخص‌ها ومعیارهای خاص خود برای ارزیابی جذابیت (مطلوبیت) و یا قابلیت (امکانپذیری) استفاده خواهد شد.



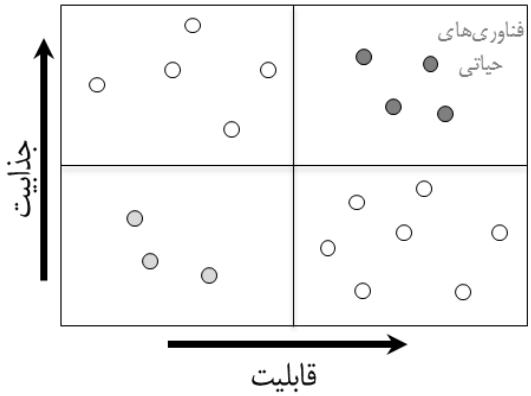
شکل .Error! No text of specified style in document–**٥٤: ماتریس جذابیت– قابلیت (منطقه اولویت)**

اگر محصولات / خدمات اولویت‌بندی شده باشند شکل ۳–۳ به عنوان خروجی‌های فناورانه ترسیم خواهد شد.



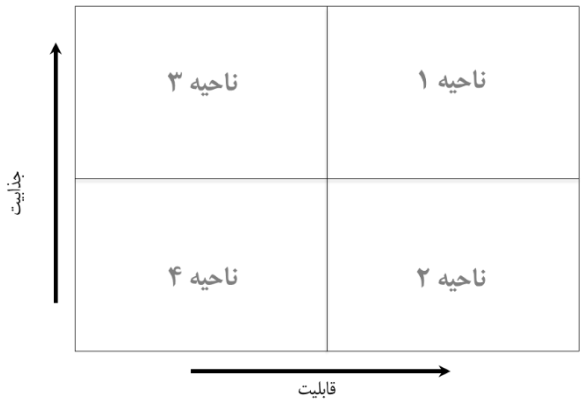
شکل .Error! No text of specified style in document–**۵۵: ماتریس جذابیت– قابلیت (منطقه اولویت الف)**

اگر فناوری‌ها (سیستم‌ها) و یا زیرفناوری‌ها (زیرسیستم‌ها) اولویت‌بندی شده باشند، ماتریس جذابیت – قابلیت ترسیم خواهد شد. در این مرحله براساس دو معیار جذابیت و قابلیت، به اولویت‌بندی توسعه فناوری در هر یک از حوزه‌ی فناورانه پرداخته می‌شود. طبیعی است که هرچه میزان جذابیت و قابلیت یک حوزه بالاتر باشد، تصمیم‌گیران تمایل بیشتری به انتخاب آن از خود نشان می‌دهند (شکل ۳–۴).



شکل .Error! No text of specified style in document–**٥٦: ماتریس جذابیت– قابلیت (امکان‌پذیری)**

در این ماتریس، نحوه و موقعیت ترسیم خطوط متقاطع، بسته به موضوع مورد مطالعه متفاوت بوده و بستگی به موقعیت مکانی فناوری‌های مختلف در ماتریس دارد. پس از تقسیم‌بندی نواحی ماتریس، چهار ناحیه ۱، ۲، ۳، و ۴ ایجاد می‌شود. هر ناحیه تصمیمات راهبردی متفاوتی را نسبت به فناوری‌ها و زیرفناوری‌های قرار گرفته در آن اعمال می‌نماید. معمولاً ترتیب اولویت‌دهی حوزه‌های فناورانه در این ماتریس به ترتیب نواحی ۱، ۲، ۳ و ۴ است (شکل ۳–۵).



شکل .Error! No text of specified style in document–**۵۷: تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت–قابلیت**

با تقسیم ماتریس فوق به چهار ناحیه، نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- ناحیه ۱ در بردارنده حوزه‌هایی است که امکان ساخت با طراحی بومی (به‌صورت جزئی یا کامل) آنها در ۵ سال آینده وجود دارد و از جذابیت بالایی برخوردار هستند. در این زمینه دولت بایستی حمایت‌های لازم را در توسعه حوزه‌های فناورانه به‌عمل بیاورد.

- ناحیه ۲ شامل حوزه‌هایی از فناوری است که در ظرف ۵ سال آینده قابلیت ساخت آنها در کشور می‌تواند فراهم شود، اما جذابیت آنها پایین است. در این رابطه، لزومی به حمایت دولت در توسعه این بخش‌ها نیست و با فراهم آمدن قابلیت، توسعه این حوزه‌ها نیز به‌وقوع می‌پیوندد.
- ناحیه ۳ مشتمل بر حوزه‌هایی می‌شود که اگر چه جذابیت بالایی دارند اما تا ۵ سال آینده امکان ساخت بومی آنها در کشور ایجاد نخواهد شد. در این حوزه‌ها، دولت باید با پیروی هوشمندانه، به‌دنبال کردن پیشروان فناوری پرداخته تا در آینده‌ی دور، امکان تولید بومی آن‌ها نیز محقق شود.
- ناحیه ۴ نیز بخش‌هایی را در بر دارد که نه جذابیت بالایی دارند و نه امکان ساخت آنها ظرف ۵ سال آینده ایجاد شدنی است. این حوزه‌ها از حیطه‌ی تمرکز خارج هستند.

حوزه‌هایی که با توجه به این اولویت‌دهی و نیز نظر تصمیم‌گیران در نواحی قابل قبول قرار می‌گیرند، به‌عنوان اجزای برگزیده برای توسعه انتخاب می‌شوند. سایر حوزه‌ها (قرار گرفته در نواحی غیرقابل قبول) برای تصمیم‌گیری در مورد وضعیت نهایی‌شان به گام بعدی که سنجش بحرانی بودن و وابستگی به مواد خاص است منتقل می‌شوند.

از مزیت‌های روش ماتریس جذابیت– قابلیت می‌توان به عدم تلفیق این دو نوع معیار، و در نتیجه عدم وزن‌دهی یکسان آنها در تصمیم‌گیری اشاره کرد. چرا که در نظر برخی ممکن است قابلیت دستیابی به فناوری مهم‌تر باشد و از منظر برخی دیگر جذابیت فناوری. در این روش می‌توان هر فناوری را از نظر جذابیت و قابلیت، در ماتریس دید و فناوری دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود. مزیت پراهمیت دیگر این روش، واگذاری تصمیم نهایی به تصمیم‌گیرنده است؛

اکثر روش‌های تصمیم‌گیری ریاضی تصمیم نهایی را خود اتخاذ کرده و آنرا به تصمیم گیرنده ارائه می‌کنند که این کار در بعضی موارد منجر به غیر منطقی شدن تصمیم می‌شود. لذا در اینجا تصمیم نهایی به تصمیم‌گیرنده واگذار می‌شود و تیم مشاور تنها به‌عنوان تصمیم‌ساز جواب‌ها را ارائه می‌نماید.

۳-۲-۱-٤-۱- تعیین جذابیت در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی

در این بخش معیارهای جذابیت فناوری های حوزه سرمایشی بر اساس ۴ اقلیم : گرم و مرطوب، نیاز به انرژی سرمایی زیاد (گرم و خشک)، نیاز به انرژی متوسط و کم (معتدل)، نیاز به انرژی گرمایی زیاد (سرد) شناسایی شده و با استفاده از پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، میزان جذابیت هریک از فناوری‌های موجود در درخت فناوری

بدست آمد. برخی از این معیارها به صورت کمی بودند که توسط تیم اجرایی پروژه از منابع به روز استخراج گردیدند و برخی دیگر کیفی بودند که در پرسشنامه از خبرگان این حوزه پرسیده شد. این معیارها شامل موارد زیر می‌شود.

معیارهای کمی جذابیت این حوزه به صورت زیر است.

- بازدهی و قابلیت عملکرد
- مصرف آب
- مصرف برق
- عمر مفید
- قیمت اولیه
- هزینه تراز شده (LCO)

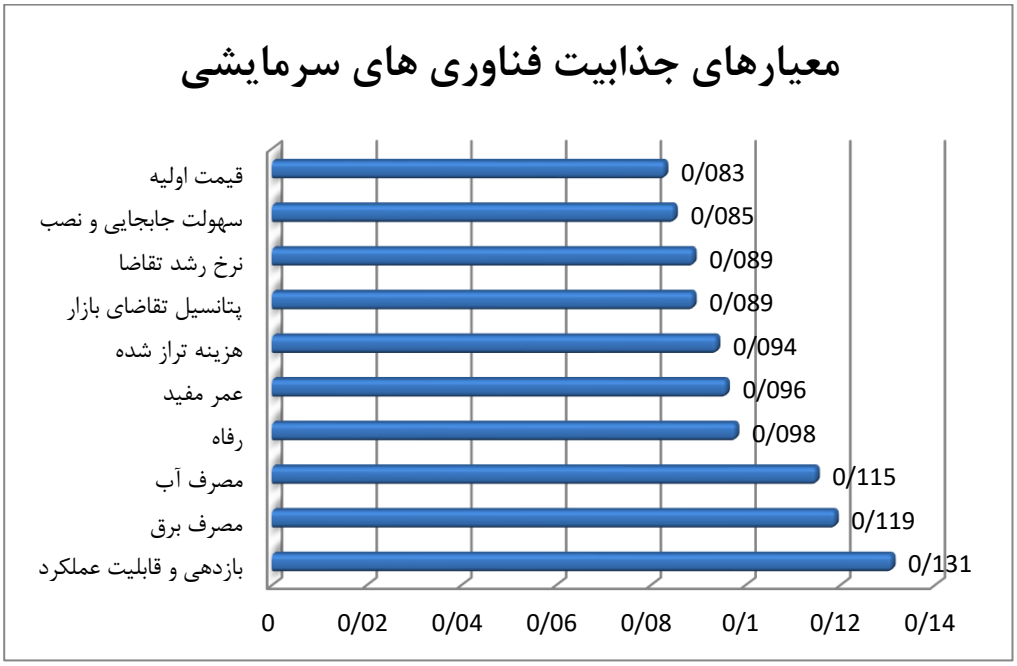
معیارهای کیفی جذابیت این حوزه به صورت زیر است.

- رفاه حاصل از سیستم تهویه مطبوع
- پتانسیل تقاضای بازار
- نرخ رشد تقاضا
- سهولت جابجایی و نصب

پس از مشخص شدن خبرگان جداول زوجی روش تحلیل سلسله مراتبی، تهیه شد. اساس روش تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای مقایسات زوجی قرار دارد. بنابراین پس از تشکیل درخت معیارها، معیارهای موجود در هر سطح نسبت به معیارهای هر ستون مورد مقایسه قرار می‌گیرند، این کار توسط خبرگان انجام می‌شود. بدین ترتیب، جداول مقایسه‌ای ایجاد می‌گردند. مقایسات زوجی و امتیازدهی مربوطه براساس جدول استاندارد شده توماس. ال. ساعتی در نرم‌افزار Expert Choice انجام می‌گیرد. در مرحله دوم میزان جذابیت فناوری های سرمایشی مورد بررسی قرار گرفت.

باید یادآور شد که وزن معیارها در جذابیت برای اقلیم های مختلف متفاوت است. به عنوان نمونه مصرف آب در تمامی اقلیم ها به یک میزان اهمیت ندارد چرا که در برخی اقلیم ها دسترسی به آب آسان تر و در برخی دیگر دشوارتر است. همچنین رفاه حاصل از سیستم ها در اقلیم های متفاوت مختلف است. کولر آبی رفاه بسیار کمی را در اقلیم های گرم و مرطوب ایجاد می کند. قیمت تراز شده نیز تابعی از هزینه برق مصرفی است که در اقلیم های مختلف متفاوت است.

پس از مقایسه این معیارها ، وزن معیارها به صورت نمودار زیر در شکل ۳-۶ بدست آمد.



شکل .Error! No text of specified style in document-**۵۸: ارزیابی جذابیت فناوری های سرمایشی**

همانطوری که در شکل ۳-۶ مشاهده می‌شود، بازدهی و قابلیت عملکرد جذابیت بیشتری نسبت به سایر معیارها دارد.

پرسشنامه تعیین جذابیت و توانمندی در انتهای سند در پیوست ۱ آورده شده است.

جذابیت فناوری های تهویه مطبوع در ساختمان بر اساس ۴ اقلیم مدنظر به صورت زیر می باشد (جداول ۳-۳ تا ۳-۶).

جدول ۳-۳: ارزیابی جذابیت فناوری‌های سرمایشی در اقلیم گرم و مرطوب

فناوری های تهویه مطبوع	جذابیت
کولر آبی	۰.۰۶۵
کولر گازی	۰.۰۷۵
اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۷۲
اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۹۳
داکت اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۸۲
داکت اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۸۵
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	۰.۰۷۸
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	۰.۰۸۳
چیلر تراکمی گریز از مرکز	۰.۰۸۱
VRV/VRF	۰.۰۸۸
مینی چیلر	۰.۰۷

فناوری های تهویه مطبوع	جذابیت
چیلر جذبی	۰.۰۵۹
چیلر جذبی خورشیدی	۰.۰۵

جدول ۳-٤: ارزیابی جذابیت فناوری‌های سرمایشی در اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد(سرد)

فناوری های تهویه مطبوع	جذابیت
کولر آبی	۰.۱۱۳
کولر گازی	۰.۰۷
اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۸۱
اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۸۳
داکت اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۷۶
داکت اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۷۸
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	۰.۰۷۴
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	۰.۰۷۶
چیلر تراکمی گریز از مرکز	۰.۰۷۷
VRV/VRF	۰.۰۸
مینی چیلر	۰.۰۶۹
چیلر جذبی	۰.۰۶۹
چیلر جذبی خورشیدی	۰.۰۵۵

جدول ۳-۵: ارزیابی جذابیت فناوری‌های سرمایشی در اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم(معتدل)

فناوری های تهویه مطبوع	جذابیت
کولر آبی	۰.۱۰۷
کولر گازی	۰.۰۷۱
اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۸۹
اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۹۱
داکت اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۷۹
داکت اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۸۲
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	۰.۰۷۲
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	۰.۰۷۲
چیلر تراکمی گریز از مرکز	۰.۰۶۹
VRV/VRF	۰.۰۸۴
مینی چیلر	۰.۰۶۸
چیلر جذبی	۰.۰۶۶
چیلر جذبی خورشیدی	۰.۰۵۲

جدول ۳-٦: ارزیابی جذابیت فناوری‌های سرمایشی در اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد(گرم و خشک)

فناوری های تهویه مطبوع	جذابیت
کولر آبی	۰.۰۷۱
کولر گازی	۰.۰۷۳
اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۹۳
اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۹۵
داکت اسپیلیت بدون اینورتر	۰.۰۸۳
داکت اسپیلیت با اینورتر	۰.۰۸۷
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	۰.۰۷۷
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	۰.۰۷۹
چیلر تراکمی گریز از مرکز	۰.۰۷۹
VRV/VRF	۰.۰۸۷
مینی چیلر	۰.۰۶۹
چیلر جذبی	۰.۰۵۸
چیلر جذبی خورشیدی	۰.۰۵

۳-۲-۲- تعیین توانمندی در فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان

پس از ارزیابی جذابیت برای هر یک از فناوری‌های موجود در درخت فناوری، توانمندی بالفعل این فناوری‌ها در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور معیارهایی در نظر گرفته شد و از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، سطح توانمندی هر یک از فناوری‌ها مشخص شد.

معیارهای توانمندی بالفعل هر یک از فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان در جدول ۳-۷ مشخص شده است.

جدول .Error! No text of specified style in document-**۷: معیارهای توانمندی تهویه مطبوع در ساختمان**

سطح توانمندی	معیار
۱	نه تنها این محصول در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
۲	محصول هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
۳	این محصول به‌صورت آماده وارد کشور شده و در محصول نهایی استفاده می‌شود
۴	توان تعمیر و نگهداری این محصول در کشور وجود دارد
۵	توان مونتاژ محصول در کشور وجود دارد
۶	توان ساخت محصول با درصدی طراحی بومی وجود دارد
۷	توان ساخت محصول با طراحی کاملا بومی وجود دارد

سطح توانمندی	معیار
۸	توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد
۹	توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد

فصل ۱۲ **۱-۲-۲-۳- تعیین سطح توانمندی فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان**

در این بخش میزان توانمندی فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان بر اساس معیارهای بخش قبل از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، بیان می‌شود.

نتایج پرسشنامه‌های توانمندی در جدول ۳-۹ آورده شده است:

جدول .Error! No text of specified style in document-**۹: تعیین سطح توانمندی فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان**

فناوری	توانمندی
کولر آبی	8
کولر گازی پنجره ای	6
اسپیلت بدون اینورتر	6
اسپیلت با اینورتر	6
داکت اسپلیت بدون اینورتر	6
داکت اسپلیت با اینورتر	5
VRV/VRF	4
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	6
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	3
چیلر تراکمی گریز از مرکز	4
مینی چیلر	7
چیلر جذبی	7
چیلر جذبی خورشیدی	5

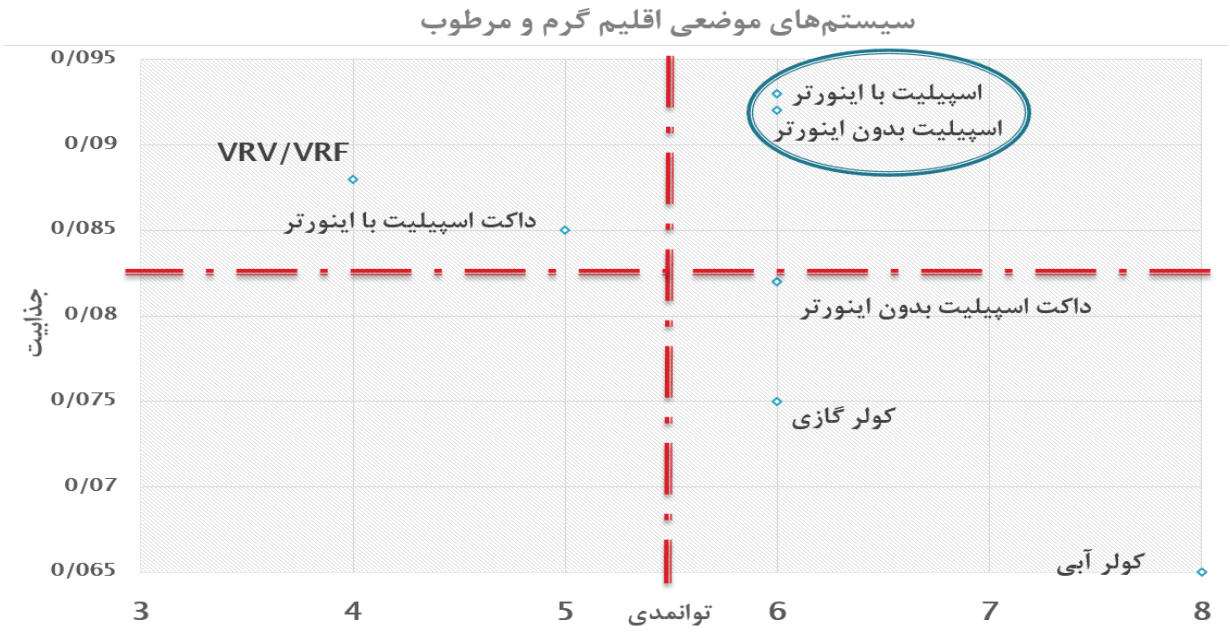
۳-۲-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی

با توجه به وجود اقلیم‌های مختلف در کشور و نیاز به نگاه جداگانه و مستقل به هر یک از آنها ،تصمیم گرفته شد که کشور به ۴ اقلیم تقسیم شده و فناوری‌های تهویه‌مطبوع در ساختمان در هر کدام از این اقلیم‌ها جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه کارکرد فناوری‌های مورد بررسی با یکدیگر متفاوت بوده فناوری ها به دو دسته فناوری-های موضعی و مرکزی تقسیم شدند.

۱-۳-۲-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم گرم و مرطوب

ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود.

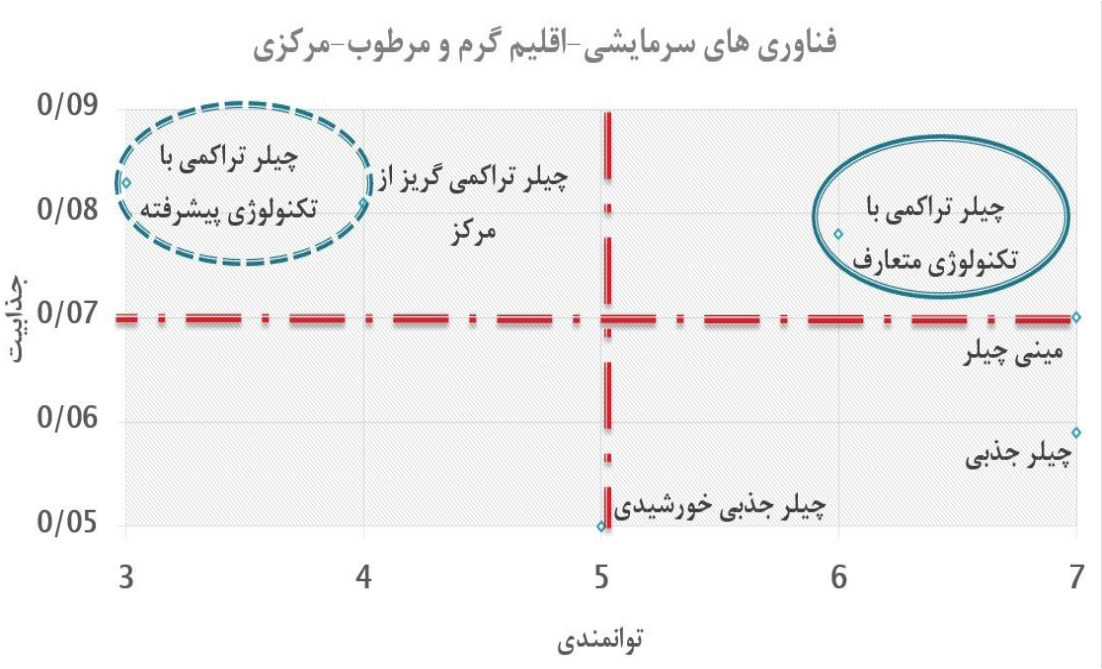
ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل۳-۱۱ است.



شکل Error! No text of specified style in document.-**۷: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم گرم و مرطوب**

همانطوری که در شکل ۳-۷ مشاهده می شود، فناوری‌های موجود در ناحیه یک که شامل اسپلیت با اینورتر و اسپلیت بدون اینورتر می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار می گیرند.

ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳-۸ است.

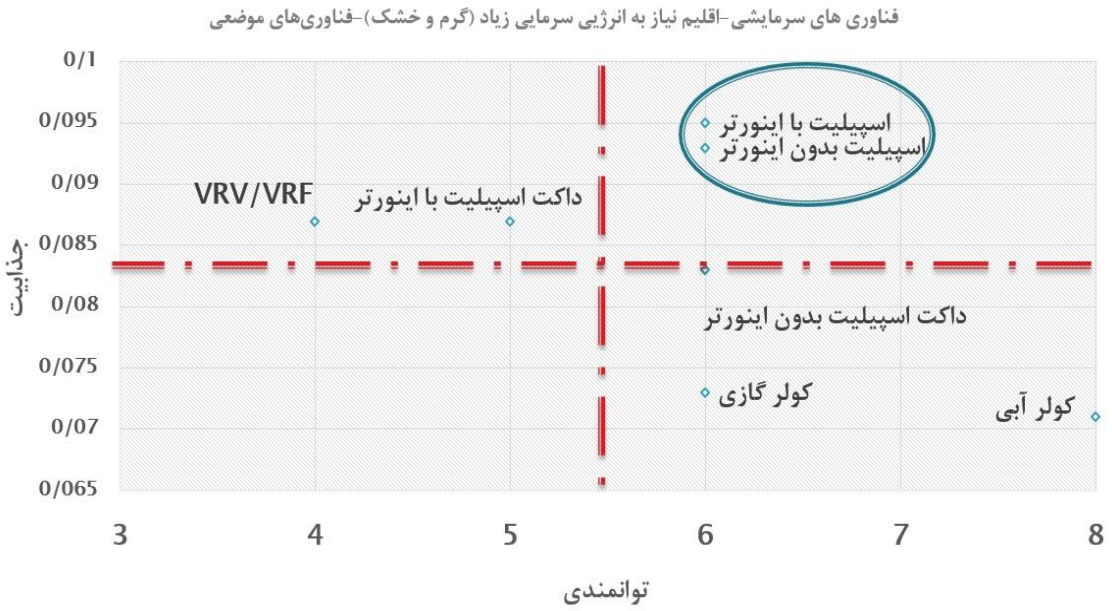


شکل .Error! No text of specified style in document–**۸: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم گرم و مرطوب**

همانطوری که در شکل ۳–۸ مشاهده می شود، فناوری موجود در ناحیه یک که شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارد و توانمندی فناوری موجود در ناحیه ۲ شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته باید افزایش پیدا کند.

۲-۳-۲-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد (گرم و خشک)

ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳–۹ است.



شکل Error! No text of specified style in document.**-۹: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد**

همانطوری که در شکل ۳-۹ مشاهده می شود، فناوری‌های موجود در ناحیه یک که شامل اسپلیت با اینورتر و اسپلیت بدون اینورتر می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارند.

ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳-۱۰ است.

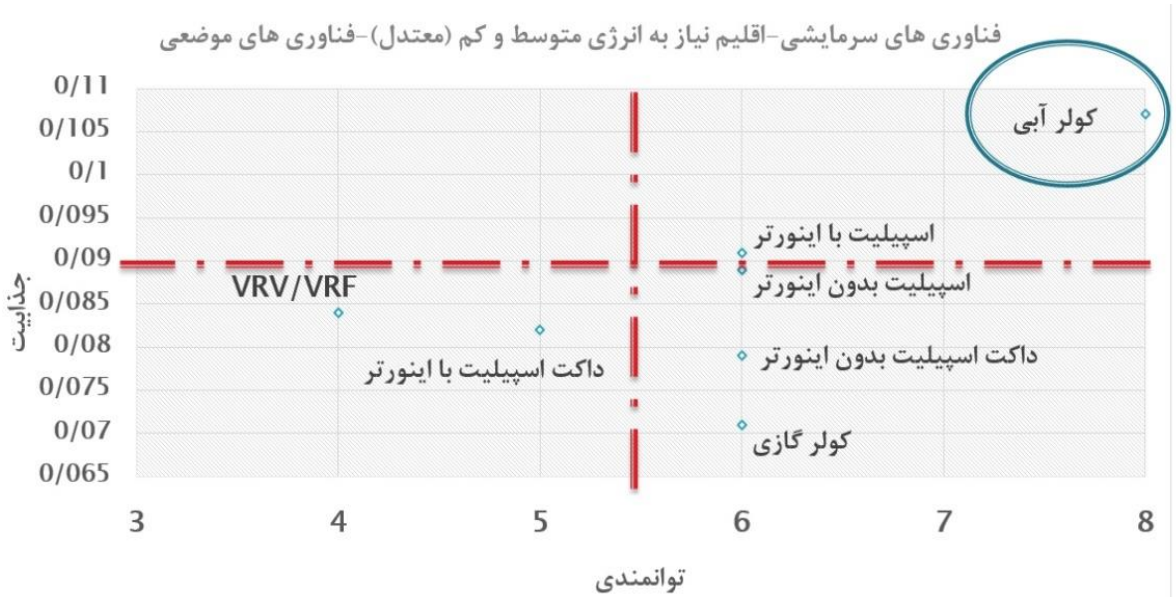


شکل Error! No text of specified style in document.**-۱۰: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم نیاز به انرژی سرمایی زیاد**

همانطوری که در شکل ۳-۱۰ مشاهده می شود، فناوری موجود در ناحیه یک که شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارد و توانمندی فناوری موجود در ناحیه ۲ شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته باید افزایش پیدا کند.

۳-۳-۲-۳- ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم(معتدل)

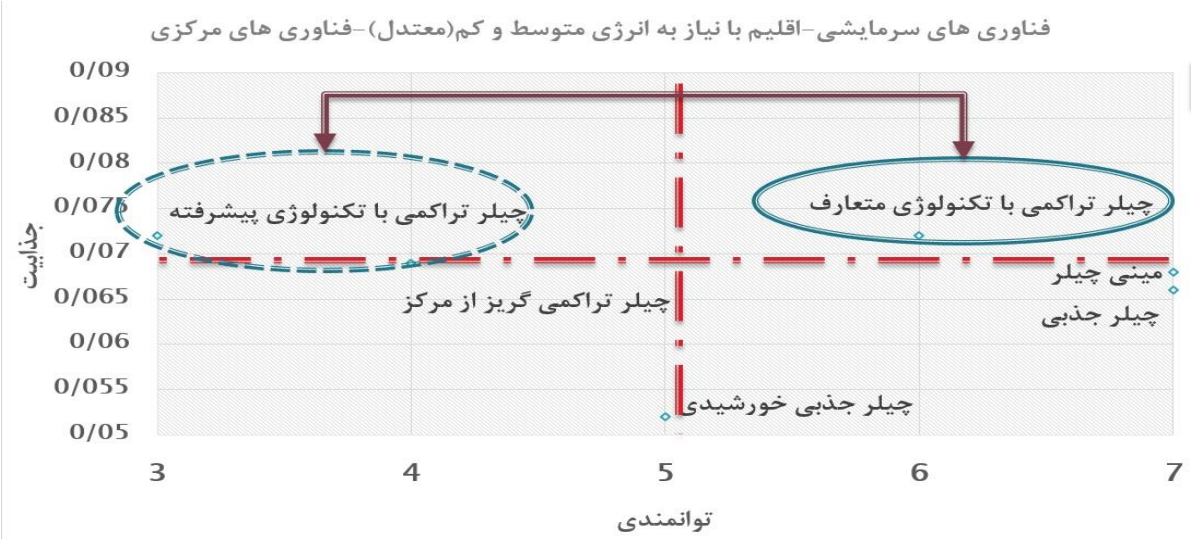
ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳-۱۱ است.



شکل .Error! No text of specified style in document-**۱۱: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم**

همانطوری که در شکل ۳-۱۱ مشاهده می شود، فناوری موجود در ناحیه یک که شامل کولر آبی می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارد .

ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳-۱۲ است.

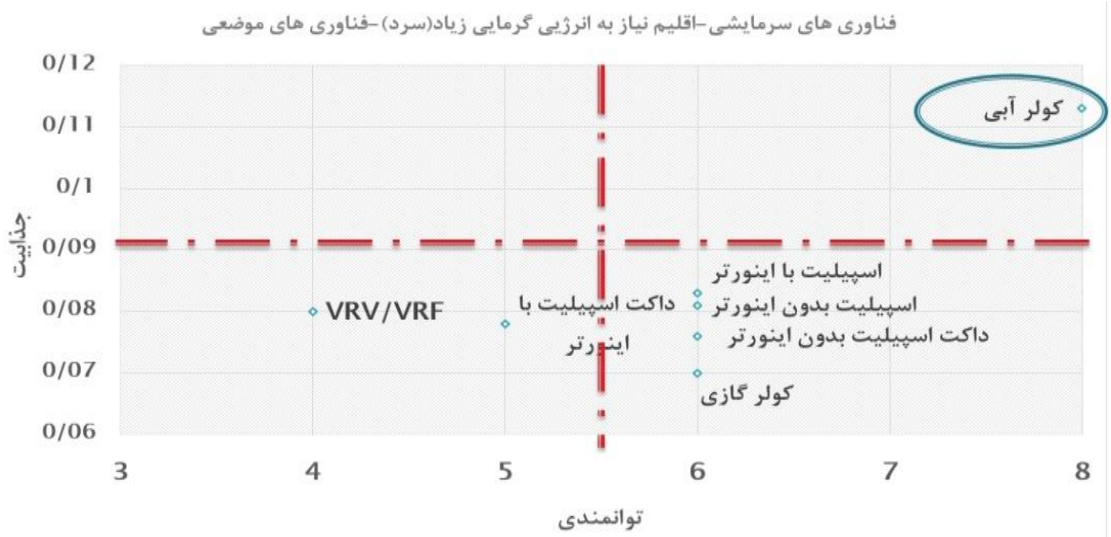


شکل .Error! No text of specified style in document**-۱۲: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم نیاز به انرژی متوسط و کم (معتدل)**

همانطوری که در شکل ۳-۱۲ مشاهده می شود، فناوری موجود در ناحیه یک که شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارد و توانمندی فناوری موجود در ناحیه ۲ شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته باید افزایش پیدا کند.

٤-۳-۲-۳- ماتریس جذابیت توانمندی اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد(سرد)

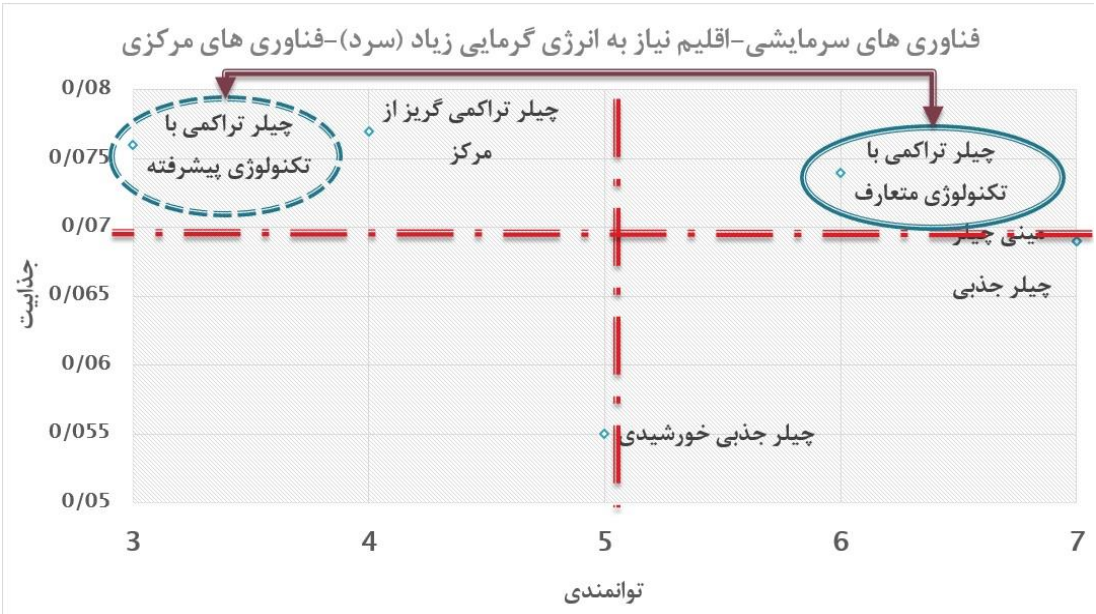
ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳-۱۳ است.



شکل .Error! No text of specified style in document–**۱۳: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های موضعی اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد (سرد)**

همانطوری که در شکل ۳-۱۷ مشاهده می‌شود، فناوری موجود در ناحیه یک که شامل کولر آبی می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارد.

ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی تهویه مطبوع در ساختمان به صورت شکل ۳-۱۸ است.



شکل .Error! No text of specified style in document–**۱٤: ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های مرکزی اقلیم نیاز به انرژی گرمایی زیاد (سرد)**

همانطوری که در شکل ۳-۱۴ مشاهده می شود، فناوری موجود در ناحیه یک که شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف می‌شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار داردو توانمندی فناوری موجود در ناحیه ۲ شامل چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته باید افزایش پیدا کند.

۳-۲-٤- سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان

به منظور تصمیم‌گیری درباره نحوه اکتساب فناوری، به طور معمول معیارها و عواملی دخیل هستند که باید طی فرآیند انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری، مدنظر قرار گیرند. این معیارها و عوامل اغلب ناظر بر ویژگی‌های فناوری، دارنده فناوری، ویژگی‌ها و اهداف گیرنده فناوری، بازار و شرایط محیطی می‌باشند. از طرف دیگر به صورت کلی سه سبک برای توسعه تکنولوژی و اکتساب آن وجود دارد که عبارتند از:

- توسعه داخلی (درون‌زا) تکنولوژی
- توسعه مشارکتی تکنولوژی (همکاری تکنولوژیکی)
- خرید محصول تکنولوژی

در این بخش سبک اکتساب هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار که در بخش قبل مشخص گردید با توجه به مجموعه معیارهایی مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۲-٤-۱- تشریح مدل سبک اکتساب

امروزه یکی از مهم‌ترین تصمیمات راهبردی پیش روی محیط رقابت جهانی، موضوع اکتساب فناوری می‌باشد. اهمیت این که اکتساب فناوری، از چه روشی انجام گیرد، بسیاری از کشورهای در حال توسعه را بر آن داشته که انواع مختلف روش‌های اکتساب فناوری را مورد ارزیابی قرار داده و در پی انتخاب سودمندترین آن‌ها (از جولنب مختلف) باشند. هر چقدر رویه مورد استفاده برای انتخاب روش اکتساب فناوری کاراتر و عقلانی‌تر باشد، منجر به مزیت‌های بیشتری برای اکتساب کننده خواهد شد. به هر صورت انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری پیش از هر چیز یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری است و به همین جهت تصمیم‌گیرنده با لحاظ مجموعه‌ای از معیارها و محدودیت‌ها اقدام به انتخاب روش

مناسب می‌نماید. بنابراین هر مدلی برای انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری می‌بایست جنبه‌های فوق را مورد توجه قرار دهد.

در این قسمت به تشریح مدل اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان پرداخته شده است. بدین منظور در بدو امر به شرح ویژگی‌های کلی مدل پرداخته و سپس مدل نهایی ارائه می‌گردد.

اجزاء مدل اکتساب فناوری

در این قسمت به شرح یکایک اجزا و عناصر این مدل و نقش آن‌ها در مدل می‌پردازیم:

چرخه عمر فناوری (عام): پرسشی که در گام ابتداییِ مدل انتخاب روش اکتساب فناوری مطرح می‌شود، این است که فناوری در حالت عام، در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار دارد. مطابق با پاسخِ این پرسش، روش برخورد با فناوری تغییر می‌کند. در مدل ارائه شده فراخور وضعیت فناوری در چرخه عمر، سه حالت زیر به وجود می‌آید:

چنانچه معلوم شود فناوری در مرحلهٔ معرفی قرار دارد. "سبک خرید" حذف شده و تنها سبک "تحقیق و توسعه داخلی" و روش همکاری "تحقیق و توسعه مشترک" معنا پیدا می‌کنند. بدیهی است که دلیل این امر عدم امکان‌پذیری سبک خرید و برخی دیگر از روش‌های همکاری می‌باشد.

اگر فناوری مذکور در مراحل رشد و بلوغ باشد، تصمیم‌گیری منوط به پرسش از حجم بازار خواهد بود که در بند بعدی به آن خواهیم پرداخت.

سرانجام اگر فناوری در مرحله پیری و افول باشد، از آنجا که این به معنای معرفی فناوری رقیب در بازار است، پاسخِ پرسش بعدی بدیهی می‌گردد به این صورت که چرخه عمر محصول نیز در حالت افول قرار می‌گیرد و در نتیجه سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد، دلیل این کار نیز این است که چرخه عمر فناوری در حالت افول بوده، رقبا در حال خارج شدن از بازار و فروش فناوری هستند، از سوی دیگر عاقلانه نیست که بر روی یک فناوری از رده خارج، که در سطح بین‌المللی کنار نهاده شده است، تحقیق و توسعه انجام شود.

حجم بازار داخل: با توجه به مطالب فوق در حالت‌های مختلفی پرسش از حجم بازار داخل ضرورت پیدا می‌کند. حالت اول متعلق به زمانی بود که فناوری عام در مرحله افول از چرخه عمر خود قرار داشت، حالت‌های دوم و سوم نیز ناظر بر وضعیتی است که طی آن چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل، در مرحلهٔ رشد و بلوغ یا افول باشد. پاسخ به این پرسش دو خروجی را به وجود می‌آورد:

حالت اول حکایت از کم بودن حجم بازار داخل داشته و رقم پرداختی بابت خرید آن قابل توجه نمی‌باشد که در این صورت سبک خرید محصول فناوری پیشنهاد می‌شود.

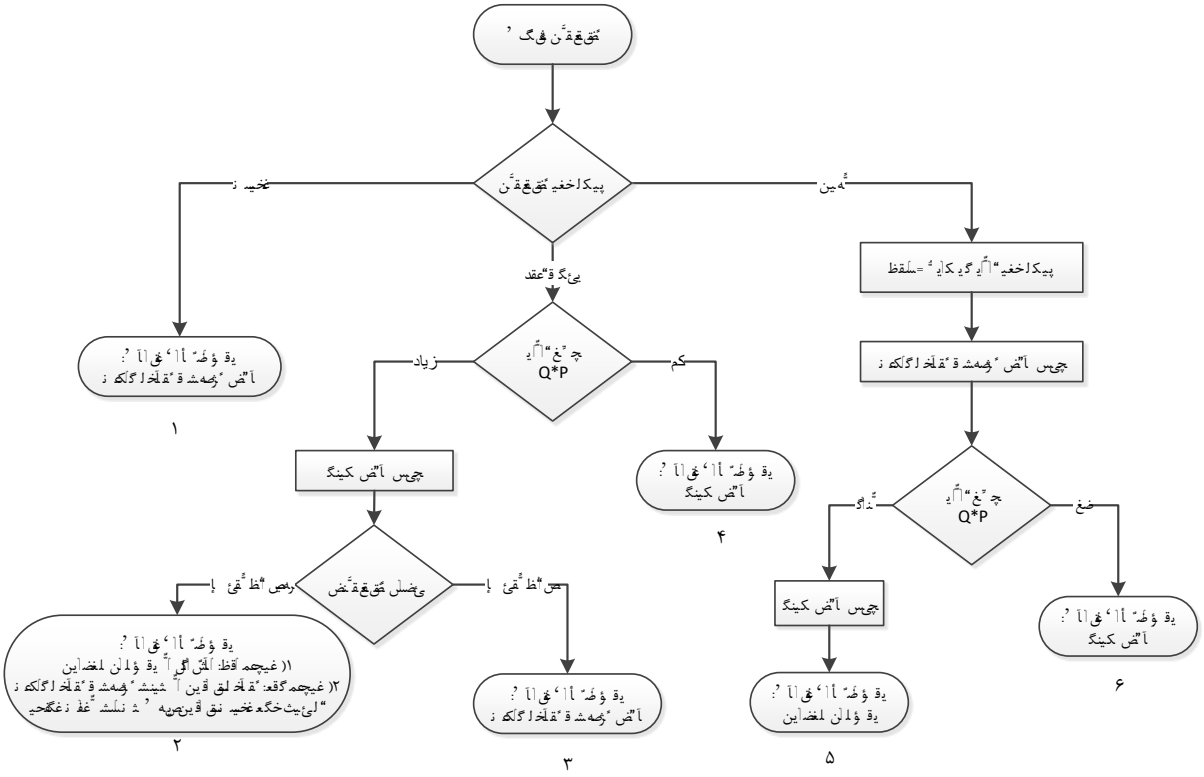
حالت دوم ناظر بر با ارزش بودن بازار داخلی است که در این صورت به دلایلی چون بازار جذاب داخل، لزوم عدم خروج مقادیر بالای ارز از کشور، لزوم افزایش فرصت‌های شغلی در کشور، سبک خرید حذف شده و ادامه فلوچارت از دو حالت زیر خارج نیست:

اولاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف شده باشد که طی آن روش‌های همکاریِ معنادار مدنظر قرار می‌گیرند و پرسش‌های بعدی بر مبنای آن مطرح می‌شوند.

ثانیاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف نشده باشد، که در این صورت شکاف فناورانه مورد پرسش واقع می‌شود.

شکاف فناورانه: هدف از طرح این معیار، بررسی امکان تحقیق و توسعه در مسیرهایی است که این سبک از میان روش‌های اکتساب حذف نشده باشد. در صورتی که شکاف فناورانه غیرقابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد و چنانچه شکاف فناورانه قابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه در کنار روش‌های همکاری معنادار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به موارد ذکر شده مدل سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار در شکل ۳-۱۹ نشان داده شده است که به فراخور نیاز و با توجه به موضوع مورد بحث از برخی از قسمت‌های آن استفاده شده است.



شکل .Error! No text of specified style in document**۱۵: نمودار سبک اکتساب**

۳-۲-٤-۲- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب

به منظور اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان معیارهایی از قبیل حجم بازار داخلی (معیارهای کمی به صورت کیفی در تعیین سبک اکتساب ارزیابی شده‌اند)، میزان شکاف تکنولوژیکی، چرخه عمر فناوری در این قسمت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بدین منظور، با توجه به پاسخ‌های پرسشنامه‌ای که برای اولویت‌بندی فناوری‌های اولویت‌دار برای خبرگان فرستاده شده و ماتریس جذابیت توانمندی، تنها فناوری‌هایی که به عنوان اولویت توسعه در نظر گرفته شده اند مورد بررسی قرار گرفته اند.

معیار حجم بازار

برای سنجش میزان فرصت‌های کسب و کار جهت تأمین تقاضای داخل می‌توان از معیار حجم بازار تکنولوژی در داخل کشور و میزان رشد این بازار استفاده نمود. حجم بازار عبارت است از، آن مقدار از ارزش پولی که برای محصول مذکور در بازار داخل کشور، در صورت خریداری به مصرف می‌رسد. این ارزش پولی وابسته به قیمت خرید و کمیت مورد نیاز از محصول مربوطه در کشور می‌باشد. در صورتی که نوع خاصی از یک محصول فناوری در نظر باشد، حجم بازار براساس حاصل‌ضرب کمیت مورد نیاز از محصول مزبور در قیمت آن محصول، معین می‌شود. این مطلب در رابطهٔ زیر نشان داده شده است:

$$MV = Q \times P$$

Q:کمیت مورد نیاز

P:قیمت محصول

MV: ارزش کل بازار

به عبارت دیگر این معیار ناظر بر رقمی است که در صورت خریداری محصول فناوری پرداخت می‌شود. میزان حجم بازار هر یک از این تجهیزات اولویت‌دار بر اساس معیار ریاضی ذکر شده و نیز نظرات خبرگان و اینکه با توجه به کاربرد و توانمندی فناوری در ایران کاربرد دارد یا خیر، در جدول ۳-۱۰ ارائه شده است.

جدول Error! No text of specified style in document.**-۱۰: حجم بازار فناوری های اولویت دار سرمایشی در ساختمان**

فناوری های اولویت دار سرمایشی در ساختمان	کولر آبی	اسپلیت بدون اینورتر	اسپلیت با اینورتر	چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته
حجم بازار	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	**مناسب**

معیار چرخه عمر فناوری

هرتکنولوژی دارای عمری است که به صورت یک منحنی ترسیم می‌شود. چرخه عمر تکنولوژی به طور کلی میزان تقاضا برای یک فناوری در طول زمان را بیان می‌دارد. این نمودار دارای چهار بخش اصلی معرفی، رشد، بلوغ و افول است که در شکل نشان داده شده است.

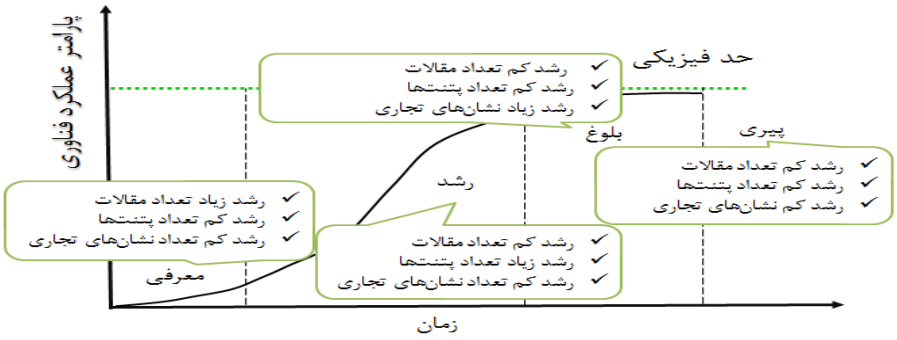
هر فناوری، چرخه عمر خود را از مرحله معرفی که اولین لیده‌ها و مفاهیم در مورد آن مطرح می‌شود آغاز می‌کند. این مرحله عموماً در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی صورت می‌گیرد. در این مرحله بیشترین تعداد مقالات علمی در رابطه با آن موضوع منتشر می‌شود.

زمانی که فناوری مورد نظر قابلیت استفاده صنعتی و تجاری داشته باشد؛ مرحله رشد فناوری در مراکز تحقیق و توسعه صنعتی آغاز می‌شود. این مرحله تا زمانی که فناوری مورد نظر، به مرحله ای برسد که بتوان با استفاده از آن محصول و یا خدمات جدیدی را ارائه کرد ادامه می‌یابد. در این مرحله حجم مقالات به تدریج کاهش می‌یابد و تعداد اختراع های مرتبط با آن فناوری افزایش می‌یابد.

پس از مرحله رشد، فناوری وارد مرحله بلوغ می‌شود. در این مرحله سطح فناوری تغییر عمده‌ای نمی‌کند و تغییرات آن در حد بهینه سازی‌های محدودی خواهد بود که در خود صنعت صورت می‌گیرد. در این مرحله از عمر فناوری، مقالات و اختراع‌ها کاهش یافته و در عوض نشان‌های تجاری و شرکت‌هایی که در رابطه با آن فناوری تاسیس می‌شوند، افزایش می‌یابد.

با گذشت زمان و ورود فناوری‌های رقیب که قابلیت‌های جدیدی را ارائه می‌کنند، تقاضا برای فناوری قدیمی کمتر شده و مرحله افول آغاز می‌شود. رشد منفی مقالات، اختراع‌ها و نشان‌های تجاری از ویژگی‌های این دوره چرخه عمر فناوری است.

با توجه به توضیحات فوق، چرخه عمر فناوری را می‌توانند به شرح زیر در نظر گرفت:



شکل Error! No text of specified style in document.-**۱۶: نمودار چرخه عمر فناوری**

در ادامه با توجه به مطالب فوق و گزارش "سند راهبردی و بررسی نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش های کاهش مصـــرف انرژی در ســـیســـتم های ســـرمایش-فروردین ۹۴"، چرخه عمر هر یک از فناوری های اولویت دار سرمایشی در ساختمان تعیین می‌گردد.

جدول Error! No text of specified style in document.-**۱۱: چرخه عمرفناوری‌های اولویت دار سرمایشی در ساختمان**

فناوری های اولویت دار سرمایشی در ساختمان	کولر آبی	اسپلیت بدون اینورتر	اسپلیت با اینورتر	چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته
چرخه عمر	پیری	بلوغ	رشد	بلوغ	**بلوغ**

شکاف تکنولوژیک

شکاف تکنولوژیک عبارت است از فاصله میان سطح توانمندی فناورانه بالقوه کشور در افق زمانی مورد نظر و حداقل سطح توانمندی مطلوب، در ارتباط با فناوری منتخب. بر اساس اینکه این فاصله وجود داشته باشد شکاف قابلیت پوشش نخواهد داشت و در صورتی که فاصله وجود نداشته باشد، شکاف قابلیت پوشش دارد. شکاف تکنولوژیک فناوری‌های اولویت‌دار با توجه به وضعیت موجود و آینده کشور و همچنین مطالعات آینده پژوهی توسط تیم فنی تعیین و به اعضای کمیته راهبری ارائه گردید و توسط اعضای محترم این کمیته تائید شد. در جدول۳-۱۲ قابلیت پوشش و یا عدم قابلیت پوشش فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان نشان داده شده است.

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۲: شکاف تکنولوژیک فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان**

فناوری‌های‌اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان	کولر آبی	اسپلیت بدون اینورتر	اسپلیت با اینورتر	چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته
شکاف تکنولوژیک	دارد (قابل جبران)	دارد (غیرقابل جبران)	دارد (غیرقابل جبران)	دارد (غیرقابل جبران)	**دارد (غیرقابل جبران)**

فصل ۱۳

۳-٤-۲-۳- نتیجه گیری و انتخاب روش مناسب اکتساب

با توجه به مدل اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار و اطلاعات بیان شده در قسمت قبل در ارتباط با چرخه عمر فناوری، حجم بازار و شکاف تکنولوژیک؛ از بین روش‌های سه‌گانه اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار (سبک خرید، توسعه درونزا و انتقال فناوری) در جدول۳-۱۳ روش اکتساب فناوری منتخب برای هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان بیان شده است.

جدول .Error! No text of specified style in document–**۱۳: سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار سرمایشی در ساختمان**

انواع تجهیزات اولویت دار سرمایشی در ساختمان	چرخه عمر فناوری	حجم بازار	شکاف تکنولوژیک	سبک اکتساب مناسب
کولر آبی	پیری	مناسب	دارد (قابل جبران)	روش همکاری
اسپلیت بدون اینورتر	بلوغ	مناسب	دارد (غیر قابل جبران)	مرحله اول: همکاری مرحله دوم:سبک تحقیق و توسعه داخلی
اسپلیت با اینورتر	رشد	مناسب	دارد (غیر قابل جبران)	مرحله اول: همکاری مرحله دوم:سبک تحقیق و توسعه داخلی

چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	بلوغ	مناسب	دارد (غیر قابل جبران)	مرحله اول: همکاری مرحله دوم: سبک تحقیق و توسعه داخلی
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	بلوغ	مناسب	دارد (غیر قابل جبران)	مرحله اول: همکاری مرحله دوم: سبک تحقیق و توسعه داخلی

۳-۳- تدوین ارکان جهت‌ساز در سطح پژوهشگاه

۳-۳-۱- تدوین ماموریت (نقش و جایگاه) پژوهشگاه نیرو در توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

پژوهشگاه نیرو به عنوان مؤسسه تحقیقاتی صنعت برق کشور نقش اساسی و مهمی در مدیریت بار الکتریکی و از جمله مدیریت بارهای سرمایشی می تواند ایفاد نماید. متاسفانه با توجه به تعرفه‌های پایین برق در کشور، انگیزه چندانی برای بخش خصوصی برای ارتقاء کارایی انرژی تجهیزات تهویه مطبوع وجود ندارد و لذا صنعت برق کشور با توجه به اثرگذاری بسیار زیاد مصرف انرژی تجهیزات تهویه مطبوع بر پایداری شبکه برق، لازم است در این حوزه ورود نماید.

در این راستا پژوهشگاه نیرو به عنوان بازوی پژوهشی و توسعه فناوری صنعت برق با توجه به تجارب و نیروی انسانی که در اختیار دارد، می تواند اطلاعات، نیازمندیها و مشخصات فنی تجهیزات تهویه مطبوع با بازدهی بالا را تعیین و با کمک شرکتهای طراح و تولیدکننده نقش مهمی در توسعه فناوریهای تهویه مطبوع با مصرف انرژی پایین بازی کنند.

پژوهشگاه نیرو در حقیقت واسطه خوبی برای انتقال نیازمندیها و الزامات صنعت برق به صنعت تهویه مطبوع می‌تواند باشد و می‌تواند نقش نظارت و یا همکاری در تحقیق و توسعه شرکت های فعال در توسعه شیمیایی تهویه مطبوع را به انجام برساند.

۳-۳-۲- تدوین چشم‌انداز پژوهشگاه در حوزه فناوری توسعه مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

پژوهشگاه نیرو در طی ده سال آینده می تواند به عنوان یک بازیگر مهم در ارتقاء کارایی انرژی تجهیزات تهویه مطبوع نقش خود را تثبیت نماید.

۳-۳-۳- تعیین اهداف پژوهشگاه نیرو در توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

هدف اصلی پژوهشگاه نیرو تشویق و یا نحوی اجبار صنعت تهویه مطبوع به تولید تجهیزات با بازده قابل قبول و جلوگیری از تولیدات کم بازده می باشد.

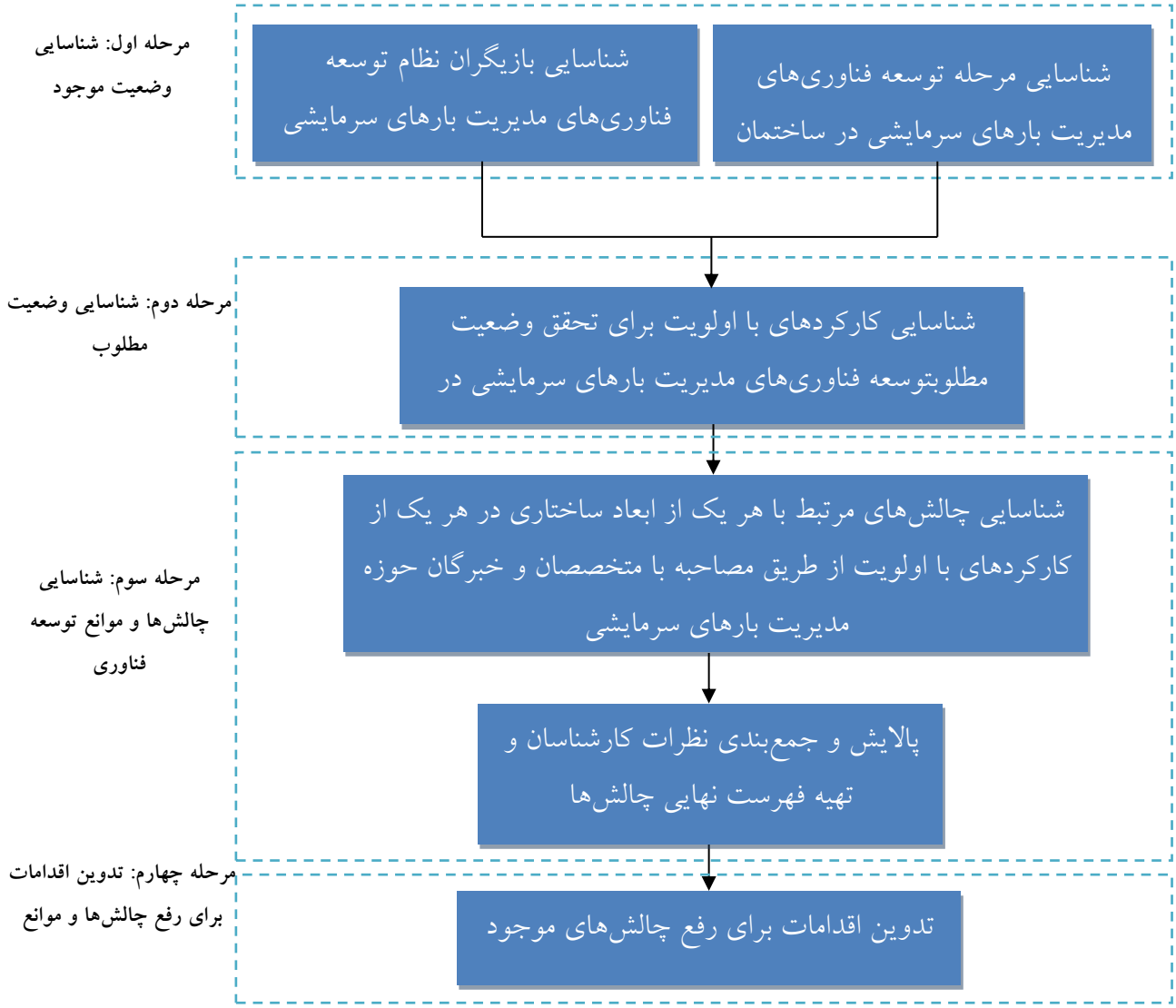
۳-۳-٤- تعیین راهبردی پژوهشگاه در توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

با توجه به اینکه هم اکنون هیچ اطلاعات مشخص و مدونی از تعداد و مشخصات فنی سیستمهای تهویه مطبوع نصب شده در کشور وجود ندارد به نظر می رسد گردآوری این اطلاعات اولین کار پژوهشگاه می‌تواند باشد که می‌تواند در طی ۲ سال اول به انجام برسد. بخش دوم برنامه ریزی برای ارتقاء راندمان سیستمهای تهویه مطبوع در حال کار می‌باشد.

فصل چهارم
بازنگری و بروزرسانی اقدامات سطح ملی و تدوین اقدامات در سطح پژوهشگاه

٤-١- مقدمه

همان طور که در فصول قبل اشاره شد به منظور تدوین سیاست‌ها و اقدامات در مرحله اول باید چالش‌ها و موانع پیشروی توسعه فناوری را شناسایی نمود. چالش‌ها و موانع پیشروی شناسایی شده در واقع مجموعه‌ای از مشکلات موجود در مسیر تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان سند هستند و از آنجایی که سیاست‌ها و اقدامات رویکردهایی در جهت رفع این چالش‌ها و موانع می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که سیاست‌ها و اقدامات در جهت تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان سند تدوین می‌شوند. مبنای تدوین اقدامات در این سند، نظام نوآوری فناورانه (TIS) بوده و فرآیند تدوین آن‌هادر شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ٤-١: فرآیند تدوین اقدامات توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان

٤-۲- بازنگری و به روزرسانی اقدامات سطح ملی

٤-۲-۱- شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان

همان طور که اشاره شد در مرحله اول فرآیند تدوین اقدامات، وضعیت موجود توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی شناسایی می‌شود. این کار بر مبنای شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی و نیز بازیگران نظام توسعه این سیستم‌ها در کشور انجام می‌شود که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۱-۱-۲-۴- بازیگران نظام توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان

همان طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد نظام نوآوری فناوری متشکل از بازیگران و ذینفعانی است که هر یک به طور مستقیم یا غیرمستقیم نقش‌هایی را ایفا می‌کنند. این بازیگران می‌توانند شامل بخش دولتی، شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های مشاور، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، مؤسسات مالی، مؤسسات حقوقی و ... باشند.

٤-۲-۱-۱-۱- بازیگران زمینه توسعه دانش

بازیگران موجود در زمینه توسعه دانش و فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ارتباط با فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان به شرح ذیل هستند:

- پژوهشگاه‌ها: سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه مواد و انرژی، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، پژوهشکده علوم و فناوری انرژی دانشگاه صنعتی شریف
- دانشگاه‌ها:دانشگاه تهران(موسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی)، دانشگاه علوم و تحقیقات(مرکز تحقیقات محیط زیست و انرژی)،دانشگاه صنعتی شریف(دانشکده مهندسی انرژی)، دانشگاه شهید عباسپور، دانشگاه تربیت مدرس

٤-۲-۱-۱-۲- بازیگران در زمینه انتشار دانش

بازیگران موجود در زمینه انتشار دانش در ارتباط با فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشیبه شرح ذیل هستند:

- دانشگاه تهران
- دانشگاه علوم و تحقیقات
- دانشگاه صنعتی شریف
- دانشگاه شهید عباسپور
- دانشگاه تربیت مدرس

٤-۲-۱-۱-۳- بازیگران در زمینه تأمین منابع

بازیگران موجود در زمینه تأمین منابع مورد نیاز فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختماناعم از منابع انسانی، مالی و مواد و تجهیزات به شرح ذیل هستند:

- **منابع مالی:**
  - بانک‌ها و مؤسسات اعتباری، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، صندوق توسعه فناوری‌های نوین،صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه درپژوهشگاه نیرو، توانیر، دفتر مهندسی مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری.
- **منابع انسانی:**
  - دانشگاه تهران، دانشگاه علوم و تحقیقات، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه شهید عباسپور
  - سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه مواد و انرژی، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، پژوهشکده علوم و فناوری انرژی(دانشگاه صنعتی شریف).
- **منابع مواد و قطعات:**
  - شرکت‌های تأمین‌کننده تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

٤-۲-۱-۱-٤- بازیگران در زمینه جهت‌دهی به سیستم

در زمینه جهت‌دهی به سیستم، در حال حاضر این بخش‌ها در وزارت نیرو فعال هستند.

- مجمع تشخیص مصلحت نظام

- مجلس شورای اسلامی
- وزارت نیرو
- شورای عالی علوم، تحقیقات و فنآوری
- شورای عالی انقلاب فرهنگی
- وزارت علوم، تحقیقات و فنآوری
- وزارت صنعت، معدن و تجارت
- وزارت امور اقتصادی و دارایی
- سازمان گمرک کشور
- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
- معاونت علمی و فناوری رییس جمهور
- شرکت توانیر
- سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)
- سازمان ملی بهره وری ایران
- ستاد مبارزه با قاچاق کالا و ارز
- سازمان ملی استاندارد ایران

خلاصه اطلاعات مربوط به بازیگران توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان در جدول ۴-۱ ارائه شده است:

جدول .Error! No text of specified style in document-**۱٦: بازیگران و ذینفعان فعال در حوزه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی**

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات	مراکز فعال
۱	سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	–

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات	مراکز فعال
۲	پژوهشگاه نیرو	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	–
۳	پژوهشگاه مواد و انرژی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	–
۴	مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	–
۵	پژوهشکده علوم و فناوری انرژی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	
۶	دانشگاه تهران	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	موسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی
۷	دانشگاه تهران	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	قطب علمی طراحی و بهینه‌سازی سامانه‌های انرژی
۸	دانشگاه علوم و تحقیقات	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	مرکز تحقیقات محیط زیست و انرژی
۹	دانشگاه صنعتی شریف	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دانشکده مهندسی انرژی
۱۰	دانشگاه شهید عباسپور	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	–
۱۱	دانشگاه تربیت مدرس	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	
۱۲	صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور	تأمین منابع مالی	–
۱۳	صندوق توسعه فناوری‌های نوین	تأمین منابع مالی	–
۱۴	صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه درپژوهشگاه نیرو	تأمین منابع مالی	–
۱۵	دفتر مهندسی مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری	تأمین منابع مالی	–
۱۶	شرکت‌های تأمین‌کننده تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان	تأمین مواد و قطعات	–
۱۷	مجمع تشخیص مصلحت نظام	جهت‌دهی به سیستم	کمیته علمی و فناوری
۱۸	مجلس شورای اسلامی	جهت‌دهی به سیستم	مرکز پژوهش‌های مجلس
۱۹	وزارت نیرو	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۰	شورای عالی علوم،تحقیقات و فناوری	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۱	شورای عالی انقلاب فرهنگی	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۲	وزارت علوم، تحقیقات و فنآوری	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۳	وزارت صنعت، معدن و تجارت	جهت‌دهی به سیستم	مرکز توسعه فنآوری و صنایع پیشرفته

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات	مراکز فعال
۲۴	وزارت امور اقتصادی و دارایی	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۵	سازمان گمرک کشور	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۶	معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۷	معاونت علمی و فناوری رییس جمهور	جهت‌دهی به سیستم	ستاد بهینه‌سازی مصرف انرژی
۲۸	شرکت توانیر	جهت‌دهی به سیستم	–
۲۹	سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)	جهت‌دهی به سیستم	–
۳۰	سازمان ملی بهره وری ایران	جهت‌دهی به سیستم	–
۳۱	ستاد مبارزه با قاچاق کالا و ارز	جهت‌دهی به سیستم	–
۳۲	سازمان ملی استاندارد ایران	جهت‌دهی به سیستم	–

۲-۱-۲-۴- شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان

همان طور که در بخش‌های قبلی اشاره گردید در تعیین وضعیت موجود توسعه فناوری، علاوه بر تعیین بازیگران مختلف حوزه مدنظر باید مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی را تعیین نمود. به‌طور کلی شناسایی و تعیین فاز توسعه نظام نوآوری فناوری، از طریق بررسی مشخصه‌های ساختاری و بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری و در کنار یکدیگر در نظر گرفتن آن‌ها انجام می شود(شکل ۴-۲). در ادامه فاز توسعه نظام نوآوری فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی به کمک این دو مشخصه مشخص می‌گردد.

٤-۲-۱-۳-بررسی مشخصه های ساختاری

همانطور که بیان گردید، برای تعیین فاز توسعه نظام در وهله اول می‌بایست مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری مورد بررسی قرار گیرد، که در جدول ذیل قابل مشاهده می‌باشند.

	پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
بازیگران	• بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی • تعداد محدود بازیگران • نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.	• بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌هاو مراکز پژوهشی • شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند • نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود	• انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند • افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان • نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود	• تعداد رقبای در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد • نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی • نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود	• تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
تعاملات	• روابط فردی شکل گرفته است • شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند	• شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است • شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی قوی
نهادها	• نهادهای نرم شکل می‌گیرد • نهاد سختی هنوز وجود ندارد	• نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است	• نهادهای سخت شکل گرفته است	• افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها	• نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

شکل ٤-۲: مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری

با توجه به شکل عوامل ساختاری و بررسی بازیگران و تعاملات و نهادهای فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی، می‌توان مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری را مورد بررسی قرار داد که بر اساس آن مشخصه های ساختاری فناوری چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته به صورت زیر است.

	پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
بازیگران	• "أظیف لبع ن گف ظلل ا ق غیظ" ن ق ا ن • ن گ ا گ غ ژ گ ق گ "أظیف" • ض إ لمه ظ ط ی ن گ ق ض غ ض ی ظ غ ظ ه ی گ	• "ظیف لبع ن ی ض ن گ ف ظلل ا ق ی ف خلأ ق "ی گ ف ظلل ا ق غیظ" ن ق ا ن • ی ض ن آ ی غ ا ظ ی ن ن گ ی ی نی گ ی ل فچقل ق ی ق گ غ ق ق گ • ض إ گ ق گ ی ل آ ظ ی ن (چ غ ظ ط ی ن) "ی ف ط غ ن ی ق گ	• ق "غ فا ق ق گ ض ا ا ی گ ظ ط ی ل ف گ • ل "ن إ ی ض ن گ ق "ی ف • ض إ گ ق گ ی ل آ ظ ی ن ص ا "ظ ط ی ن) "ی ف ط غ ن ی ق گ	• ن گ ا گ ص "ن گ ی چ قل "ن ق ل خ ل ق ا ق ی ن "ل ی گ ل "ن إ غ ن "ا گ • ض إ "ی ف ط "ض م ا ق غ ق آ أ ع غ ن • ض إ گ ق گ ی ق گ ح غ ظ ط ی ن "ی ف ط غ ن ی ق گ	• غ ل ع "أظیف گ ی ل فچقل "ن ق ا ق ی ف "ا ب ق ی ظ خ ا ظ چ ت ق ی گ "ا ی ف گ
تعاملات	• ی ق "ش س ی گ ن ی ض ط ط ی ر ا آ • ی "ض ا ا ن غ ی "ق ث "ا ق ا ق ی ن ق "گ ف گ "ا ی ف گ	• ی "ض ا ا ن ت خ ه س خ غ ن ی ض ط غ ظ ه ی گ	• ی "ض ا ا ن خ غ ن ز گ ی چ ا ظ ص ق ن ی گ ف آ • ی "ض ا ا ن ت خ ه س ب ق ن ز ض غ ی ض ط غ ظ ه ی گ	• ی "ض ا ا ن خ غ ن ز گ ی چ ا ظ ص ق ن ی گ ف آ • ی "ض ا ا ن ب ق ن ز گ ی چ ا ظ ص ق ن ی گ ف آ	• ی "ض ا ا ن خ غ ن ض ق ن • ی "ض ا ا ن ب ق ن ض ق ن
نهادها	• ف م "گ ا ا ن ف ی ع ی ض ط غ ظ ه ی گ • ف م "گ گ ن ق ق "ق ف گ ف گ "ا ی گ	• ف م "گ ا ا ن گ ف گ ی چ ا ظ ی ظ ط ه ی ن آ	• ف م "گ ا ا ن گ ف گ ی ض ط ط ی ر ا آ	• ل "ن إ ق ق ح ف م "گ ا ا "أ ر ا "ل ف ه "ا ا	• ف م "گ ا ا ن گ ف گ غ ق ق ت خ ز ق "ق گ گ "ا ی گ

شکل ٤-٣: جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته

با توجه به توضیحات داده شده می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور، فناوری نام برده در فاز توسعه قرار گرفته است.

مشخصه‌های ساختاری فناوری‌های اسپلیت بدون اینورتر و اسپلیت با اینورتر به صورت زیر است.

	پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
بازیگران	• بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی • تعداد محدود بازیگران • نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.	• بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌هاو مراکز پژوهشی • شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند • نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود	• انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند • افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان • نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود	• تعداد رقبای در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد • نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی • نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود	• تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
تعاملات	• روابط فردی شکل گرفته است • شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند	• شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است • شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی قوی
نهادها	• نهادهای نرم شکل می‌گیرد • نهاد سختی هنوز وجود ندارد	• نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است	• نهادهای سخت شکل گرفته است	• افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها	• نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

شکل٤-٤: جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه اسپلیت بدون اینورتر و با اینورتر

با توجه به توضیحات داده شده می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور فناوری‌های نام برده در فاز پیش‌توسعه قرار گرفته است. مشخصه‌های ساختاری کولر آبی و چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف به صورت زیر است.

	پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
بازیگران	• بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی • تعداد محدود بازیگران • نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.	• بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌هاو مراکز پژوهشی • شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند • نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود	• انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند • افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان • نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود	• تعداد رقبای در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد • نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی • نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود	• تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
تعاملات	• روابط فردی شکل گرفته است • شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند	• شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است • شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی قوی
نهادها	• نهادهای نرم شکل می‌گیرد • نهاد سختی هنوز وجود ندارد	• نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است	• نهادهای سخت شکل گرفته است	• افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها	• نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

شکل ٤-٥: جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه کولر آبی و چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف

از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور در حوزه کولر آبیو چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف با توجه به افزایش رقبا در حوزه توسعه فناوری، می توان نتیجه گرفت کهدر فاز سرعت گیری قرار دارند.

٤-٢-١-٤- بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام

به منظور تعیین فاز توسعه نظام در دومین گام می‌بایست نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری مورد بررسی قرار گیرد که این امر در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.همانطور که در شکل ۴-۴ قابل مشاهده می‌باشد، پایان هر یک از مراحل توسعه نظام دارای نشانه‌هایی می‌باشد که با مشاهده هر یک از آن نشانه‌ها می‌توان گفت که آن مرحله از مراحل توسعه نظام فناوری محقق شده است و نظام توسعه فناوری به فاز بعدی از توسعه وارد شده است.هم چنین قابل

ذکر اســـت که با توجه به اینکه در حوزه کولر آبی و چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف، نرخ ورود تولیدکنندگان مینیمم، نرخ کـاهش قیمـت مینیمم، نرخ فروش مینیمم و فروش در حـداکثر مقـدار خود قرار دارد این دو فنـاوری در فـاز سرعت‌گیری قرار دارند.

٤-٢-٢- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان

همان طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد در مرحله پیش‌توسعه کارکردهای مؤثر عبارت‌اند از: توسعه دانش (کارکرد کلیدی)، انتشار دانش و بسیج منابع (کارکردهای حمایتی) و جهت‌دهی به سیستم (کارکرد حاشیه‌ای). در مرحله توسعه علاوه بر کارکردهای ذکر شده، کارکردهای مشروعیت بخشی و کارآفرینی و شکل‌دهی به بازار نیز از اهمیت بسیاری برخوردارند و در مرحله اوج‌گیری کارکردهای موثر عبارتند از : بسیج منابع، جهت‌دهی به سیستم، مشروعیت‌بخشی، کارآفرینی وشکل‌دهی به بازار. به منظور توسعه فناوری و انتقال فناوری از هر یک از مراحل به مرحله توسعه بعد باید چالش‌ها، مشکلات و موانع موجود در ابعاد ساختاری کارکردهای ذکر شده تعیین و مرتفع شوند.

٤-٢-٣- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی

در این گام با استفاده از یک تحلیل ساختاری-کارکردی، چالش‌ها و موانع پیش روی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان شناسایی شده است. همان طور که پیش‌تر بیان شد در گزارش "سند راهبردی و بررسی نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش های کاهش مصرف انرژی در سیستم های سرمایش-فروردین ۹۴" این چالش‌ها از طریق مصاحبه با ۵ نفر از خبرگان و کارشناسان آشنا با این حوزه استخراج شده است و در اینجا نیز از نتایج همان مصاحبه استفاده می‌گردد.

چالش‌های فراوانی در رابطه با توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان وجود دارد و با توجه به اینکه برخی از فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در کشور در مرحله پیش‌توسعه و برخی در مرحله توسعه و اوج گیری هستند چالش‌های موجود مربوط به کارکردهای اصلی مدنظر قرار می گیرند. همان طور که اشاره شد به منظور تعیین چالش‌های توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در کشور مصاحبه‌هایی انجام شد ، در این مرحله با پایش،

بررسی و جمع‌بندی نظرات خبرگان و کارشناسان حوزه مدیریت بارهای سرمایشی چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان در هر یک از کارکردها تعیین شده‌اند. در ادامه چالش‌های استخراج شده به تفکیک کارکرد مربوطه ارائه شده‌اند.

۱-۳-۲-۴- چالش‌های مربوط به کارکرد توسعه و انتشار دانش

همان طور که در فصل قبل اشاره شد چالش‌های مربوط به این کارکرد، دربرگیرنده تمامی فعالیت‌هایی است که می‌تواند منجر به مانع در فرآیند یادگیری شود.در کشورهای در حال توسعه، یکی از مهم‌ترین دلایل عدم توسعه برخی صنایع تکنولوژی محور، نبود توسعه دانش فنی صنعت در کشور می‌باشد. در این کشورها معمولاً شرکت‌هایی با توانایی رقابت‌پذیری بالا وجود نداشته و عملاً توسعه دانش به صورت درون‌زا رخ نمی‌دهد و توسعه باید به صورت برون‌زا یا انتقال دانش و فناوری، رخ دهد. به همین دلیل توسعه فناوری نیازمند مداخله دولت و ایجاد جهت‌گیری در میان بازیگران است.چالش‌های مربوط به کارکرد انتشار دانش،در اثر نامناسب بودن شبکه‌ها و روابط موجود بین اجزا مختلف نظام نوآوری فناورانه ایجاد می‌شوند. در واقع یکی از موارد دیگری که منجر به عدم توسعه یک نظام فناورانه خاص یا یک صنعت دانش‌محور می‌شود، عدم انتشار صحیح اطلاعات و دانش مربوط به حوزه مدنظر در میان بازیگران مختلف آن حوزه می‌باشد.

چالش‌ها و موانع شناسایی شده در زمینه خلق و انتشار دانش فنی فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان‌عبارت‌اند از:

- سرعت کم توسعه دانش فناوری‌های اولویت‌دار در مراکز R & D صنایع
- عدم امکان ورود فناوری‌های با کیفیت مناسب به منظور انجام مهندسی معکوس به دلیل تحریم‌ها
- لغو قراردادها به دلیل تحریم و در نتیجه عقد قرارداد با شرکت هایی با کیفیت تولیدی نامناسب
- عدم دقت در هنگام مهندسی معکوس
- عدم احساس نیاز به مهندسی معکوس با توجه به وضعیت بازار و کالاهای چینی

۲-۳-۲-۴- چالش‌های مربوط به کارکرد تأمین منابع

یکی از کارکردهای مؤثر بر فناوری موجود در مرحله پیش‌توسعه کارکرد تأمین منابع است که شامل تأمین منابع مالی، مادی (مواد، تجهیزات و ...)، نیروی انسانی و منابع مکمل (زیرساخت‌ها، محصولات و خدمات) می‌باشد. چالش‌های سیستمی مربوط به این کارکرد تأثیر زیادی بر عدم توسعه نظام یک صنعت یا فناوری می‌گذارد، عدم تخصیص بهینه منابع مختلف می‌تواند ناشی از دلایلی مختلف چون ریسک‌پذیری بالای فعالیت در حوزه فناورانه، نبود صرفه اقتصادی و حمایت‌های دولتی باشد. در واقع همین عدم تخصیص بهینه منابع منجر به ایجاد موانعی زیادی در حوزه‌های مختلف توسعه فناوری مدیریتی می‌شود. در راستای رفع چالش‌های این حوزه دولت می‌تواند با اتخاذ سیاست‌هایی در جهت رفع این موانع برآید و از بروز چنین چالشی در سیستم جلوگیری نماید. مداخلات دولت در رابطه با این چالش‌ها می‌تواند مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه نظام نوآوری که در راستای تحقق کارکرد تأمین و تسهیل منابع است را پوشش دهد. مشخص است که این چالش‌ها به سه دسته چالش‌های مربوط به منابع انسانی، منابع مالی و مواد و تجهیزات تقسیم می‌شود. چالش‌های مشخص شده در ارتباط با این کارکرد در توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی عبارت‌اند از:

- فرآیند طولانی ارائه وام و کمک به مراکز R & D صنایع
- کمبود نقدینگی شرکت‌های واردکننده به دلیل تحریم بودن بانک‌ها و دریافت کامل هزینه کالا در هنگام سفارش توسط فروشنده
- هزینه بالای سرمایه گذاری و در نتیجه قیمت بالای کالا مانع از تولید داخلی
- واقعی نبودن قیمت برق و در نظر نگرفتن هزینه های اجتماعی در آن
- عدم تخصیص بودجه برای صرفه جویی در مصرف انرژی
- هزینه بالای تحقیق و تامین تجهیزات و تست کالا در آزمایشگاه مرجع
- عدم وجود ارتباط کارآمد میان متخصصان وذی ربطان از حوزه های قانونگذاری- اجرا- ارزیابی

۳-۳-۲-۴- چالش‌های مربوط به کارکرد جهت‌دهی به سیستم

کارکرد جهت‌دهی به سیستم، اشاره به فعالیت‌هایی دارد که به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری منجر می‌گردد. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند. چالش‌های این کارکرد در ارتباط با وجود چشم‌انداز توسعه فناوری، انتظارات، تعهد، هنجارها، قوانین و مقررات، استانداردها تعریف می‌شود. چالش‌های شناسایی شده مربوط به این کارکرد در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی عبارت‌اند از:

- وجود قوانین غیر کاربردی و دست و پا گیر
- سیاست های نادرست وزارت صنایع و شهرداری و عدم ترغیب تولیدکنندگان به تولید
- عدم وجود ثبات در بخش مدیریت

۴-۳-۲-۴- چالش‌های مربوط به کارکرد کارآفرینی

هدف اصلی از انجام فعالیت کارآفرینی بهره‌برداری از فرصت‌های موجود از طریق انجام ریسک در شرایط عدم قطعیت بازار و فناوری و نهادهای چالش برانگیز است. بنابراین بدون انجام فعالیت‌های کارآفرینی، نظام نوآوری شکل نخواهد گرفت. بنابراین می‌توان گفت که لازمه خلق دانش و افزایش دانش فنی در رابطه با فناوری انجام فعالیت‌های کارآفرینی می‌باشد. می‌توان گفت که فعالیت‌های کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که بطور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. چالش‌های شناسایی شده مربوط به این کارکرد در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی عبارت‌اند از:

- ورود کالاهای قاچاق به کشور
- حمایت محدود از شرکت های نوپای داخلی
- تعداد بالای تولید کنندگان با حجم تولید کم
- نبود ریسک پذیری در شرکتهای خصوصی و سرمایه گذاری در تکنولوژی‌های منسوخ شده

۵-۳-۲-۴- چالش‌های مربوط به کارکرد مشروعیت بخشی

هدف از این کارکرد ایجاد مقبولیت اجتماعی برای به‌کارگیری فناوری جدید، تغییر نهادهای موجود در جامعه و هم‌راستا شدن نهادها با نیازهای بازیگران موجود در نظام نوآوری فناوری می‌باشد. اهمیت این کارکرد بسیار زیاد می‌باشد زیرا ظهور یک فناوری جدید اغلب با مخالفت بازیگرانی که دارای منافع در فناوری‌های کنونی هستند، همراه می‌شود و این مخالفت سبب جلوگیری و یا کاهش سرعت پیشرفت فناوری نوظهور می‌شود.این کارکرد به عنوان یک کاتالیزگر عمل می‌کند و برای انجام فعالیت در سایر کارکردها مانند مدیریت منابع و شکل‌دهی بازار ضروری است.چالش‌های شناسایی شده مربوط به این کارکرد در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی عبارت‌اند از:

- عدم توجه مصرف کنندگان به برچسب مصرف انرژی محصولات و خرید کالاهایی با کیفیت نامناسب (لزوم فرهنگ سازی)
- عدم توجه مصرف‌کنندگان (صنعتگران، کشاورزان و ...) به فرهنگ صحیح مصرف انرژی

٤-٢-٤- سیاست‌های حوزه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی

پس از شناسایی چالش‌های توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی‌در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه)در مرحله پیش‌توسعه کارکردهای مؤثر عبارت‌اند از: توسعه دانش (کارکرد کلیدی)، انتشار دانش و بسیج منابع (کارکردهای حمایتی) و جهت‌دهی به سیستم (کارکرد حاشیه‌ای). در مرحله توسعه علاوه بر کارکردهای ذکر شده، کارکردهای مشروعیت بخشی و کارآفرینی و شکل دهی به بازار نیز از اهمیت بسیاری برخوردارند و در مرحله اوج گیری کارکردهای موثر عبارتند از : بسیج منابع، جهت‌دهی به سیستم، مشروعیت بخشی، کارآفرینی و شکل دهی به بازار) در قسمت قبل در این مرحله باید سیاست‌های رفع این چالش‌ها را تعیین نمود. سیاست‌های رفع هر یک از این چالش‌های توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی درجدول ۴-۲ ارائه شده است.

جدول ٤-۲: سیاست پیشنهادی برای رفع چالش شناسایی شده در توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی

کارکرد	چالش‌ها	سیاست
توسعه و انتشار دانش	**سرعت کم توسعه دانش فناوری‌های اولویت‌دار در مراکز R & D صنایع**	اعطای مبالغ بلاعوض به مراکز R & D صنایع برای توسعه محصولات و کنترل آنان و هم چنین دعوت از محققین برجسته خارجی آگاه در زمینه فناوری‌های اولویت دار به منظور برگزاری دوره‌های آموزشی در داخل کشور

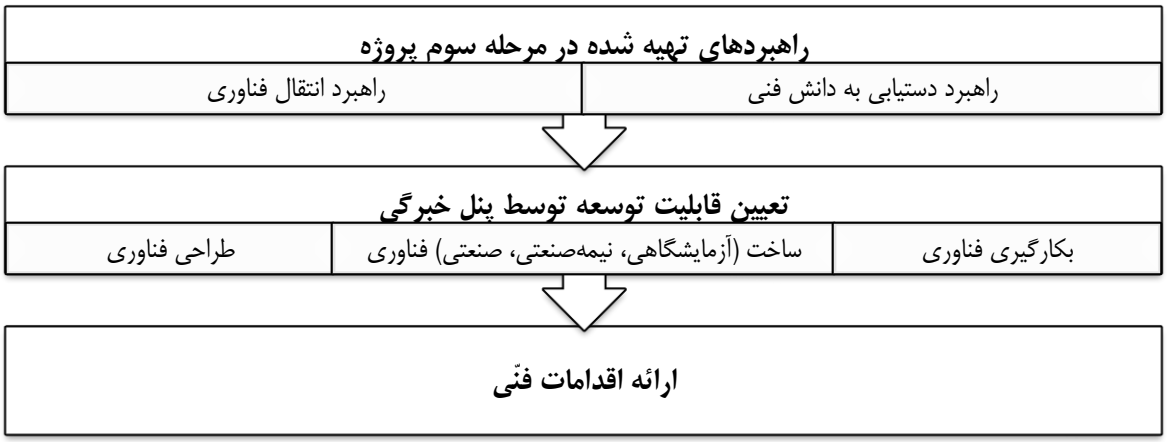
کارکرد	چالش‌ها	سیاست
	عدم امکان ورود فناوری‌های با کیفیت مناسب به منظور انجام مهندسی معکوس به دلیل تحریم‌ها	تدوین ساز و کار دقیق و حساب شده برای هر یک از فنآوری‌های اولویت‌دار که سبک اکتساب آنها به صورت انتقال فناوری می باشد و اعمال برخی از مشوق‌ها برای شرکت‌های داخلی که تحت نظارت متخصصین این حوزه بر اساس ساز و کار تدوین شده به انتقال فنآوری‌های این حوزه اقدام می‌نمایند.
	کنسل شدن قراردادها به دلیل تحریم و در نتیجه عقد قرارداد با شرکت هایی با کیفیت تولیدی نامناسب	اعطای تسهیلات به وارد کنندگان و شرکت های خارجی
	عدم دقت در هنگام مهندسی معکوس	کنترل دقیق و گام به گام طراحی توسط متخصصان
	عدم احساس نیاز به مهندسی معکوس با توجه به وضعیت بازار و کالاهای چینی	استمرار مطالعات راهبردی موردنیاز درخصوص فناوری‌های سرمایشی
تامین منابع	**فرآیند طولانی ارائه وام و کمک به مراکز R & D صنایع**	کاهش زمان بروکراسی اداری و افزایش سرعت در ارائه تسهیلات به مراکز تحقیق و توسعه صنایع
	کمبود نقدینگی شرکت های واردکننده به دلیل تحریم بودن بانک‌ها و دریافت کامل هزینه کالا در هنگام سفارش توسط فروشنده	اعطای تسهیلات و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در اجرای طرح‌های جدید فناوری های سرمایشی برای بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان و مدیریت بازار
	هزینه بالای سرمایه گذاری و در نتیجه قیمت بالای کالا مانع از تولید داخلی	دولت موظف است شرایطی فراهم کند که سرمایه‌گذاران بتوانند درصدی از هزینه سرمایه را وام بلند مدت با بهره اندک دریافت کنند. در ضمن دولت موظف است شرایطی فراهم نماید که سرمایه‌گذاران برای بازپرداخت این وام از یک دوره تنفس برخوردار گردند.
	واقعی نبودن قیمت برق و در نظر نگرفتن هزینه های اجتماعی در آن	واقعی کردن قیمت برق و دریافت کامل هزینه انرژی از مصرف کننده و هم چنین اختیارات لازم برای تعیین تعرفه برق باید به سازمان توانیر اعطا شود و تعرفه برق در ایران باید شناور شود.
	عدم تخصیص بودجه برای صرفه جویی در مصرف انرژی	تخصیص بودجه مشخص برای صرفه جویی در انرژی و قیمت گذاری کالاها باید بر حسب رتبه آنها باشد و اعطای سوبسید به تولیدکنندگان محصولات پربازده
	هزینه بالای تحقیق و تامین تجهیزات و تست کالا در آزمایشگاه مرجع	تحریک ایجاد زیرساخت‌های دانشی در حوزه های فناوری های اولویت دار

کارکرد	چالش‌ها	سیاست
	عدم وجود ارتباط کارآمد میان متخصصان وذی ربطان از حوزه های قانونگذاری- اجرا- ارزیابی	برگزاری جلسات منظم میان متخصصان وذی ربطان از حوزه های قانونگذاری- اجرا- ارزیابی و ایجاد هماهنگی بین اصناف و قانون گزاران و مجریان
	وجود قوانین غیر کاربردی و دست و پا گیر	تدوین نظام ممیزی،ارزیابی ، تراز یابی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
	سیاست های نادرست وزارت صنایع و شهرداری و عدم ترغیب تولیدکنندگان به تولید	بررسی و کنترل مداوم سیاست های پیشنهادی توسط نهاد بالاتر و ارائه پایان کار توسط شهرداری به ساختمان های مسکونی تنها در صورت پیروی از مقررات ساخت و ساز و توجه به استانداردهای مصرف انرژی ساختمان
	عدم وجود ثبات در بخش مدیریت	ایجاد امنیت شغلی برای مدیران و دادن اختیارات لازم به آنان
کارآفرینی	**ورود کالاهای قاچاق به کشور**	نظارت دقیق گمرک بر مبادی ورودی کشور
	حمایت محدود از شرکت های نوپای داخلی	ارائه حمایت و پشتیبانی های مهندسی به شرکت های نوپای داخلی با ارسال مهندسان و ارائه پیشنهادهای بهبود دهنده از طرف آزمایشگاه ها به تولید کنندگان
	تعداد بالای تولید کنندگان با حجم تولید کم	ساماندهی تولیدکنندگان محصولات توسط وزارت صنایع و عدم اعطای مجوز بی رویه
	نبود ریسک پذیری در شرکتهای خصوصی و سرمایه گذاری در تکنولوژی های منسوخ شده	هدایت و حمایتهای مادی و معنوی برای شکل گیری و توسعه شرکتها و پیمانکاران صاحب صلاحیت در زمینه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان
مشروعیت بخشی	**عدم توجه مصرف کنندگان به برچسب مصرف انرژی محصولات و خرید کالاهایی با کیفیت نامناسب(لزوم فرهنگ سازی)**	افزایش آگاهی مردم در زمینه برچسب های انرژی و اینکه کالاهای دارای برچسب مصرف انرژی از حداقل استانداردها برخوردار هستند
	عدم توجه مصرف‌کنندگان (صنعتگران، کشاورزان و ...) به فرهنگ صحیح مصرف انرژی	اعطای پول خاموشیبه صنعتگران و کشاورزانی که کمتر از میزان مورد نیاز خود انرژی مصرف می کنند و اخذ جریمه ازکشاورزان و صنعتگران پر مصرف

۵-۲-۴- اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع

در ساختمان

اقدامات فنی با توجه به راهبردهای توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تدوین شده است. فرآیند تدوین این اقدامات، در شکل ۴-۶ نشان داده شده است.



شکل ٤-٦: فرایند تدوین اقدامات فنّی توسعه فن‌آوری‌های نوین مدیریت بارهای سرمایشی

فهرست اقدامات فنی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان عبارت‌اند از :

- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت چیلرهای تراکمی
- تسلط به دانش فنی طراحی بهینه سیستم کولرهای آبی شامل عایقکاری پوسته، استفاده از پوشش‌های رنگی مناسب و بهبود سیستم رطوبت‌زنی
- تسلط به دانش فنی کولرهای آبی دو مرحله‌ای
- تسلط به دانش فنی سیستم‌های مدیریت انرژی کولر آبی
- تسلط به دانش فنیپمپ‌های حرارتی Air Source برای تولید آب گرم و سرمایش به صورت همزمان و نصب چندین نمونه (اسپلیت)
- تسلط به دانش فنی اسپلیت‌های پربازده
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت مبدل‌های حرارتی (Micro Channels) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم‌های تهویه مطبوع(چیلر تراکمی)
- طراحی و ساخت شیر انبساط الکترونیکی و تجاری سازی آن

- تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک
- تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از دخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت مبدل‌های حرارتی Heat Pipe برای بازیاب انرژی سرمایشی در هواسازها
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم‌های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم‌های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساختBMS یکپارچه سیستم‌های سرمایشی(تهویه مطبوع مرکزی)
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم‌های دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم‌های سرمایشی ساختمان‌های بزرگ (تهویه مطبوع مرکزی)
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت ترموستاتهای یادگیرنده (تهویه مطبوع مرکزی)

در جدول ۴-۳ سبک اکتساب متناسب با هر کدام از اقدامات آورده شده است.

جدول ٤-۳: اقدامات فنی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

انواع تجهیزات اولویت دار سرمایشی در ساختمان	سبک اکتساب مناسب	اقدامات فنی
کولر آبی	روش همکاری	- تسلط به دانش فنی طراحی بهینه سیستم کولرهای آبی شامل عایقکاری پوسته، استفاده از پوشش های رنگی مناسب و بهبود سیستم رطوبت زنی - تسلط به دانش فنی کولرهای آبی دو مرحله ای - تسلط به دانش فنی سیستم‌های مدیریت انرژی کولر آبی

اسپلیت بدون اینورتر	مرحله اول:همکاری مرحله دوم:سبک تحقیق و توسعه داخلی	- تسلط به دانش فنی پمپ های حرارتی *Air Source* برای تولید آب گرم و سرمایش به صورت همزمان و نصب چندین نمونه
اسپلیت با اینورتر	مرحله اول:همکاری مرحله دوم:سبک تحقیق و توسعه داخلی	- تسلط به دانش فنی اسپلیت‌های پربازده
چیلر تراکمی با تکنولوژی متعارف	مرحله اول:همکاری مرحله دوم:سبک تحقیق و توسعه داخلی	- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت چیلرهای تراکمی - تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت*BMS* یکپارچه سیستمهای سرمایشی - تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت مبدل های حرارتی (*Micro Channels*) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم های تهویه مطبوع(چیلر تراکمی) - تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم های *Add-on* بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی
چیلر تراکمی با تکنولوژی پیشرفته	مرحله اول:همکاری مرحله دوم:سبک تحقیق و توسعه داخلی	- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت مبدل های حرارتی (*Micro Channels*) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم های تهویه مطبوع - تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستمهای *Add-on* بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی - تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستمهای دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم‌های سرمایشی ساختمان های بزرگ - تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت ترموستات‌های یاد گیرنده

۳-۴- تدوین اقدامات در سطح پژوهشگاه

تهیه یک نقشه راه مشخص شفاف و متناسب با امکانات و توانمندی‌های پژوهشگاه نیرو برای همکاری با شرکت‌های تولیدکننده و تمرکز برآن از جمله اقدامات اساسی در سطح پژوهشگاه نیرو برای توسعه فناوری پربازده در تجهیزات تهویه مطبوع می‌باشد.

٤-٤- جمع‌بندی

در این فصل فرآیند چند مرحله‌ای تدوین اقدامات سند توسعه فناوری توضیح داده شد. پس از مراحل چهارگانه تدوین اقدامات برای حوزه مدیریت بارهای سرمایشی انجام شد به این صورت که در مرحله اول این فرآیند وضعیت موجود توسعه فناوری با شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی و بازیگران نظام توسعه این فناوری مشخص شدند. در مرحله دوم، با توجه به مرحله توسعه فناوری ها، کارکردهای با اولویت برای تحقق وضعیت مطلوب توسعه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تعیین شدند. در مرحله سوم، چالش‌ها و موانع موجود در تحقق هر یک از کارکردهای اصلی از طریق مصاحبه با متخصصان و خبرگان آشنا با حوزه مدیریت بارهای سرمایشی تعیین شدند. در نهایت با توجه به چالش‌های تعیین شده و راهبردهای تدوین شده حوزه مدیریت بارهای سرمایشی اقدامات مورد نیاز برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی پیشنهاد شد و در نهایت اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت مدیریت بارهای سرمایشی تدوین شد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش و در فصل اول به تدوین چشم انداز پروژه پرداخته شد. در گام اول ادبیات مورد نیاز موضوع مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در گام بعدی مطالعات تطبیقی انجام شد. در این بخش سیاست‌های موجود و آتی کشورهای امارات، چین، عربستان و ایالات متحده امریکا در زمینه سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان بررسی و تجزیه و تحلیل شد. در پایان این فصل اسناد بالا دستی مرتبط با موضوع پروژه به صورت اختصار مرور شد.

در فصل دوم به تدوین اهداف کلان سند راهبردی مدیریت بارهای سرمایشی پرداخته شد، که به منظور برآورد روند آینده بارهای سرمایشی و میزان سهم آن در بار کل و پیک بار شبکه از مدل ریاضی بر اساس آمار درگاه ملی آمار کشور از تعداد و تنوع سیستمهای سرمایشی استفاده گردید. همچنین پتانسیل‌های کاهش مصرف انرژی الکتریکی و بار الکتریکی در بخش سرمایش تهویه مطبوع ساختمان بررسی و نتایج آن محاسبه و ارائه گردید. در پایان مجموعه‌ای از اهداف کلان که با مدیریت بارهای سرمایشی و اجرایی شدن این سند قابل دستیابی است تدوین و ارائه گردید. با توجه به پتانسیل های استخراج شده و پس از بررسی اسناد بالادستی، شکستن اجزای مختلف چشم‌انداز تدوین‌شده، اهداف کلان سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت بارهای سرمایشی تهویه‌مطبوع در ساختمان، به‌صورت زیر تدوین شد:

الف- دستیابی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار در حوزه سیستم‌های سرمایشی ساختمان از طریق حمایت از تحقیق و توسعه و انتقال فناوری‌های روز دنیا با تاکید بر توانمندسازی بخش خصوصی

ب- دستیابی به صنعت رقابت‌پذیر در حوزه سیستم‌های سرمایشی ساختمان، آگاه‌سازی و تقویت هنجارهای فرهنگی استفاده از سیستم‌های سرمایشی و مدیریت بارهای سرمایشی، تدوین سیاست‌های تشویقی در راستای ارتقای بازدهی سیستم‌های سرمایشی موجود و واردات محصولات پربازده

پ- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر آبی دارای رتبه انرژی D به B کاهش۴۴ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

ت- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر آبی دارای رتبه انرژی D به A کاهش ۹۷ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

ث- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر گازی دارای رتبه انرژی D به B کاهش۱۱۵ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

ج- در ازای جایگزینی هر ۱ میلیون واحد کولر گازی دارای رتبه انرژی D به A کاهش ۵۳۴ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه

چ- کاهش ۱۶۰۷/۲مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۴۱۰ (ارتقای رتبه کلیه کولرهای آبی/گازی از D به B)

ح- کاهش ۵۳۳۸/۲ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۴۰۴ (ارتقای رتبه کلیه کولرهای آبی/گازی از D به A)

خ- در صورت پیاده‌سازی اینترنت اشیاء و بکارگیری ترموستات‌های هوشمند قابلیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی از ۵ درصد تا ۲۰ درصد فراهم گردد که این میزان برابر با ۱۰۴۳ مگاوات تا ۴۱۷۴ مگاوات برق تا سال ۱۴۱۰ می‌باشد.

با توجه به اینکه اهداف تدوین شده فقط بر مبنای ارتقای رتبه سیستم‌های سرمایشی و سیستمهای کنترلی می‌باشد و پتانسیل کاهش بار الکتریکی ناشی از سایر عوامل مانند ارتقای استانداردهای پوسته ساختمان، لذا در صورت در نظر گرفتن این عوامل این حوزه، کاهش بار الکتریکی ناشی از بارهای سرمایشی تا حدود ۳۰۰۰ مگاوات در سال ۱۴۱۰ قابل دستیابی است.

در فصل سوم به منظور تدوین راهبردهای مورد نیاز جهت دستیابی به اهداف کلان پروژه، اولویت بندی و سبک اکتساب فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع مورد بررسی قرار گرفت.

در فصل چهارم با توجه به چالش‌های تعیین شده و راهبردهای تدوین شده حوزه مدیریت بارهای سرمایشی اقدامات مورد نیاز برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی پیشنهاد شد و در نهایت اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت مدیریت بارهای سرمایشی تدوین شد.

«پرسشنامه ارزیابی تکنولوژی‌های تهویه مطبوع در ساختمان»

نام و نام خانوادگی تکمیل‌کننده پرسشنامه:

پست سازمانی: تحصیلات / تخصص:

تاریخ تکمیل پرسشنامه: شماره تماس:

آدرس پست الکترونیک:

آیا مایلید اطلاعات شخصی جنابعالی در بانک اطلاعات متخصصین ذخیره گردد؟ بلی خیر

تجربیات قبلی(در صورت امکان، به صورت خلاصه ضمیمه گردد)

خبره محترم؛

با عرض سلام و تحیت؛

تاریخچه‌ای از پروژه(معرفی)

پرسشنامه پیش رو،جهت شناسایی اولویت‌های انواع فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان تهیه گردیده است.فناوری‌ها و تجهیزاتی که در این پرسشنامه مورد بررسی قرار می‌گیرد عبارتند از:

- کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور BLDC)
- کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا
- سیستم هواساز ایرواشر (اکونوپک)
- چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور اسکرو/اسکرال+اینورتر+کنترلر هوشمند+شیرانبساط الکترونیکی)
- چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی
- چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری
- چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکروکانال
- پکیج یونیت راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی (ERV/HRV)
- پمپ حرارتی پیشرفته VRV/VRF
- اسپلیت یونیت اینورتر دار
- داکت اسپلیت اینورتردار
- داکت اسپلیت راندمان بالا با ذخیره‌ساز حرارتی
- پمپ حرارتی پیشرفته Ground-Source
- چیلر جذبی دواثره شعله مستقیم
- چیلر جذبی دواثره با حرارت بازیافتی
- چیلر جذبی تک/دواثره با کلکتور خورشیدی
- چیلر تراکمی با فناوری فتوولتاییک
- سیستم تراکمی GHP
- سیستم تراکمی CCHP با حرارت بازیافتی

این پرسشنامه در ۳ بخش تهیه شده است.

بخش اول: ارزیابی امکان‌پذیری‌توسعه انواع فناوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان

در این بخش، توانمندی فعلی کشور در زمینه توسعه انواع تکنولوژی‌های تهویه مطبوع در ساختمان مورد بررسی قرار می‌گیرد.در این قسمت با استفاده از ایده ولکات و همکارانش سطح توانمندی هر یک از فناوری‌ها در کشور سنجیده می‌شود.

جدول ۱: در این جدول سطح فعلی توانمندی کشور در هر یک از انواع فنآوری‌های تهویه مطبوع در ساختمان مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت × مشخص نمایید.

سطوح توانمندی بالفعل کشور	انواع فناوری های تهویه مطبوع در ساختمان																		
	کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور BLDC)	کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا	سیستم هواساز ایرواشر (اکونومیک)	چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور	چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکروکانال	پکیج یونیت راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی	پمپ حرارتی پیشرفته VRV/VRF	اسپلیت یونیت اینورتر دار	داکت اسپلیت اینورتردار	پمپ حرارتی پیشرفته Ground-Source	چیلر جذبی دواثره شعله مستقیم	چیلر جذبی دواثره با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی دواثره با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی تک/دواثره با کلکتور خورشیدی	چیلر تراکمی با فناوری فتوولتائیک	سیستم تراکمی GHP	سیستم تراکمی CCHP با حرارت بازیافتی
۱–نه تنها این محصول در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد																			
۲–محصول هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد																			
۳–این محصول به‌صورت آماده وارد کشور شده و در محصول																			

نهایی استفاده می‌شود																		
۴-توان تعمیر و نگهداری این محصول در کشور وجود دارد																		
۵-توان مونتاژ محصول در کشور وجود دارد																		
۶-توان ساخت محصول با درصدی طراحی بومی وجود دارد																		
۷-توان ساخت محصول با طراحی کاملا بومی وجود دارد																		
۸-توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.																		
۹-توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.																		

بخش دوم: ارزیابی میزان اهمیت هر یک از معیارها

در این بخش و بخش بعد، میزان جذابیت انواع فناوری‌های قابل کاربرد در بخش بارهای سرمایشی مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور معیارهایی مشخص گردیده است که بر اساس آنها میزان جذابیت سنجیده می‌شود. همان‌گونه که مشخص است این معیارها دارای اهمیت‌های متفاوتی می‌باشند. لذا در گام نخست بایستی وزن هر یک از این معیارها مشخص گردد. در این جدول‌ها وزن هر معیار با توجه به اهمیت آن معیار مشخص می‌گردد. در این مرحله میزان اهمیت معیارهای جذابیت فناوری‌ها نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرد.

جدول ۲-معیارهای جذابیت: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت هر یک از فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.

۱ ۵ ۱۰

بسیار کم اهمیت ——— بسیار مهم

معیارها	میزان اهمیت معیار
بازدهی و قابلیت عملکرد	
مصرف برق	
مصرف آب	
عمر مفید	
محدودیت های فنی	
میزان فضای مورد نیاز	
قیمت اولیه	
هزینه تراز شده(LCO)	
رفاه حاصل از سیستم تهویه مطبوع	
مطلوبیت اجتماعی	
پیشینه و قابلیت اطمینان	
هزینه های محیط زیستی ناشی از بکارگیری تکنولوژی	

بخش سوم: ارزیابی جذابیت انواع فناوری‌های تهویه مطبوع با استفاده از معیارهای کیفی

معیارهای سنجش جذابیت به دو نوع معیارهای کمی و کیفی تقسیم می‌شوند. معیارهای کمی با استفاده از اطلاعات موجود بین‌المللی و داخلی ارزیابی می‌شوند و معیارهای کیفی با استفاده از ارای خبرگان مورد تحلیل قرار می‌گیرند. در این بخش میزان جذابیت هر یک از تکنولوژی‌ها با استفاده از معیارهای کیفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

این قسمت از پرسشنامه به تفکیک اقلیم تهیه شده است. به عبارت دیگر هر یک از جدول ها برای یک اقلیم می باشد. تعریف و مبنای تقسیم بندی اقلیم‌ها که از گزارش "تعیین معیار مصرف انرژی برای مشترکین خانگی به منظور بکارگیری در تعیین تعرفه ها-گزارش های اول و دوم(تهیه شده در گروه انرژی و مدیریت مصرف پژوهشکده انرژی پژوهشگاه نیرو)" استخراج شده است در جدول زیر خلاصه شده است.

اقلیم	توضیحات	نمونه شهرها	انرژی الکتریکی سالیانه مصرفی خانوار (kWh/m2)
اقلیم ۱	گرم و مرطوب	بندرعباس-قشم-بوشهر	۸۹۶۱
اقلیم ۲	نیاز به انرژی سرمایی زیاد	اهواز-ایرانشهر	۸۶۲۵
اقلیم ۳	نیاز به انرژی متوسط و کم	کرمانشاه-بجنورد-رشت-آمل	۲۸۷۰
اقلیم ۴	نیاز به انرژی گرمایی زیاد	سراب-فیروزکوه-همدان-منجیل	۲۲۵۸

اقلیم ۱: گرم و مرطوب

جدول ۳-۱: در این جدول به هر یک از فناوری‌های اشاره شده، با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید(امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

معیارهای کیفی	انواع فناوری های تهویه مطبوع در ساختمان																	
	کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور BLDC)	کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا	سیستم هواساز ایرواشر (اکونومیک)	چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور	چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکرو کانال	پکیج یونیت راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی	پمپ حرارتی پیشرفته VRV/VRF	اسپلیت یونیت اینورتر دار	داکت اسپلیت اینورتردار	پمپ حرارتی پیشرفته Ground-Source	چیلر جذبی دوثره شعله مستقیم	چیلر جذبی دوثره با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی دوثره با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی تک/دوثره با کلکتور خورشیدی	چیلر تراکمی با فناوری فتوولتائیک	سیستم تراکمی GHP	سیستم تراکمی CCHP با حرارت بازیافتی
رفاه حاصل از سیستم تهویه مطبوع (رفاه بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
پتانسیل تقاضای بازار داخلی (پتانسیل بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
نرخ رشد تقاضا (نرخ بالاتر، امتیاز بیشتر)																			
سهولت جابه جایی و نصب (از نظر فضای اشغال																			

شده) (امتیاز بالاتر، امتیاز بیشتر)																		

اقلیم ۲: نیاز به انرژی سرمایی زیاد

جدول ۳-۲: در این جدول به هر یک از فناوری‌های اشاره شده، با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید(امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

معیارهای کیفی	انواع فناوری های تهویه مطبوع در ساختمان																		
	کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور BLDC)	کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا	سیستم هواساز ایرواشر (اکونومیک)	چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور	چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکرو کانال	پکیج یونیت راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی	پمپ حرارتی پیشرفته VRV/VRF	اسپلیت یونیت اینورتر دار	داکت اسپلیت اینورتردار	پمپ حرارتی پیشرفته Ground-Source	چیلر جذبی دوطبقه شعله مستقیم	چیلر جذبی دوطبقه با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی دوطبقه با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی تک‌اثره با کلکتور خورشیدی	چیلر تراکمی با قناوری فتوولتائیک	سیستم تراکمی GHP	سیستم تراکمی CCHP با حرارت بازیافتی
رفاه حاصل از سیستم تهویه مطبوع (رفاه بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
پتانسیل تقاضای بازار داخلی (پتانسیل بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
نرخ رشد تقاضا (نرخ بالاتر، امتیاز بیشتر)																			
سهولت جابه جایی و نصب (از نظر فضای اشغال																			

شده) (امتیاز بالاتر، امتیاز بیشتر)																			

اقلیم ۳: نیاز به انرژی متوسط و کم

جدول ۳-۳: در این جدول به هر یک از فناوری‌های اشاره شده، با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید(امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

معیارهای کیفی	انواع فناوری های تهویه مطبوع در ساختمان																		
	کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور BLDC)	کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا	سیستم هواساز ایروفایر (اکونومیک)	چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور	چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکروکانال	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری	پکیج یونیت راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی	پمپ حرارتی پیشرفته VRV/VRF	اسپلیت یونیت اینورتر دار	داکت اسپلیت اینورتر دار	پمپ حرارتی پیشرفته Ground-Source	چیلر جذبی دوازده شعله مستقیم	چیلر جذبی دوازده با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی دوازده با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی تک/دوازده با کلکتور خورشیدی	چیلر تراکمی با فناوری فتوولتاییک	سیستم تراکمی GHP	سیستم تراکمی CCHP با حرارت بازیافتی
رفاه حاصل از سیستم تهویه مطبوع (رفاه بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
پتانسیل تقاضای بازار داخلی (پتانسیل بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
نرخ رشد تقاضا (نرخ بالاتر، امتیاز بیشتر)																			
سهولت جابه جایی و نصب (از نظر فضای اشغال																			

شده) (امتیاز بالاتر، امتیاز بیشتر)																			

اقلیم ٤: نیاز به انرژی گرمایی زیاد

جدول ۳-٤: در این جدول به هر یک از فناوری‌های اشاره شده، با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید(امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

معیارهای کیفی	انواع فناوری های تهویه مطبوع در ساختمان																		
	کولر آبی تک مرحله ای راندمان بالا (موتور BLDC)	کولر تبخیری دومرحله ای راندمان بالا	سیستم هواساز ایرواشر (اکونومیک)	چیلر تراکمی راندمان بالا (کمپرسور	چیلر تراکمی پیشرفته مجهز به ذخیره‌ساز حرارتی	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور تبخیری	چیلر تراکمی راندمان بالا مجهز به کندانسور از نوع میکرو کانال	پکیج پمپ حرارتی راندمان بالا مجهز به سیستم بازیاب انرژی	پمپ حرارتی پیشرفته VRV/VRF	اسپلیت پمپ اینورتر دار	داکت اسپلیت اینورتردار	پمپ حرارتی پیشرفته Ground-Source	چیلر جذبی دوطبقه شعله مستقیم	چیلر جذبی دوطبقه با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی دوطبقه با حرارت بازیافتی	چیلر جذبی تک/دوطبقه با کلکتور خورشیدی	چیلر تراکمی با فناوری فتوولتائیک	سیستم تراکمی GHP	سیستم تراکمی CCHP با حرارت بازیافتی
رفاه حاصل از سیستم تهویه مطبوع (رفاه بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
پتانسیل تقاضای بازار داخلی (پتانسیل بیشتر، امتیاز بیشتر)																			
نرخ رشد تقاضا (نرخ بالاتر، امتیاز بیشتر)																			
سهولت جابه جایی و نصب (از نظر فضای اشغال																			

شده) (امتیاز بالاتر، امتیاز بیشتر)																			

منابع و مراجع

[1] K. Allison, Strategic Planning for Nonprofit Organizations: A Practical Guide for Dynamic Times (Wiley Nonprofit Authority), Wiley, 2010.

[2] "توانیر," ۱۳۹۹. [Online]. Available: https://amar.tavanir.org.ir/.

[3] "گزارش مااهیانه آمار صنعت آب و برق," دفتر فناوری اطلاعات و آمار وزارت نیرو , مهر ۱۳۹۹.

[4] "گزارش عملکرد سال ۱۳۹۸ صنعت آب و برق," معاونت تحقیقات و منابع انسانی–دفتر فناوری اطلاعات و آمار وزارت نیرو, خرداد ماه ۱۳۹۹.

[5] "شرکت توانیر–دفتر مدیریت مصرف," [Online]. Available: https://www.tavanir.org.ir/dm/dmmodiryatmasarf/pages/es_1/es.php?active=5.

[6] I. R. E. Agency, "RENEWABLE ENERGY PROSPECTS: UNITED ARAB EMIRATES," IRENA, 2015.

[7] I. R. E. Agency, "RENEWABLE ENERGY PROSPECTS: UNITED ARAB EMIRATES," 2015.

[8] IEA, "The Future of Cooling in China-Delivering on action plans for suistainable air conditioning," IEA, 2019.

[9] U. D. O. Energy, "Grid-interactive Efficient Buildings Technical Report Series-Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC); Water Heating; Appliances; and Refrigeration," Office of Energy Efficieny and Renewable Energy, 2019.

[10] "Buildings, ENERGY FUTURE: Think Efficiency," *American Physical Society*, 2008.

[11] "Building Energy-Efficiency Best Practice Policies and Policy Packages," *BERKELEY NATIONAL LABORATORY*, 2012.

[12] N. M. Alabbadi, "Energy Efficiency Potential in the Building Sector," in *The Saudi International Advanced Materials Technologies Conference*, 2012.

[13] L. S. R. C. 9. a. A. T. C. a. L. Proctor Engineering Group, "High EER at 46C Kingdom of Saudi Arabia Air Conditioner Project," Riyadh. Saudi Arabia, 2010.

[14] N. Kaplan, "strategic learning & the balanced scorecard," *Strategy and Leadership*, 1996.

[15] R. Pearce, Strategic Management: Formulation, Implementation, and Control, Mc Graw Hill, 1994.

[16] م. اعرابی, راهنمای برنامه ریزی استراتژیک, دفتر پژوهشهای فرهنگی.

[17] "درگاه ملی آمار," [Online]. Available: https://www.amar.org.ir/.

[18] "گزارش فاز ۳ سند سیستمهای سرمایش," پژوهشگاه نیرو, ۱۳۹۴.

[19] "نتایج آما رگیری از مصرف حاملهای انرژی خانوارهای شهری," مرکز آمار ایران, ۱۳۹۵.

[20] U. D. o. Energy, "Innovations in Sensors and Controls for Building Energy Management," February 2020.

[21] "Capability building for catching-up," United Nations INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, 2005.

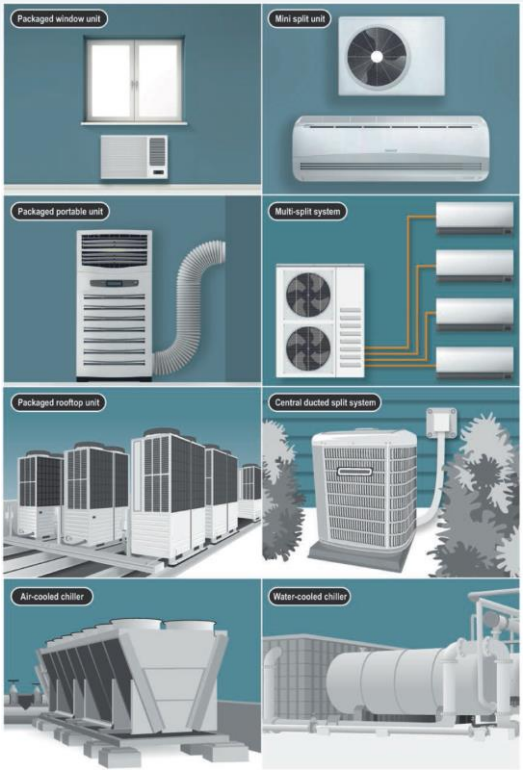
[22] "Technology policies and planning," Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology, 1989.

پژوهشگاه نیرو

Niroo Research Institute

عنوان گزارش:

"بازنگری نقشه راه و برنامه عملیاتی در سطح پژوهشگاه و بازنگری برنامه ارزیابی و به روزرسانی"



کارفرما: پژوهشگاه نیرو

پژوهشکده انرژی و محیط زیست **اردیبهشت ماه ۱۴۰۰**

به نام خدا

پژوهشگاه نیرو

نام گزارش: بازنگری نقشه راه و برنامه عملیاتی در سطح پژوهشگاه و بازنگری برنامه ارزیابی و به روزرسانی

کد گزارش-ویرایش: PCLPN06/T02

عنوان پروژه: بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های سرمایشی

واحد مجری پروژه: پژوهشکده انرژی و محیط زیست

مدیر واحد مجری پروژه: دکتر عباس بحری

مدیر پروژه: محمد نیکنامی

تاریخ: اردیبهشت ماه ۱۴۰۰

پیش‌گفتار

گزارش حاضر تحت عنوان "بازنگری نقشه راه و برنامه عملیاتی در سطح پژوهشگاه و بازنگری برنامه ارزیابی و به روزرسانی" فاز پنجم و ششم از پروژه"بازنگری سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی و روش‌های کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های سرمایشی" بوده که مشتمل بر زیربخش‌های زیر می‌باشد:

فصل اول: بازنگری نقشه راه و برنامه عملیاتی در سطح پژوهشگاه

فصل دوم: بازنگری برنامه ارزیابی و به روزرسانی

مجری محترم پروژه جناب آقای مهندس مکاری‌زاده از گروه مدیریت انرژی بوده و واحد مجری پروژه پژوهشکده انرژی و محیط زیست پژوهشگاه نیرو می‌باشد. ناظرین محترم پروژه، آقایان دکتر عباس بحری (معاون رئیس پژوهشکده انرژی و محیط‌زیست) و دکتر مجتبی گیلوانژاد (رئیس پژوهشکده توزیع برق) می‌باشند. تیم مجری پروژه آقایان سیاوش منیعی و محمد نیکنامی از گروه مدیریت انرژی پژوهشگاه نیرو هستند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ..... ب
فهرست اشکال ..... ه
فهرست جداول ..... و
فصل اول ۸
بازنگری نقشه راه و برنامه عملیاتی در سطح پژوهشگاه ۸
۱-۱-مقدمه ۹
۱-۲-فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی ۹
۱-۳-شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی ۱۰
۱-۳-۱-مبنای شکستن اقدامات ۱۲
۱-۳-۱-ابزارهای شکستن اقدامات ۱۳
۱-۳-۱-بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی ۱۶
۱-۴-فهرست پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۱۶
۱-۵-تخصیص منابع ۲۰
۱-۶-تقسیم کار ملی (نگاشت‌نهادی مطلوب) ۲۹
۱-۶-۱-نگاشت نهادی ۳۰
۱-۶-۱-انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی ۳۱
۱-۶-۲-۱-سیاست‌گذاری ۳۱
۱-۶-۲-۲-تنظیم‌گری ۳۲
۱-۶-۲-۳-تسهیل‌گری ۳۳
۱-۶-۲-۴-ارائه‌دهنده کالا و خدمات ۳۳
۱-۶-۳-طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۳۴

۱-۶-۳-۱-شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۳۴
۱-۶-۳-۲-شناخت روابط میان بنگاهی بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۳۶
۱-۶-۳-۳-تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود ۳۶
۴-۶-۱-تحلیل نگاشت نهادی ۳۸
۱-۷-تخصیص متولیان اقدامات ۳۹
۱-۸-ترسیم رەنگاشت ۴۴
۱-۹-نتیجه‌گیری ۱
فصل دوم ۲
بازنگری برنامه ارزیابی و به روزرسانی ۲
۲-۱-مقدمه ۳
۲-۲-نحوه تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی ۴
۲-۳-تعریف شاخص‌های سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۵
۲-۴-ساختار نظارت و بروزرسانی ۱۵
۲-۵-مکانیزم عملکرد ۱۶
نتیجه‌گیری ۱۹

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل (۱-۱): فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی ۱۰
شکل (۲-۱): نحوه شکستن اقدام X ۱۱
شکل (۳-۱): نقشه‌راه توسعه نظام نوآوری فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (مبتنی بر اقدامات غیرفنی). ۴۸
شکل (۴-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (مبتنی بر اقدامات فنی). ۴۹

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱: پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاریسازی سیستمهای سرمایش نوین قرار میگیرند) ۱۷
جدول ۲-۱: اقدامات غیرفنی در توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرمافزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار میگیرند) ... ۱۹
جدول۱-۳: اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری¬های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار میگیرند) ۲۰
جدول۱-۴: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرم¬افزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار میگیرند) ۲۲
جدول ۱-۵: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار میگیرند) ۲۴
جدول ۱-۶: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات فنی(پروژهها) در توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاریسازی سیستمهای سرمایش نوین قرار میگیرند) ... ۲۵
جدول۱-۷: نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۳۶
جدول ۱-۸: متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرمافزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار میگیرند) ۴۰

جدول۱-۹: متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار میگیرند)..... ۴۱

جدول۱-۱۰: متولیان پروژه‌های فنی توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاریسازی سیستمهای سرمایش نوین قرار میگیرند)..... ۴۲

جدول (۱-۲): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۶

جدول (۲-۲): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ۶

جدول (۳-۲):شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح اجرایی شدن اقدامات غیرفنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرمافزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار میگیرند)..... ۷

فصل اول

بازنگری نقشه راه و برنامه عملیاتی در سطح پژوهشگاه

۱-۷- مقدمه

در این بخش از سند با عنوان «بازنگری رهنگاشت و برنامه عملیاتی» مدلی از گام‌های لازم جهت تکمیل فرآیند برنامه عملیاتی و همچنین ابزارهای اجرای هر گام ارائه شده، که در نهایت منجر به دستیابی به برنامه عملیاتی و رهنگاشت[1] در راستای چشم‌انداز سند خواهد شد. در مراحل ۳ و ۴ این پروژه ارکان جهت‌ساز (شامل چشم‌انداز، اهداف و راهبردهای سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان و نیز اقدامات لازم برای تحقق آن تدوین و معین شد.

در این گزارش پس از بررسی نحوه تقسیم اقدامات به پروژه‌ها، اقدامات تدوین‌شده در مرحله ۴ به پروژه‌های اجرایی تقسیم می‌شوند و سپس فهرست پروژه‌های تعیین‌شده ارائه می‌گردد. در گام بعدی زمان و بودجه لازم برای تکمیل این پروژه‌ها مشخص شده و در ادامه متولیان و مجریان انجام پروژه‌ها بر اساس نگاشت نهادی تعیین می‌گردند. در نهایت، نقشه‌راه (رهنگاشت) مربوط به سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان بر اساس اقدامات تعیین شده ترسیم شده است.

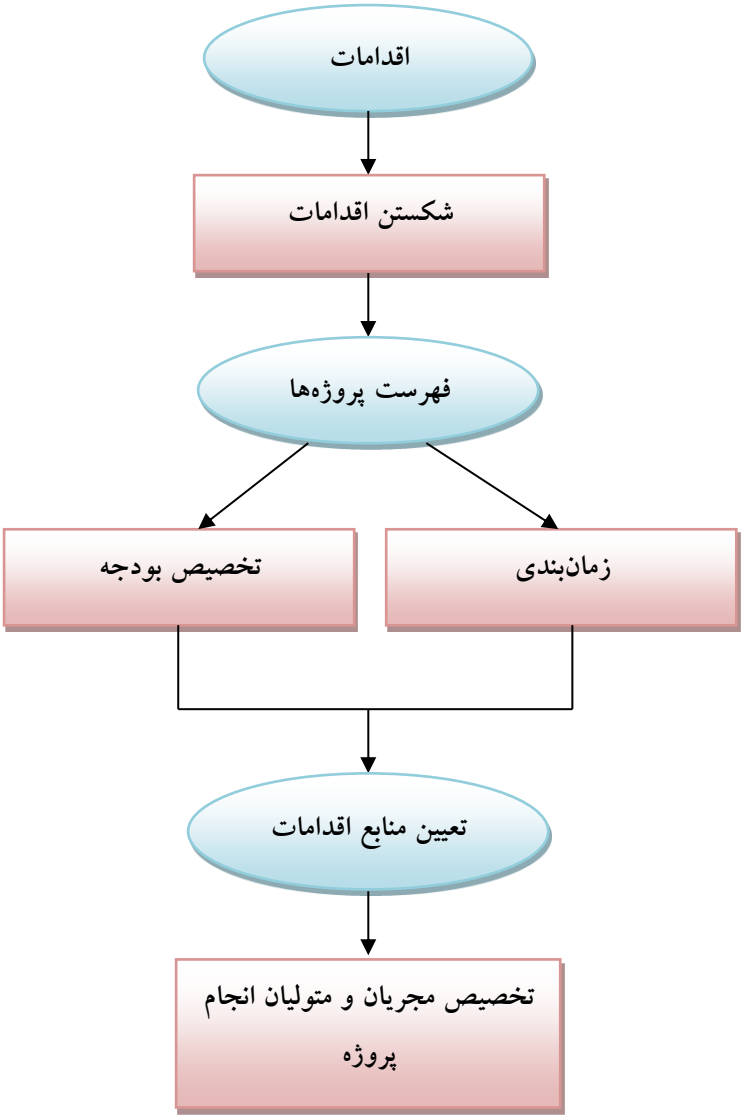
۱-۸- فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی

در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان توضیح داده می‌شود و در نهایت فهرست پروژه‌ها ارائه می‌شود. همان طور که اشاره شد، لازم است اقدامات تعیین شده در مرحله چهارم تدوین سند، به پروژه‌های اجرایی شکسته شوند. در واقع در این بخش باید مشخص گردد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی باید در سالیان مختلف اجرا گردد.

نحوه تعیین پروژه‌های اجرایی و استنتاج آن‌ها از اقدامات تدوین شده در مرحله چهارم سند امری مهم و ضروری است از این رو در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی بررسی شده است. فرآیند تدوین برنامه عملیاتی در شکل ۱-۱) نشان داده شده است. مطابق این شکل، در مرحله اول باید اقدامات تدوین شده در مرحله ۴ شناسایی شده و بر اساس معیارهایی به پروژه‌ها شکسته شوند و فهرست پروژه‌ها استخراج شود. سپس زمان و بودجه مورد نیاز برای انجام هر یک از پروژه‌ها مشخص شده و از این طریق منابع لازم برای تحقق اقدامات تعیین می‌گردد.

[1]-*Road Map*

در نهایت با شناسایی نهادهای مرتبط در محیط داخلی و بیرونی و نقش آن‌ها، متولی و مجری انجام پروژه‌ها شناسایی می‌شود.



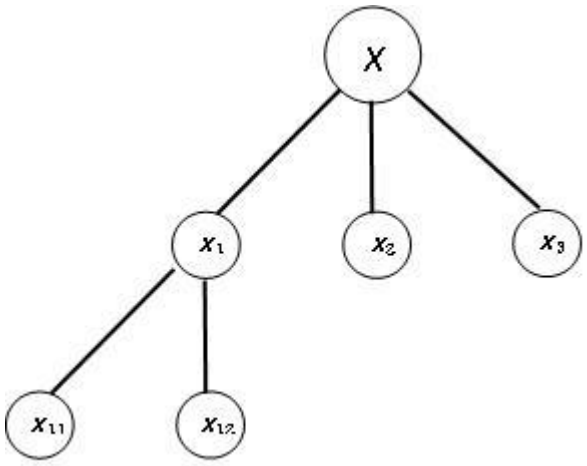
شکل ۱-۱: فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی

۱-۹- شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی

مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود و از همین‌رو در تعریف پروژه‌ها باید به جنبه‌های مختلف اقدام توجه شود. نکته حائز اهمیت دیگر در شکستن اقدامات، میزان و سطح شکستن اقدامات می‌باشد. همان‌گونه که یک اقدام می‌تواند به مجموعه‌ای از پروژه‌ها شکسته شود، هر پروژه نیز قابل شکسته شدن به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است

و این روند را در مورد فعالیت‌ها نیز می‌توان ادامه داد. این مفهوم را می‌توان به صورت ملموس‌تری درشکل ۱-۲) مشاهده نمود که در آن اقدام X به سه پروژه و پروژه شماره ۱ به دو فعالیت شکسته شده است.

حال می‌توان مجموعه کل پروژه‌هایی که برای انجام اقدام X باید اجرا شوند را به دو صورت $\{x_1, x_2, x_3\}$ $X \equiv$ و $X \equiv \{x_{11}, x_{12}, x_2, x_3\}$ ارائه نمود که تفاوت این دو در تعداد سطوح شکسته شدن اقدام است. بنابراین لازم است معیارهای مناسبی برای تعیین تعداد و سطح شکسته شدن اقدامات معرفی و تعیین گردد.



شکل ۱-۲: نحوه شکستن اقدام X

در این بررسی دو معیار به شرح زیر مبنای شکستن اقدامات به پروژه‌ها قرار می‌گیرد:

الف) میزان منابع لازم برای انجام پروژه اجرایی قابل تخمین باشد. به عبارتی در سطح خاصی می‌توان برآورد مناسبی از میزان منابع مورد نیاز ارائه نمود[۱].

ب) هر پروژه اجرایی در اندازه‌ای باشد که بتوان آن‌را به یک مجری محول نمود. به عبارتی اگر پروژه اجرایی به اندازه کافی جزء نشده باشد، به طوری که گستردگی ابعاد مختلف پروژه امکان اختصاص آن به یک مجری را سلب نماید، باید پروژه اجرایی مربوط به فعالیت‌های دیگری شکسته شود تا تخصیص آن به مجری واحد امکان‌پذیر باشد.

۱- توضیحات بیش‌تر در مورد اقسام منابع در قسمت‌های آتی بیان خواهد شد.

ساختار کلی شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی مشابه WBS[1]می‌باشد که در بحث مدیریت پروژه تاکنون تحقیقات فراوانی در مورد آن صورت پذیرفته است.

نکته دیگر حصول اطمینان از جامعیت پروژه‌های اجرایی در راستای تحقق اقدامات می‌باشد. تاکنون الگوریتمی که تضمین نماید مجموعه پروژه‌های اجرایی منتخب برای تحقق اقدام کفایت می‌نماید ارائه نشده است. تنها با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان، استفاده از تجارب پیشین و در صورت امکان به‌کارگیری ابزارهایی چون شبیه‌سازی می‌توان امیدوار بود مجموعه پروژه‌های اجرایی شرایط کافی برای حصول اقدامات را فراهم سازند.

۱-۹-۱- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی دیگر در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن شکستن اقدامات انجام شود. برای درک بهتر اقدام نمونه‌ای با عنوان تأسیس آزادراه را در نظر بگیرید. این اقدام می‌تواند بر دو مبنای جغرافیایی[2] (راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی) و عملکردی[3] (زیرسازی راه، روسازی و آسفالت، حفاظت حاشیه راه و ...) به پروژه‌های اجرایی زیرمجموعه خود شکسته شود. مبنا شکستن اقدامات مورد توجه بر اساس عوامل مختلفی تعیین می‌شود که در ادامه به مهم‌ترین این عوامل اشاره می‌شود.

الف) ساختار و فرهنگ حاکم: اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌توان شکستن پروژه‌های اجرایی را بر اساس آن‌ها جهت‌دهی کرد. به عنوان نمونه در مورد مثال فوق اگر سیستم راه‌سازی کشور بر اساس مناطق جغرافیایی در بخش‌های راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی شکل گرفته باشد که هر بخش توانایی‌ها و قابلیت‌های کلیدی لازم در حوزه فعالیت خود به دست آورده است، تقسیم‌بندی مذکور می‌تواند مبنای شکستن اقدامات قرار گیرد.

ب) نیازمندی‌های فعلی: نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است. در مورد مثال اخیر ممکن است در فاز طراحی آزادراه‌ها نیازهای طراحی موجب شکستن

[1]-*Work-Breakdown-Structure*

[2]-*Geographical Base*

[3]-*Functional Base*

پروژه‌های اجرایی بر مبنای جغرافیایی شود ولیکن در زمان اجرا نیازها تغییر کرده و مبنای عملکردی مورد استفاده قرار گیرد.

ج) منافع اقتصادی: میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد. به عنوان مثال درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنا قرار گیرد که ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

د) نظرات ذینفعان: از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است به نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات توجه شود.

در صورتی که تصمیم گرفته شود که تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیرفعالیت‌ها شکسته شوند، می‌توان در شکستن دوم از مبنای دیگری استفاده نمود. به طور مثال در مرحله اول بر مبنای جغرافیایی و در مرحله دوم بر مبنای عملکردی شکستن انجام پذیرد.

۲-۹-۱- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم و موضوعات کلیدی شکستن اقدامات مورد بحث و بررسی قرار گرفت، در این بخش چند ابزار برای انجام این مهم معرفی می‌گردد.

الف) تجزیه و تحلیل فرآیند استاندارد

در ادبیات برخی از اقدامات فرآیند تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش است. چنین فرآیندهایی فرآیند استاندارد نامیده می‌شود و در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرآیند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن حوزه به عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

ب) بهینه‌کاوی

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرآیند استانداردی وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه‌کاوی استفاده می‌شود. بهینه‌کاوی به معنی بررسی تجربه‌های

انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگویی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین در ابعاد مختلفی با یکدیگر تفاوت داشته باشند – که از علل اصلی آن خواستگاه منطقه‌ای و ویژگی‌های خاصی است که فرآیند در قالب آن طراحی و اجرا شده است– یکی از مسائل کلیدی به‌کارگیری این ابزار چگونگی در کنار هم قرار دادن نتایج تجربه‌های مختلف برای دستیابی به الگویی مطلوب می‌باشد. اگر نتوان از این روش به مجموعه‌ای از پروژه‌های اجرایی قابل‌قبول دست یافت، از پروژه‌های اجرایی غیرنهایی به‌دست آمده می‌توان در ابزار علی– معلولی استفاده نمود.

ج) تحلیل علی‌معلولی

اساس این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین‌رو حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه ضرورت و لازمه استفاده از این ابزار است. در ادامه چگونگی استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان توضیح داده می‌شود.

گام ۱: در ابتدای جلسه توضیحات مربوط به معرفی اقدام ارائه می‌گردد تا کلیه افراد حاضر به نگرش یکسانی از اقدام مورد نظر دست یابند.

گام ۲: در یک طوفان فکری پروژه‌های اجرایی که از نظر خبرگان برای انجام اقدام مزبور ضروری به نظر می‌رسد مطرح شده و در معرض دید همگان قرار می‌گیرد.

حاضرین جلسه باید این نکته را مد نظر قرار دهند که در مرحله اول صرفاً اقدامات به پروژه‌های اجرایی اساسی تشکیل‌دهنده شکسته می‌شوند. از همین‌رو بهتر است از بیان مواردی که خود زیرفعالیت‌های پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند اجتناب ورزند. در صورتی که تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری فرآیند جاری در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی در هر مرحله از به‌کارگیری این ابزار، شکستن تنها در یک سطح انجام می‌پذیرد.

پس از انجام این گام فهرست اولیه‌ای از پروژه‌های اجرایی پیشنهادی به دست می‌آید. در تکمیل این فهرست می‌توان از اطلاعات به دست آمده از دو ابزار دیگر به ویژه بهینه‌کاوی استفاده نمود.[1]

گام ۳: کلیه موارد موجود در لیست اولیه تحت سه عنوان زیر دسته‌بندی می‌شوند:

الف) پروژه‌های اجرایی اصلی تکین: پروژه‌های اجرایی هستند که اولاً در راستای تحقق اقدام مورد نظر انجام آن‌ها ضروری بوده و ثانیاً در بین سایر پروژه‌های اجرایی پیشنهاد شده موارد مشابه قابل جایگزینی با آن وجود ندارد.

ب) پروژه‌های اجرایی جایگزین: این دسته شامل آن بخش از پروژه‌های اجرایی ضروری است که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابهِ قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه در مجموعه‌هایی جمع می‌شوند که از آن‌ها تحت عنوان مجموعه‌های جایگزینی یاد می‌شود. سرانجام باید از هر یک از مجموعه‌های جایگزینی یک پروژه اجرایی انتخاب شود.

مجموعه‌های جایگزینی نباید با یکدیگر دارای اشتراک باشند. همچنین در صورتی که پروژه اجرایی قابل تخصیص به بیش از یک مجموعه جایگزینی باشد، آن پروژه اجرایی به چند بخش تفکیک شده و هر بخش به مجموعه مربوطه اختصاص می‌یابد.

ج) پروژه‌های اجرایی پشتیبانی: پروژه‌های اجرایی که در راستای تحقق یک اقدام، ضروری نیستند ولی می‌توانند فرآیند انجام اقدام مورد نظر را تقویت کرده و آنرا تسریع بخشند.

در صورتی که پس از دسته‌بندی فوق مواردی وجود داشته باشند که به نوعی زیرفعالیت سایر پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبانی به حساب آیند، این موارد حذف شده – در صورت لزوم در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد استفاده می‌شوند – و در غیر اینصورت لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شود که دربرگیرنده موارد ذکر شده به عنوان زیرفعالیت خود باشد.

[1]– ممکن است بتوان درمورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علی‌رغم این‌که در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه‌بخش نبوده باشد.

در مجموع مشخص می‌گردد که پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده باید دارای دو ویژگی زیر باشند:
در یک سطح باشند،غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی باید بدون هم‌پوشانی باشند. در غیر این صورت باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد تا همپوشانی موجود حذف شود.

۳-۹-۱- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی

قبل از نهایی شدن پروژه‌های اجرایی، به منظور ارزیابی جوانب مختلف پروژه‌های ارائه شده و قضاوت در مورد موجه بودن یا عدم موجه بودن آن‌ها، هر پروژه اجرایی باید بر اساس معیارهای مختلفی از جمله معیارهای فنی، مالی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد ممیزی قرار گیرد. بر این اساس، پروژه‌های اجرایی به دست آمده در مرحله قبل مورد بازبینی قرار گرفته و پروژه‌هایی که از نظر معیارهای مختلف ناموجه باشند، کنار گذاشته می‌شوند. در واقع پروژه‌های اجرایی نهایی باید به نحو مطلوبی موجبات دستیابی به مقاصد سایر سطوح راهبردی را فراهم سازند. از همین‌رو ضروری است با نگاهی اجمالی به بازبینی گام‌های طی شده نواقص احتمالی پرداخته شود.

۱-۱۰- فهرست پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

با توجه به موارد مطرح شده در ابتدای این بخش در ارتباط با ضرورت و نحوه شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، در این بخش، پروژه‌هایی شناسایی می‌شوند که اجرایی شدن آن‌ها منجر به تحقق اقدامات می‌گردد. با توجه به ابزارهای گوناگونی که جهت شکستن اقدامات در بخش قبل معرفی شده با بررسی‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل شد که ابزار تحلیل علی‌معلولی بهترین ابزار برای شکستن اقدامات در این طرح می‌باشد.

همان طور که در گزارش مرحله چهارم سند اشاره شد اقدامات مربوط به این سند در دو دسته اقدامات فنی و غیرفنی تدوین شد. با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تعریف شده در مرحله چهارم، تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود و زمان‌بندی و بودجه‌بندی بر روی اقدامات انجام شود. اما در ارتباط با اقدامات فنی، با توجه به امکان شکستن اقدامات تصمیم بر این شد تا پروژه‌های اجرایی ذیل هر یک از اقدامات فنی تعریف شود.

همان طور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود در این بخش تلاش شده با استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان، جامعیت پروژه‌های اجرایی شناسایی شده برای هر اقدام حفظ شود.

مورد دیگری که در رابطه با شکستن اقدامات باید مورد توجه قرار گیرد، سطح شکسته شدن اقدامات است. در این طرح اقدامات تا سطحی شکسته شده‌اند که بتوان برای پروژه‌های اجرایی حاصل از شکستن آن‌ها زمان و بودجه تخصیص داده و همچنین مجری جهت اجرای آن‌ها مشخص نمود. در ادامه پروژه‌های شناسایی شده برای هر یک از اقدامات فنی و غیر فنی در جدول ۱-۱ و ۱-۲ و ۱-۳ ارائه شده است.

جدول ۱-۱: پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی سیستمهای سرمایش نوین قرار می‌گیرند)

ردیف	عنوان پروژه‌ها
	اقدام ۱: طراحی، توسعه و تجاری‌سازی سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع پر بازده
۱	بررسی پارامترهای فنی و اقتصادی موثر بر عملکرد کولرهای آبی و ارائه کولر آبی مرجع با در نظر گرفتن تاثیر تجمیعی راهکارها و روش‌های توسعه محصول
۲	تحقیق، توسعه، نمونه‌سازی و تجاری‌سازی کولرهای آبی دو مرحله‌ای
۳	تحقیق و توسعه بر روی چیلرها و اسپلیت‌های تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده
۴	توسعه و تجاری سازی استفاده از پمپ‌های حرارتی Air Source برای تولید آب گرم و سرمایش به صورت همزمان و نصب چندین نمونه
۵	تحقیق و توسعه بر روی چیلرهای تراکمی تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده
۶	تحقیق و توسعه روی مبدل‌های حرارتی (Micro Channels) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم‌های تهویه مطبوع
۷	تجاری‌سازی، توسعه و گسترش سیستم‌های ذخیره‌سازی سرما
۸	توسعه و تجاری‌سازی چیلرهای جذبی خورشیدی و کلکتورهای لوله‌ای با راندمان بالا
۹	طراحی و توسعه مبدل‌های حرارتی Heat Pipe برای بازیاب انرژی سرمایشی در هواسازها
۱۰	توسعه و طراحی سیستم های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی و نصب چندین نمونه
۱۱	توسعه و تجاری سازی سیستم های CHP و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش
۱۲	طراحی و توسعه سیستم های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی
۱۳	طراحی و توسعه فناوریهای جداسازی بارهای سرمایشی محسوس و نهان سیستم‌های تهویه مطبوع

ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱۴	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی سیستم‌های سرمایشی زمین‌گرمایی
۱۵	بررسی جامع روش‌های خنک‌سازی مراکز داده‌ها و تدوین دستورالعمل به کارگیری این سیستم
۱۶	تحقیق و بررسی و ارائه الگوی عملیاتی جایگزینی کولرهای گازی موجود با کولر گازی اینورتردار
۱۷	تحقیق و بررسی و تهیه دستورالعمل جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند R-22 با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست و تغییرات فنی مورد نیاز
۱۸	تحقیق، طراحی و ساخت یک نمونه اینورتر کولر گازی و تجاری سازی آن
۱۹	طراحی و ساخت شیر انبساط الکترونیکی و تجاری سازی آن
	اقدام ۲: طراحی، توسعه و تجاری‌سازی سیستم‌های کنترلی تهویه مطبوع
۲۰	تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی و همچنین کاهش قیمت سیستم‌های مدیریت انرژی کولر آبی
۲۱	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی BMS یکپارچه سیستم‌های سرمایشی
۲۲	طراحی و توسعه سیستم‌های دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم‌های سرمایشی ساختمان‌های بزرگ برای کاهش بار در فصل گرم
۲۳	طراحی و ساخت و تجاری‌سازی ترموستاتهای یادگیرنده
۲۴	تهیه پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود به منظور ارتقاء عملکرد
۲۵	بکارگیری hvac iot برای کنترل بارهای پیک تابستان
	اقدام ۳:تهیه‌دستور العمل‌ها و نرم افزارهای مرتبط با سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع
۲۶	طراحی و تهیه دستورالعمل‌های بکارگیری سیستم‌های سرمایشی خصوصا برای سیستم‌های پیچیده نظیر پمپ های گرمایی زمین‌گرمایی/ ذخیره‌ساز سرما و ..
۲۷	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک
۲۸	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از ذخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه
۲۹	بررسی محدوده عملکرد چیلر تراکمی با استفاده از کندانسور تبخیری از طریق شبیه سازی عملکرد آن
۳۰	انجام مطالعات امکان‌سنجی تولید و به کارگیری الکتروموتورهای پر بازده در تجهیزات تهویه مطبوع

ردیف	عنوان پروژه‌ها
اقدام ۴: طرح پشتیبانی و عملیاتی نمودن شرکت خدمات انرژی در حوزه تخصصی سیستم سرمایشی	
۳۱	برنامه‌ریزی و طراحی کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی
۳۲	استقرار کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی در مراکز استانهای مستعد
۳۳	تهیه چک‌لیستها و پشتیبانی انجام ممیزیها توسط شرکتهای آموزش‌دیده و پایش و جمع‌آوری اطلاعات

جدول ۱-۲: اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرم‌افزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدامات
۱	ارتقای استانداردهای موجود مصرف انرژی و برچسپ انرژی سیستم‌های سرمایشی و ساختمان
۲	تدوین استاندارد دمای آسایش در فصول گرم و سرد برای اقلیم‌های متفاوت کشور
۳	تدوین و تهیه استاندارد معماری ساختمان و سیستم‌های سرمایشی بهینه ساختمان و ارائه آن بصورت مقررات ملی ساختمان
۴	تدوین، ارتقاء و به روز رسانی معیارهای مصرف انرژی سرمایشی در اقلیمها و مشترکین مختلف (اطلس سرمایش)
۵	تدوین آئین‌نامه اجرایی بکارگیری و نصب سیستمهای سرمایشی برای ساختمانهای بزرگ
۶	احداث، توسعه و یا ارتقای آزمایشگاه‌های اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع همزمان با ارتقاء استانداردهای برچسب انرژی تجهیزات
۷	احداث آزمایشگاه های Field Testing
۸	طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه تحقیقاتی تهویه مطبوع برای انجام تست‌های آزمایشگاهی و ارائه خدمات به بخش R&D صنایع تهویه مطبوع و برودتی کشور
۹	طراحی و تهیه بانک اطلاعاتی مشخصات فنی و تعداد سیسمتهای سرمایشی تولیدی و وارداتی به کشور به‌همراه ملزومات سخت افزاری و نرم افزاری آن
۱۰	انجام تفاهم‌نامه با گمرکات/ سازمان استاندارد/ وزارت صنایع برای ارسال اطلاعات به وزارت نیرو و جمع‌آوری اطلاعات و تولید گزارشات سالیانه از تعداد/ مشخصات تجهیزات وارداتی و تولیدی / مصرف انرژی/ بار مصرفی ..
۱۱	پایش بازار، نمونه‌برداری و ارسال آنها به آزمایشگاه و گزارش مغایرتهای عملکردی تجهیزات به سازمان استاندارد و مراجع قانونی
۱۲	بازدید از کارخانجات تولیدی و گمرکات کشور جهت اطلاع از مشکلات موجود بر تولید و یا واردات سیستمهای پربازده و ارائه گزارش و پیشنهاد به مراجع مربوطه جهت بازنگری و بهبود قوانین و یا آیین‌نامه‌ها

ردیف	اقدامات
۱۳	انجام مطالعات جامع روش‌های اندازه‌گیری میزان مصرف آب در کولرهای آبی

جدول۱-۱۷: اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری¬های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار میگیرند)

ردیف	اقدامات
۱	انجام مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف‌کنندگان و عرضه-کنندگان سیستم‌های سرمایشی و ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقاء مدیریت بارهای سرمایشی(مشوقها، محدودیتها..)
۲	تهیه و طراحی تبلیغات و نشریات برای ارتقاء دانش مصرف‌کنندگان مختلف برای مدیریت بارهای سرمایشی
۳	انجام تفاهمات و مدیریت تهیه و پخش تبلیغات از طریق رسانه‌ها و مطبوعات
۴	آموزش مدرسان مقررات ملی ساختمان- مبحث مدیریت بارهای سرمایشی
۵	انجام مطالعات سیاست‌های اعطای یارانه برای خرید سیستم‌های سرمایشی پربازده

۱-۱۱- تخصیص منابع

در برنامه‌ریزی عملیاتی تخصیص منابع فرآیند تصمیم‌گیری در مورد چگونگی به‌کارگیری منابع موجود به منظور نیل به مقاصد تعیین‌شده، به ویژه در کوتاه‌مدت مشخص می‌گردد. تخصیص منابع در سطوح مختلف راهبردی از جمله اقدامات، پروژه‌های اجرایی، فعالیت‌ها و سایر سطوح بالاتر قابل تعریف است. همانطور که در بخش قبل عنوان شد یکی از معیارهای مورد توجه در تعیین تعداد سطوحی که اقدامات شکسته می‌شوند، رسیدن به سطحی است که در آن بتوان منابع لازم را برآورد نمود. این برآورد بر دو مبنا صورت می‌پذیرد:

الف) تجربه‌های پیشین

ب) نظر خبرگان

منابعی که در برنامه عملیاتی این سند مورد توجه قرار خواهند گرفت، عبارتند از هزینه، زمان و در صورت لزوم منابعی چون دانش و فناوری. تأمین منابع انسانی با استفاده از هزینه اختصاص یافته توسط مجری فعالیت صورت می‌پذیرد. البته هزینه نیروی انسانی برآورد شده و جزء منابع مالی به مجری تخصیص می‌یابد.

با توجه به محدود بودن زمان، جهت دستیابی به اهداف در زمان مورد نظر، مدت زمان لازم برای انجام هر پروژه، باید به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع اجرایی شدن پروژه‌ها، به درستی مشخص گردد.لازم به ذکر است که در این پروژه تخصیص زمان یک فرآیند تخصیص منابع محدود می‌باشد. به عبارتی کل زمان در دسترس برای تحقق پروژه‌های اجرایی از قبل تعیین شده و هر پروژه باید در مدت زمان خاص خود به اتمام برسد. از طرف دیگر منابع مالی به عنوان منابع نامحدود در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین برای هر پروژه اجرایی هزینه لازم برآورد شده و برای انجام آن پروژه تخصیص داده می‌شود. منابع لازم برای سطوح بالاتر از جمله اقدامات در حالت کلی برابر مجموع هزینه‌های سطوح پایین‌دست می‌باشد.[1]در این بخش زمان و بودجه تخمینی لازم (بر اساس اطلاعات موجود از پروژهی انجام پذیرفته) برای انجام اقدامات غیرفنی و پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی به ترتیب درجداول **Error! Reference source not found.**۴-۱ و ۵-۱ و ۶-۱ ارائه شده است. زمان‌بندی دقیق پروژه‌هامی‌تواند ب ه ترسیم صحیح ره‌نگاشت کمک کند.

جدول ۶-۱: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار میگیرند)

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
۱	انجام مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف‌کنندگان و عرضه-کنندگان سیستمهای سرمایشی و ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقاء مدیریت بارهای سرمایشی(مشوقها، محدودیتها..)	۲۴	۲۰	۰	۲۰	۰	دولتی

[1]- مسأله مهمی که در تخصیص منابع مالی محدود مورد ملاحظه قرار می‌گیرد اولویت‌بندی فعالیت‌ها به‌گونه‌ای است که مشخص باشد منابع اضافی که احیاناً در طول پروژه اختصاص می‌یابند به کدام‌یک از آنها تعلق گرفته و در صورت کاهش منابع کدامیک با کمبود مواجه می‌شوند. این ملاحظه برای پروژه جاری وجود ندارد.

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
۲	تهیه و طراحی تبلیغات و نشریات برای ارتقاء دانش مصرف‌کنندگان مختلف برای مدیریت بارهای سرمایشی	۶۰	۲۵	۰	۲۵	۰	دولتی
۳	انجام تفاهمات و مدیریت تهیه و پخش تبلیغات از طریق رسانه‌ها و مطبوعات	۶۰	۵۰	۰	۵۰	۰	دولتی
۴	آموزش مدرسان مقررات ملی ساختمان- مبحث مدیریت بارهای سرمایشی	۱۲	۲/۵	۰	۲/۵	۰	دولتی
۵	انجام مطالعات سیاست‌های اعطای یارانه برای خرید سیستمهای سرمایشی پربازده	۱۸	۱۰	۰	۰	۱۰	دولتی

جدول۱-۵: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرم¬افزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار میگیرند)

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
۱	ارتقای استانداردهای موجود مصرف انرژی و برچسپ انرژی سیستمهای سرمایشی و ساختمان	۲۴	۲۵	۰	۲۵	۰	دولتی
۲	تدوین استاندارد دمای آسایش در فصول گرم و سرد برای اقلیم‌های متفاوت کشور	۱۵	۱۰	۰	۱۰	۰	دولتی
۳	تدوین و تهیه استاندارد معماری ساختمان و سیستمهای سرمایشی بهینه	۲۴	۱۲	۰	۱۲	۰	دولتی

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
	ساختمان و ارائه آن بصورت مقررات ملی ساختمان						
۴	تدوین، ارتقا و به روزرسانی معیارهای مصرف انرژی سرمایشی در اقلیمها و مشترکین مختلف (اطلس سرمایش)	۲۴	۱۷	۰	۱۷	۰	دولتی
۵	تدوین آئین‌نامه اجرایی بکارگیری و نصب سیستمهای سرمایشی برای ساختمانهای بزرگ	۱۵	۷	۰	۷	۰	دولتی
۶	احداث، توسعه و یا ارتقای آزمایشگاههای اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع همزمان با ارتقاء استانداردهای برچسب انرژی تجهیزات	۶۰	۵۰۰	۴۶۰	۴۰	۰	دولتی
۷	احداث آزمایشگاه‌های Field Testing	۶۰	۲۳۶	۲۱۶	۲۰	۰	دولتی
۸	طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه تحقیقاتی تهویه مطبوع برای انجام تست‌های آزمایشگاهی و ارائه خدمات به بخش R&D صنایع تهویه مطبوع و برودتی کشور	۶۰	۱۴۷	۱۳۵	۱۲	۰	دولتی
۹	طراحی و تهیه بانک اطلاعاتی مشخصات فنی و تعداد سیستمهای سرمایشی تولیدی و وارداتی به کشور به‌همراه ملزومات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری آن	۱۲	۲۵	۰	۲۵	۰	دولتی
۱۰	انجام تفاهم‌نامه با گمرکات/ سازمان استاندارد/ وزارت صنایع برای ارسال اطلاعات به وزارت نیرو و جمع‌آوری اطلاعات و تولید گزارشات سالیانه از تعداد/ مشخصات تجهیزات وارداتی و تولیدی / مصرف انرژی/ بار مصرفی ..	۶۰	۲۰	۰	۲۰	۰	دولتی
۱۱	پایش بازار، نمونه‌برداری و ارسال آنها به آزمایشگاه و گزارش مغایرتهای	۶۰	۲۰	۰	۲۰	۰	دولتی

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
	عملکردی تجهیزات به سازمان استاندارد و مراجع قانونی						
۱۲	بازدید از کارخانجات تولیدی و گمرکات کشور جهت اطلاع از مشکلات موجود بر تولید و یا واردات سیستمهای پربازده و ارائه گزارش و پیشنهاد به مراجع مربوطه جهت بازنگری و بهبود قوانین و یا آیین‌نامه‌ها	۶۰	۲۵	۰	۲۵	۰	دولتی
۱۳	انجام مطالعات جامع روش‌های اندازه-گیری میزان مصرف آب در کولرهای آبی	۱۵	۷	۰	۷	۰	دولتی

جدول ۱-٦: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار میگیرند)

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
۱	انجام مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف‌کنندگان و عرضه-کنندگان سیستمهای سرمایشی و ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقاء مدیریت بارهای سرمایشی(مشوقها، محدودیتها..)	۲۴	۲۰	۰	۲۰	۰	دولتی
۲	تهیه و طراحی تبلیغات و نشریات برای ارتقاء دانش مصرف‌کنندگان مختلف برای مدیریت بارهای سرمایشی	۶۰	۲۵	۰	۲۵	۰	دولتی

ردیف	اقدامات	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)				مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی	
۳	انجام تفاهمات و مدیریت تهیه و پخش تبلیغات از طریق رسانه‌ها و مطبوعات	۶۰	۵۰	۰	۵۰	۰	دولتی
۴	آموزش مدرسان مقررات ملی ساختمان- مبحث مدیریت بارهای سرمایشی	۱۲	۲/۵	۰	۲/۵	۰	دولتی
۵	انجام مطالعات سیاست‌های اعطای یارانه برای خرید سیستمهای سرمایشی پربازده	۱۸	۱۰	۰	۰	۱۰	دولتی

جدول ۱-۷: بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات فنی(پروژه‌ها) در توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی در ساختمان (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی سیستمهای سرمایش نوین قرار می‌گیرند)

ردیف	پروژه	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)			مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	
اقدام ۱: طراحی، توسعه و تجاری سازی سیستم های سرمایشی تهویه مطبوع پر بازده						
۱	بررسی پارامترهای فنی و اقتصادی موثر بر عملکرد کولرهای آبی و ارائه کولر آبی مرجع با در نظر گرفتن تاثیر تجمیعی راهکارها و روش- های توسعه محصول	۲۴	۲۷.۵	۱۶.۵	۱۱	غیر دولتی
۲	تحقیق، توسعه، نمونه‌سازی و تجاری‌سازی کولرهای آبی دو مرحله‌ای	۵۰	۱۳۹	۸۲.۵	۵۶.۵	غیر دولتی

ردیف	پروژه	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)			مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	
۳	تحقیق و توسعه بر روی چیلرها و اسپلیت‌های تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده	۵۰	۲۲۲	۱۳۲	۹۰	غیر دولتی
۴	توسعه و تجاری سازی استفاده از پمپ‌های حرارتی Air Source برای تولید آب گرم و سرمایش به صورت همزمان و نصب چندین نمونه	۳۶	۱۳۸	۸۲	۵۶	غیر دولتی
۵	تحقیق و توسعه بر روی چیلرهای تراکمی تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده	۵۰	۳۳۳	۱۹۸	۱۳۵	غیر دولتی
۶	تحقیق و توسعه روی مبدل‌های حرارتی (Micro Channels) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم‌های تهویه مطبوع	۲۴	۱۴	۸.۵	۵.۵	دولتی
۷	تجاری‌سازی، توسعه و گسترش سیستم‌های ذخیره‌سازی سرما	۴۰	۱۵۵	۱۳۰	۲۵	غیر دولتی
۸	توسعه و تجاری‌سازی چیلرهای جذبی خورشیدی و کلکتورهای لوله‌ای با راندمان بالا	۳۶	۱۴۵	۱۲۰	۲۵	غیر دولتی
۹	طراحی و توسعه مبدل‌های حرارتی Heat Pipe برای بازیاب انرژی سرمایشی در هواسازها	۲۰	۱۴.۵	۱۲	۱۲.۵	غیر دولتی
۱۰	توسعه و طراحی سیستم های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی و نصب چندین نمونه	۵۰	۱۴۵	۱۲۰	۲۵	غیر دولتی
۱۱	توسعه و تجاری سازی سیستم های CHP و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش	۵۰	۲۹۰	۲۴۰	۵۰	غیر دولتی

ردیف	پروژه	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)			مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	
۱۲	طراحی و توسعه سیستم های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی	۳۶	۲۲۰	۱۲۰	۱۰۰	غیر دولتی
۱۳	طراحی و توسعه فناوریهای جداسازی بارهای سرمایشی محسوس و نهان سیستم‌های تهویه مطبوع	۲۴	۵۵	۳۰	۲۵	غیر دولتی
۱۴	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی سیستم‌های سرمایشی زمین‌گرمایی	توضیحات در شناسنامه پروژه آورده شده است.				
۱۵	بررسی جامع روش‌های خنک‌سازی مراکز داده‌ها و تدوین دستورالعمل به کارگیری این سیستم	۱۸	۲/۳۴	۰	۲/۳۴	غیر دولتی
۱۶	تحقیق و بررسی و ارائه الگوی عملیاتی جایگزینی کولرهای گازی موجود با کولر گازی اینورتردار	۲۴	۱۰	۰	۱۰	دولتی
۱۷	تحقیق و بررسی و تهیه دستورالعمل جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند R-22 با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست و تغییرات فنی مورد نیاز	۲۴	۱۰	۰	۱۰	دولتی
۱۸	تحقیق، طراحی و ساخت یک نمونه اینورتر کولر گازی و تجاری سازی آن	۲۴	۳۵	۲۵	۱۰	دولتی
۱۹	طراحی و ساخت شیر انبساط الکترونیکی و تجاری سازی آن	۲۴	۲۰	۱۰	۱۰	دولتی
اقدام ۲: طراحی، توسعه و تجاری سازی سیستم های کنترلی تهویه مطبوع						
۲۰	تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی و همچنین کاهش قیمت سیستم‌های مدیریت انرژی کولر آبی	۱۲	۱۳.۵	۸	۵.۵	غیر دولتی

ردیف	پروژه	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)			مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	
۲۱	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی BMS یکپارچه سیستم‌های سرمایشی	۳۶	۲۶.۵	۱۵.۵	۱۱	غیر دولتی
۲۲	طراحی و توسعه سیستم‌های دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم‌های سرمایشی ساختمان‌های بزرگ برای کاهش بار در فصل گرم	۱۵	۴۰	۱۵	۲۵	غیر دولتی
۲۳	طراحی و ساخت و تجاری‌سازی ترموستاتهای یادگیرنده	۲۴	۲۹	۲۴	۵	غیر دولتی
۲۴	تهیه پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود به منظور ارتقاء عملکرد	۲۴	۱۰	۰	۱۰	دولتی
۲۵	بکارگیری hvac iot برای کنترل بارهای پیک تابستان	۲۴	۲۰	۱۰	۱۰	دولتی
اقدام ۳:تهیه دستورالعمل‌ها و نرم‌افزارهای مرتبط با سیستم‌های سرمایشی تهویه مطبوع						
۲۶	طراحی و تهیه دستورالعمل‌های بکارگیری سیستم‌های سرمایشی خصوصا برای سیستم‌های پیچیده نظیر پمپ های گرمایی زمین‌گرمایی/ ذخیره‌ساز سرما و ..	24	۱۰	۰	۱۰	دولتی
۲۷	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک	18	5	۰	5	دولتی
۲۸	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از ذخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه	18	5	۰	5	دولتی

ردیف	پروژه	مدت زمان(ماه)	بودجه (میلیارد ریال)			مجری
			کل	مواد اولیه و تجهیزات	نیروی انسانی	
۲۹	بررسی محدوده عملکرد چیلر تراکمی با استفاده از کندانسور تبخیری از طریق شبیه سازی عملکرد آن	24	8	۰	8	دولتی
۳۰	انجام مطالعات امکان‌سنجی تولید و به کارگیری الکتروموتورهای پر بازده در تجهیزات تهویه مطبوع	18	5	۰	5	دولتی
اقدام ٤: طرح پشتیبانی و عملیاتی نمودن شرکت خدمات انرژی در حوزه تخصصی سیستم سرمایشی						
۳۱	برنامه‌ریزی و طراحی کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی	۱۲	۷.۵	۰	۷.۵	دولتی
۳۲	استقرار کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی در مراکز استانهای مستعد	۲۴	۷۷.۵	۱۵	۶۲.۵	دولتی
۳۳	تهیه چک‌لیستها و پشتیبانی انجام ممیزیها توسط شرکتهای آموزش‌دیده و پایش و جمع-آوری اطلاعات	۱۲۰	۹۰	۰	۹۰	دولتی

۱-۱۲- تقسیم کار ملی (نگاشت‌نهادی مطلوب)

پس از تعیین پروژه‌های اجرایی و محاسبه زمان لازم برای اجرایی شدن هر پروژه، در این بخش با یک نگاشت نهادی مطلوب، مجریان پروژه‌های اجرایی برای توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان شناسایی خواهند شد. جهت شناسایی مجریان انجام هر پروژه، ابتدا باید کلیه بازیگران حوزه مدیریت بارهای سرمایشی شناسایی شوند، لازمه انجام این ترسیم نگاشت نهادی محیط داخلی و بیرونی و تحلیل وضع موجود است، که با استفاده از آن‌ها وضع مطلوب نهادی ترسیم می‌گردد. در ادامه ابتدا توضیح مختصری در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای آن بیان شده، سپس نگاشت نهادی های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ترسیم شده است. در انتها با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده متولیان پروژه‌های اجرایی مشخص می‌شوند.

۱-۱۲-۱- نگاشت نهادی[1]

تعدد سازمان‌ها و نهادهای خصوصی و دولتی که هر یک به نوعی در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی نقش‌آفرینی می‌کنند از یک سو و تنوع نقش‌هایی که باید در توسعه این سیستم‌ها ایفا شود از سوی دیگر سبب اهمیت یافتن نیاز به بررسی و تحلیل دقیق توسعه این سیستم‌ها از منظر نهادی(ساختاری) می‌شود. برای تحلیل وضعیت ساختاری می‌توان از روش‌های مختلفی نظیر نگاشت‌نهادی استفاده کرد. به کمک نگاشت نهادی به خوبی می‌توان وضعیت بازیگران مختلف موجود در یک صنعت و وضعیت ایفای نقش آن‌ها را بررسی و تحلیل نمود. نگاشت نهادی، ماتریسی است که در یک بعد سازمان‌ها و نهادهای درگیر در این حوزه و در بعد دیگر انواع نقش‌هایی که این سازمان‌ها به عهده می‌گیرند را نمایش می‌دهد. در واقع تکمیل نگاشت نهادی به این معناست که هر یک از این سازمان‌ها و نهادها چگونه در این حوزه نقش‌آفرینی می‌کنند. بنابراین با تحلیل نگاشت نهادی موارد زیر را می‌توان دریافت :

- آیا نقشی وجود دارد که متولی نداشته باشد؟
- در یک نقش مشخص چه سازمان‌ها یا نهادهایی فعالیت دارند؟ تعدد سازمان‌ها و نهادها چگونه است؟در صورت کثرت نهادها آیا نیازی به مدیریت یکپارچه نهادهای فعال وجود دارد؟
- میزان درگیر بودن نهادهای مرتبط و غیرمرتبط در نقش چگونه است؟آیا نقشی وجود دارد که هیچ نهاد مرتبطی در آن فعالیت ندارد؟
- آیا در نقش مورد نظر، نیاز به وجود نهادی متمرکز احساس می‌شود؟
- آیا نهادهای غیردولتی در نقش مورد نظر می‌توانند جایگزین نهادهای دولتی شوند؟

نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم نوآوری است. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای است از مؤسسات مجزا که به طور مشترک یا انفرادی به توسعه و انتشار فناوری‌های جدید کمک می‌کنند. این مؤسسات چهارچوبی فراهم می‌کنند که دولت‌ها بتوانند در آن چهارچوب، سیاست‌هایی جهت تأثیرگذاری بر فرآیند نوآوری را شکل داده و اجرا نمایند.

[1]- *Institutional mapping*

در یک سطح عمومی کارکرد اصلی یا کلی نظام‌های نوآوری، تعقیب و انجام فرآیندهای نوآوری یا به عبارت دیگر «خلق، اشاعه و بهره‌برداری» از نوآوری‌ها است. بنابراین کارکرد اصلی هر نظام نوآوری تولید، اشاعه و به‌کارگیری دانش و نوآوری می‌باشد. از نظر ادکویست، عواملی که بر خلق، اشاعه و بهره‌برداری از نوآوری‌ها تأثیرگذار باشند، فعالیت محسوب می‌شوند[۱]. به عنوان مثال تحقیق و توسعه(به عنوان ابزاری برای تولید دانش)، یکی از فعالیت‌های نظام نوآوری است. تأمین منابع مالی به منظور تجاری‌سازی دانش نیز یک فعالیت است.

نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل نمود. در این روش سعی می‌شود تا میزان و کیفیت روابط موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در نظام ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و همچنین بنگاه‌های خصوصی در فرایند نوآوری به دست می‌آید.

۲-۱۲-۱- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی

کارکردهای اصلی یک نظام ملی نوآوری به چهار دسته اصلی سیاست‌گذاری ، تنظیم‌گری ، تسهیل‌گری و ارائه خدمات تقسیم می‌شود. در فرآیند توسعه صنعتی، یکی از پرسش‌های اساسی این است که کدام مجموعه از تصمیمات سیاست‌گذاری و نهادسازی و نیز اقدامات اجرایی در سطح کلان ملی و در سطح صنعت، به عنوان زمینه‌ساز موفقیت توسعه صنعتی باید مورد توجه قرار گیرد؟ نکته مهم در پاسخ به این سؤال‌آن است که این مجموعه اقدامات، به خودی خود شکل نمی‌گیرد، بلکه نیازمند نقش مؤثر دولت است. بنابراین تبیین جایگاه و حوزه وظایف دولت در فرآیند توسعه صنعتی به صورت یکی از مباحث جدال‌انگیز ادبیات جدید توسعه درآمده است. در ادامه به تبیین هر یک از نقش‌های چهارگانه پرداخته می‌شود.

۱-۶-۲-۱- سیاست‌گذاری

سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌های پیگیری شده توسط دولت، کسب‌وکارها و غیره را تعیین می‌کند. سیاست‌گذاری به صورت فرآیندی تعریف شده است که به واسطه آن دولت به منظور ارائه پیامد (تغییرات مطلوب

در دنیای واقعی)، چشم‌انداز سیاسی خود را به برنامه و عمل تبدیل می‌کند. لذا سیاست‌گذاری، کارکرد اصلی هر دولت می‌باشد. در واقع، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی مانند سیاست‌های غیرمداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی به خود بگیرد.

۱-۶-۲-۲- تنظیم‌گری

تنظیم، مجموعه گوناگونی از ابزارهاست که به واسطه آن دولت نیازمندی‌های شرکت‌ها و مردم را تنظیم می‌کند. کارکردهای تنظیم‌کننده بنا به دلایل گوناگونی به وجود آمده‌اند از جمله:

- تعیین حقوق و مسئولیت‌های هر یک از موجودیت‌های جامعه به منظور تحقق اهداف توسعه پایدار
- تنظیم استانداردهای صنعتی
- تعیین و جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

در مجموع سه عامل اصلی بر شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری تأثیر دارند:

۱- اهداف و منابع تنظیم‌گری
۲- ساختار نهادی محیط تنظیم‌گری
۳- شرایط مختلف صنعت در محیط تنظیم‌گری

اهداف مختلف تنظیم‌گری آثار مستقیم مختلفی بر نوع تنظیم‌گری استفاده شده به جای می‌گذارند. اگر اهداف خاص در تنظیم‌گری مد نظر باشد، شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری نیز تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. منابع محدود نیز می‌تواند بر ماهیت و طبیعت تنظیم‌گری اثرگذار باشد، این مسئله می‌تواند به واکنشی شدن سیاست‌های تنظیم‌گری منجر شود.

ساختار نهادی و تشکیلاتی کشورها نیز بر قابلیت‌ها و توانایی‌های سازمان‌های تنظیم‌گر مؤثر است. در صورتی که محدودیت‌های اعمال شده از سوی حکومت بر نهاد تنظیم‌گر زیاد شود، توانایی‌های این نهاد برای اعمال جرائم و پاداش‌ها نیز کاهش می‌یابد. در شرایطی که فناوری‌های موجود در بازار، رقابت را میان عرضه‌کنندگان افزایش

دهد، توانایی‌های تنظیم‌گران نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این حالت‌ها تقاضاکنندگان در بازار نیز از قدرت خرید بالایی برخوردار هستند و عملاً سیاست‌های دستور و کنترل نمی‌تواند کارایی لازم را داشته باشد.

۱-٦-۲-۳- تسهیل‌گری

تسهیل‌کنندگان در واقع سازمان‌های محلی یا بین‌المللی هستند که معمولاً توسط دولت سرمایه‌گذاری می‌شوند و هدف آن توسعه و بهبود بازار خدمات می‌باشد. یک تسهیل‌کننده، تأمین‌کنندگان خدمات را از طریق ایجاد محصولات خدماتی جدید، ارتقاء تجارب مفید و ایجاد ظرفیت حمایت می‌کند. به علاوه، تسهیل‌کننده می‌تواند بر طرف تقاضا از طریق آموزش صنایع کوچک درباره مزایای خدمات یا فراهم کردن محرک‌هایی برای امتحان آن‌ها نیز متمرکز شود. کارکردهای دیگر یک تسهیل‌کننده شامل ارزیابی خارجی تأثیرتأمین‌کنندگان خدمات، تضمین خدمات و حمایت برای محیط سیاسی بهتر می‌باشد. عمل تسهیل، کارکردی است که به طور معمول توسط سازمان‌های توسعه‌گرا انجام شده و می‌تواند شامل سازمان‌های غیردولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد.در مجموع نقش تسهیل‌گری دارای زیرنقش‌های زیر می‌باشد:

- تسهیل‌گری در بعد فناوری
- تسهیل‌گری منابع دانشی
- تسهیل‌گری منابع مالی
- تسهیل‌گری ظرفیت‌سازی و ترویج
- تسهیل‌گری توسعه ارتباطات

۱-٦-۲-٤- ارائه‌دهنده کالا و خدمات

ارائه‌دهندگان شامل دو گروه ارائه‌دهندگان خدمات آموزشی- پرورشی و ارائه‌دهندگان خدمات صنعتی می‌شود.

- ارائه‌کننده خدمات آمورشی و پژوهشی: این دسته از تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند، که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی فعالیت می‌کنند.

- ارائه‌کننده خدمات صنعتی: این گروه شامل شرکت‌هایی هستند که در زمینه تولید یا تأمین تجهیزات مورد نیاز توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان فعالیت می‌کنند.
- این شرکت‌ها ممکن است سازنده تمام قطعات نبوده و ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ ادوات را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به تولیدکنندگان بارهای سرمایشی باشند.

۳-۱۲-۱- طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

با توجه به موارد ارائه شده در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای اصلی آن، در این بخش به طراحی نگاشت توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان پرداخته شده است.به منظور طراحی نگاشت نهادی مطلوب باید سه مرحله اصلی انجام شود، که این مراحل به ترتیب اجرا عبارتند از: شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با حوزه تدوین سند، شناسایی روابط میان بنگاهی بین نهادها و سازمان‌های موجود و تهیه ماتریس نهاد کارکرد برای وضع موجود. در ادامه مراحل ذکر شده در رابطه با توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان انجام شده است.

۱-٦-۳-۱- شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

نهادهای اصلی مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان از طریق دیتابیس سندیکای صنعت برق (وزارت نیرو–توانیر)، وزارت صنعت، معدن و تجارت (از طریق آقای مهندس سلیمان)، دیتابیس لوازم خانگی سازمان ساتبا، بررسی مطالعات مشابه(شناسایی مراکز دولتی)، جستجوی اینترنتی شناسایی شدند و سپس با مطالعه ساختار سازمانی هر یک از سازمان‌ها و مطالعه شرح وظایف و اهداف در نظر گرفته شده برای سازمان‌ها و نهادهای تابعه و وابسته هر یک از آن‌ها نهادهای مختلف فعال در زمینه کارکردهای نظام نوآوری مورد شناسایی قرار گرفت. بر اساس مطالعات صورت گرفته، کنشگران شناسایی شده در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی شامل موارد زیر می‌باشد که در پیوست توضیحی از وظایف هر کدام آورده شده است.

۱- مجمع تشخیص مصلحت نظام

۲- مجلس شورای اسلامی

۳- وزارت نیرو

٤- شورای عالی علوم، تحقیقات و فنآوری

٥- شورای عالی انقلاب فرهنگی

٦- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۷- وزارت صنعت، معدن و تجارت

۸- وزارت امور اقتصادی و دارایی

۹- وزارت مسکن و شهرسازی

۱۰- سازمان گمرک کشور

۱۱- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

۱۲- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

۱۳- سازمان مدیریت و برنامه ریزی

۱٤- شرکت توانیر

۱٥- سازمان بهره وری انرژی ایران (ساتبا)

۱٦- سازمان ملی بهره وری ایران

۱۷- سازمان نظام مهندسی

۱۸- ستاد مبارزه با قاچاق کالا و ارز

۱۹- سازمان ملی استاندارد ایران

۲۰- سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

۲۱- پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)

۲۲- پژوهشگاه مواد و انرژی

۲۳- مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی

۲٤- پژوهشکده علوم و فناوری انرژی(دانشگاه صنعتی شریف)

۲۵- دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی

۲۶- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

۲۷- صندوق توسعه فناوری‌های نوین

۲۸- صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو

۲۹- دفتر مهندسی مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری

۳۰- شرکت‌های تأمین‌کننده مواد و تجهیزات آزمایشگاهی

۱-۶-۳-۲- شناخت روابط میان بنگاهی بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

در این بخش، تلاش شده است تا ضمن شناسایی و بررسی تعاملات موجود میان نهادهای مختلف و توجه به کارکرد اصلی آن‌ها در نظام توسعه این فناوری، نقاط ضعف، کاستی‌ها و گسستگی‌ها در این زمینه مشخص شود. کارکردهایی که با توجه به نظام نوآوری در نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان به‌کاربرده شده است شامل: سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، ارائه‌دهنده کالا و خدمات (آموزشی، پژوهشی و صنعتی) می‌باشد.

۱-۶-۳-۳- تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل می‌توان ماتریس نهاد-کارکرد را در حوزه توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان تهیه کرد. همان‌گونه که از نام این ماتریس مشخص است دو عامل، نهادهای مختلف و کارکردهای شناسایی شده بر اساس ادبیات نظام نوآوری در کنار هم آمده‌اند.تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان در جدول ۱-۸ ارائه شده است.

جدول ۱-۸: نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

کارکرد / نهاد	سیاست‌گذاری	تنظیم‌گری	تسهیل‌گری	ارائه‌دهنده کالا و خدمات		
				آموزشی	پژوهشی	صنعتی
مجمع تشخیص مصلحت نظام	❋					
مجلس شورای اسلامی	❋					
وزارت نیرو	❋					
شورای عالی علوم، تحقیقات و فنآوری	❋					
شورای عالی انقلاب فرهنگی	❋					
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	❋					
وزارت صنعت، معدن و تجارت	❋					
وزارت امور اقتصادی و دارایی	❋					
وزارت مسکن و شهر سازی	❋					
سازمان گمرک کشور		❋				
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور			❋			
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری			❋			
سازمان مدیریت و برنامه ریزی	❋					
شرکت توانیر	❋					
ساتبا			❋			
سازمان ملی بهره وری ایران			❋			
سازمان نظام مهندسی		❋				
ستاد مبارزه با قاچاق کالا و ارز		❋				
سازمان ملی استاندارد ایران		❋				
سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران					❋	

کارکرد / نهاد	سیاست‌گذاری	تنظیم‌گری	تسهیل‌گری	ارائه‌دهنده کالا و خدمات		
				آموزشی	پژوهشی	صنعتی
پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)					*	
پژوهشگاه مواد و انرژی					*	
مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی					*	
پژوهشکده علوم و فناوری انرژی(دانشگاه صنعتی شریف)					*	
دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی				*	*	
صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور			*			
صندوق توسعه فناوریهای نوین			*			
صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو			*			
دفتر مهندسی مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری			*			
شرکت‌های تأمین‌کننده مواد و تجهیزات آزمایشگاهی						*

۴-۱۲-۱- تحلیل نگاشت نهادی

در این نگاشت ابتدا بازیگران و ذینفعان اصلی تأثیرگذار در زمینه توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان شناخته شده است و در ادامه کارکردهای اصلی هر کدام از این ذینفعان در توسعه این فناوری با توجه به چهار کارکرد اصلی ذکر شده مشخص شده است. در نگاشت نهادی،۳۰ گروه تأثیرگذار اصلی شناسایی شده است که در ابتدا اهداف و وظایف هر یک بررسی شده است و سپس نگاشت نهادی کلی توسعه‌این فناوری بر اساس این وظایف و اهداف در جدول ۱-۹ بیان شد. در این جدول نقشی که هر بازیگر در توسعه این فناوری متولی آن است، مشخص شده است.

با توجه به نگاشت ترسیم شده، هر چند نهادها و سازمان‌های مختلفی با کارکردهای مختلف سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه کالا و خدمات در حوزه توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان فعال هستند ولی نارسایی‌ها و خلأهایی نیز در این نگاشت نهادی وجود دارد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌گردد.

یکی از ضعف‌های نگاشت نهادی وضع موجود، عدم وجود یک نهاد متمرکز در حوزه بارهای سرمایشی می‌باشد. ایجاد یک نهاد با عنوان مرکز ملی مدیریت بارهای سرمایشی، که علاوه بر مشارکت با نهادهای سیاست‌گذار، دارای نقش تنظیم‌گری و تسهیل‌گری نیز باشد، می‌تواند به توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان کمک کند. این نهاد می‌تواند نقش تنظیم‌گر و تسهیل‌گر را ایفا کند.

۱-۱۳- تخصیص متولیان اقدامات

با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده، می‌توان مجریان هر یک از اقدامات را شناسایی کرد. در این راستا و به منظور شناخت مجریان بالقوه، با در نظر گرفتن میزان همسویی اقدام با مأموریت مجری، توان علمی و فنی، توان انسانی و مدیریتی و... مجریان فعال هر اقدام مشخص خواهد شد. در ادامه با توجه به موارد اشاره شده متولیان شناسایی شده برای اقدامات غیرفنی و فنی در جداول ۱-۹ و ۱-۱۰ آورده شده است.

جدول۱-۱۱: متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدامات	متولی
۱	انجام مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف کنندگان و عرضه کنندگان سیستمهای سرمایشی و ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقا مدیریت بارهای سرمایشی(مشوقها، محدودیتها..)	– پژوهشگاه نیرو/ دانشگاهها
۲	تهیه و طراحی تبلیغات و نشریات برای ارتقا دانش مصرف کنندگان مختلف برای مدیریت بارهای سرمایشی	– پژوهشگاه نیرو/ توانیر/ساتبا

ردیف	اقدامات	متولی
۳	انجام تفاهمات و مدیریت تهیه و پخش تبلیغات از طریق رسانه ها و مطبوعات	– توانیر/ساتبا
۴	آموزش مدرسان مقررات ملی ساختمان– مبحث مدیریت بارهای سرمایشی	– پژوهشگاه نیرو
۵	انجام مطالعات سیاست های اعطای یارانه برای خرید سیستمهای سرمایشی پربازده	– پژوهشگاه نیرو/ توانیر/ساتبا

جدول ۱-۱۰: متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرم‌افزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدامات	متولی
۱	ارتقای استانداردهای موجود مصرف انرژی و برچسپ انرژی سیستمهای سرمایشی و ساختمان	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها
۲	تدوین استاندارد دمای آسایش در فصول گرم و سرد برای اقلیم های متفاوت کشور	دانشگاه‌ها
۳	تدوین و تهیه استاندارد معماری ساختمان و سیستمهای سرمایشی بهینه ساختمان و ارائه آن بصورت مقررات ملی ساختمان	پژوهشگاه نیرو/ دانشکده‌های معماری/ با همکاری سازمان نظام مهندسی و نظارت وزارت مسکن
۴	تدوین، ارتقا و به روز رسانی معیارهای مصرف انرژی سرمایشی در اقلیمها و مشترکین مختلف (اطلس سرمایش)	پژوهشگاه نیرو
۵	تدوین آئین نامه اجرایی بکارگیری و نصب سیستمهای سرمایشی برای ساختمانهای بزرگ	پژوهشگاه نیرو با نظارت سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
۶	احداث، توسعه و یا ارتقای آزمایشگاههای اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع همزمان با ارتقا استانداردهای برچسب انرژی تجهیزات	– پژوهشگاه نیرو/ ساتبا با نظارت سازمان ملی استاندارد
۷	احداث آزمایشگاه های Field Testing	– پژوهشگاه نیرو
۸	طراحی و راه اندازی آزمایشگاه تحقیقاتی تهویه مطبوع برای انجام تست آزمایشگاهی و ارائه خدمات به بخش R&D صنایع تهویه مطبوع کشور	– پژوهشگاه نیرو
۹	طراحی و تهیه بانک اطلاعاتی مشخصات فنی و تعداد سیسمتهای سرمایشی تولیدی و و ارداتی به کشور بهمراه ملزومات سخت افزاری و نرم افزاری آن	– پژوهشگاه نیرو

ردیف	اقدامات	متولی
۱۰	انجام تفاهم نامه با گمرکات/ سازمان استاندارد/ وزارت صنایع برای ارسال اطلاعات به وزارت نیرو و جمع آوری اطلاعات و تولید گزارشات سالیانه از تعداد/ مشخصات تجهیزات وارداتی و تولیدی / مصرف انرژی/ بار مصرفی ..	– توانیر/ ساتبا/ پژوهشگاه نیرو
۱۱	پایش بازار، نمونه برداری و ارسال آنها به آزمایشگاه و گزارش مغایرتهای عملکردی تجهیزات به سازمان استاندارد و مراجع قانونی	– ساتبا
۱۲	بازدید از کارخانجات تولیدی و گمرکات کشور جهت اطلاع از مشکلات موجود بر تولید و یا واردات سیستمهای پربازده و ارائه گزارش و پیشنهاد به مراجع مربوطه جهت بازنگری و بهبود قوانین و یا آیین نامه ها	– ساتبا/ توانیر/سازمان استاندارد
۱۳	انجام مطالعات جامع روش‌های اندازه‌گیری میزان مصرف آب در کولرهای آبی	پژوهشگاه نیرو

جدول۱-۱۱: متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدامات	متولی
۱	انجام مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف کنندگان و عرضه کنندگان سیستمهای سرمایشی و ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقا مدیریت بارهای سرمایشی(مشوقها، محدودیتها..)	– پژوهشگاه نیرو/ دانشگاهها
۲	تهیه و طراحی تبلیغات و نشریات برای ارتقا دانش مصرف کنندگان مختلف برای مدیریت بارهای سرمایشی	– پژوهشگاه نیرو/ توانیر/ساتبا
۳	انجام تفاهمات و مدیریت تهیه و پخش تبلیغات از طریق رسانه ها و مطبوعات	– توانیر/ساتبا
۴	آموزش مدرسان مقررات ملی ساختمان– مبحث مدیریت بارهای سرمایشی	– پژوهشگاه نیرو
۵	انجام مطالعات سیاست های اعطای یارانه برای خرید سیستمهای سرمایشی پربازده	– پژوهشگاه نیرو/ توانیر/ساتبا

جدول۱-۱۲: متولیان پروژه‌های فنی توسعه فناوریهای مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی سیستمهای سرمایش نوین قرار می‌گیرند)

ردیف	پروژه	متولی
۱	بررسی پارامترهای فنی و اقتصادی موثر بر عملکرد کولرهای آبی و ارائه کولر آبی مرجع با در نظر گرفتن تاثیر تجمیعی راهکارها و روش‌های توسعه محصول	بخش R&Dشرکتهای سازنده/ دانشگاهها
۲	تحقیق، توسعه، نمونه‌سازی و تجاری‌سازی کولرهای آبی دو مرحله‌ای	پژوهشگاه نیرو/ دانشگاهها/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۳	تحقیق و توسعه بر روی چیلرها و اسپلیت‌های تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده	بخش R&Dشرکتهای سازنده/ دانشگاهها/ پژوهشگاه نیرو
۴	توسعه و تجاری سازی استفاده از پمپ‌های حرارتی Air Source برای تولید آب گرم و سرمایش به صورت همزمان و نصب چندین نمونه	پژوهشگاه نیرو/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۵	تحقیق و توسعه بر روی چیلرهای تراکمی تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده	بخش R&Dشرکتهای سازنده/ دانشگاهها/ پژوهشگاه نیرو
۶	تحقیق و توسعه روی مبدل‌های حرارتی (Micro Channels) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم‌های تهویه مطبوع	دانشگاه ها/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۷	تجاری‌سازی، توسعه و گسترش سیستم‌های ذخیره‌سازی سرما	پژوهشگاه نیرو/ ساتبا/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۸	توسعه و تجاری‌سازی چیلرهای جذبی خورشیدی و کلکتورهای لوله‌ای با راندمان بالا	پژوهشگاه نیرو/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۹	طراحی و توسعه مبدل‌های حرارتی Heat Pipe برای بازیاب انرژی سرمایشی در هواسازها	پژوهشگاه نیرو/ دانشگاهها/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۱۰	توسعه و طراحی سیستم های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی و نصب چندین نمونه	پژوهشگاه نیرو
۱۱	توسعه و تجاری سازی سیستم های CHP و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش	دانشگاهها/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۱۲	طراحی و توسعه سیستم های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی	دانشگاهها/ بخش R&Dشرکتهای سازنده

ردیف	پروژه	متولی
۱۳	طراحی و توسعه فناوریهای جداسازی بارهای سرمایشی محسوس و نهان سیستم‌های تهویه مطبوع	دانشگاهها/ بخش R&Dشرکتهای سازنده
۱۴	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی سیستم‌های سرمایشی زمین- گرمایی	توانیر/ ساتبا/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۱۵	بررسی جامع روش‌های خنک‌سازی مراکز داده‌ها و تدوین دستورالعمل به کارگیری این سیستم	توانیر/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۱۶	تحقیق و بررسی و ارائه الگوی عملیاتی جایگزینی کولرهای گازی موجود با کولر گازی اینورتردار	توانیر/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۱۷	تحقیق و بررسی و تهیه دستورالعمل جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند R-22 با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست و تغییرات فنی مورد نیاز	توانیر/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۱۸	تحقیق، طراحی و ساخت یک نمونه اینورتر کولر گازی و تجاری سازی آن	توانیر/ ساتبا/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۱۹	طراحی و ساخت شیر انبساط الکترونیکی و تجاری سازی آن	توانیر/ ساتبا/ پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۲۰	تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی و همچنین کاهش قیمت سیستم‌های مدیریت انرژی کولر آبی	بخش R&Dشرکتهای خصوصی
۲۱	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی BMS یکپارچه سیستم‌های سرمایشی	پژوهشگاه نیرو
۲۲	طراحی و توسعه سیستم‌های دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم‌های سرمایشی ساختمان‌های بزرگ برای کاهش بار در فصل گرم	دانشگاه ها/ پژوهشگاه نیرو/ توانیر
۲۳	طراحی و ساخت و تجاری‌سازی ترموستاتهای یادگیرنده	پژوهشگاه نیرو/دانشگاهها
۲۴	تهیه پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود به منظور ارتقاء عملکرد	توانیر/پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۲۵	بکارگیری hvac iot برای کنترل بارهای پیک تابستان	توانیر/پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۲۶	طراحی و تهیه دستورالعمل‌های بکارگیری سیستم‌های سرمایشی خصوصا برای سیستم‌های پیچیده نظیر پمپ های گرمایی زمین‌گرمایی/ ذخیره‌ساز سرما و ..	پژوهشگاه نیرو/ مهندسین مشاور/ دانشگاهها

ردیف	پروژه	متولی
۲۷	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک	پژوهشگاه نیرو
۲۸	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از ذخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه	پژوهشگاه نیرو
۲۹	بررسی محدوده عملکرد چیلر تراکمی با استفاده از کندانسور تبخیری از طریق شبیه سازی عملکرد آن	پژوهشگاه نیرو
۳۰	انجام مطالعات امکان‌سنجی تولید و به کارگیری الکتروموتورهای پر بازده در تجهیزات تهویه مطبوع	توانیر/پژوهشگاه نیرو/ بخش R&D شرکتهای سازنده
۳۱	برنامه‌ریزی و طراحی کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی	توانیر/ ساتبا/ پژوهشگاه نیرو
۳۲	استقرار کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی در مراکز استانهای مستعد	– توانیر/ ساتبا/ پژوهشگاه نیرو
۳۳	تهیه چک‌لیستها و پشتیبانی انجام ممیزیها توسط شرکتهای آموزش‌دیده و پایش و جمع‌آوری اطلاعات	– پژوهشگاه نیرو/ توانیر/ساتبا

۱-۱٤- ترسیم ره‌نگاشت

آخرین گام در فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی تدوین ره‌نگاشت است. ره‌نگاشت نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی می‌باشد. نمایش کلیه سطوح راهبردی از چشم‌انداز تا فعالیت‌ها، تقدم و تأخر حاکم در سطوح مختلف به ویژه در سطح اقدامات، زمان‌بندی تحقق هر سطح به همراه منابع اختصاص یافته و در نهایت معرفی متولیان هر یک از سطوح اجزای تشکیل‌دهنده ره‌نگاشت هستند.

همان‌گونه که در ابتدای این مرحله عنوان شد تجربه انجام پروژه‌های تدوین برنامه استراتژیک در سازمان‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از این استراتژی‌ها یا هیچ‌گاه پیاده نشده‌اند و یا در مسیر پیاده‌سازی با موانع زیادی روبرو شده‌اند. در بررسی علل این موضوع دو دلیل عمده قابل تأمل است، اول اینکه سازمان‌ها معمولاً با قابلیت‌های مدیریتی اداره می‌شوند حال آنکه پیاده‌سازی استراتژی در کنار توانمندی‌های مدیریتی نیازمند برنامه می‌باشد. دلیل دوم این امر،وجود شکافی است که بین لایه استراتژیک و لایه عملیاتی سازمان‌ها وجود دارد. آنچنان‌که در بسیاری از موارد، درحالی‌که استراتژی‌های ارزشمندی بر روی کاغذ آمده‌اند، تصمیمات و برنامه‌های اجرایی بدون توجه به استراتژی‌ها و سیاست‌ها به اجرا گذاشته می‌شوند. هرچند این دو عامل تا اندازه زیادی با هم مرتبط است ولی فقدان

یک سازوکار مناسب برای تبدیل استراتژی به برنامه و اهداف عملیاتی و روزمره نیز یک علت اصلی در ایجاد این شرایط به شمار می‌آید. بنابراین مرحله پایانی (و یا یکی از مراحل پایانی) در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک، تدوین برنامه عملیاتی است که یکی از مهم‌ترین دستاوردها در این مرحله، تهیه نقشه‌راه است که نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی اصلی فرآیند برنامه‌ریزی است. هرچند باید تاکید کرد که هیچ‌گاه ره‌نگاشت نمی‌تواند جای راهبر را بگیرد و کلید به‌کارگیری این الگو در پیاده‌سازی استراتژی قابلیت‌های هنرمندانه راهبری است. آنچنانکه استفاده از تکنیک‌ها و متدولوژی‌های تدوین و پیاده‌سازی استراتژی در فقدان قابلیت‌هـــای راهبری نمی‌تواند به تحول سازمانی منجر شود.

نظر به اهمیت تهیه ره‌نگاشت در فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی، در ادامه به ارائه تعاریف دقیق‌تری از ره‌نگاشت پرداخته و مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد توجه در تهیه ره‌نگاشت بیان می‌شوند.

تعاریف: در تلاش برای توصیف هر چه دقیق‌تر و کاربردی‌تر مفهوم ره‌نگاشت، تعاریف متعددی ارائه شده است. در تعریفی نسبتاً تفصیلی، ره‌نگاشت ابزار مناسبی جهت ایجاد ارتباط بین فعالیت‌های استراتژیک و طرح‌های کسب‌وکار سازمان محسوب می‌شود. همچنین تعاریف ذیل در تفسیر مفهوم ره‌نگاشت ارائه شده است:

الف) ره‌نگاشت ابزاری است برای ارتباط بین چشم‌انداز، ارزش‌ها و اهداف با اقدامات استراتژیکی که برای تحقق اهداف مورد نیاز است.

ب) ره‌نگاشت جدولی زمانی است که بخش‌های مختلف یک برنامه کاری را تعریف نموده و درعین‌حال سررسیدهای[1] موجود در مسیر را نیز شامل می‌شود.

ج) ره‌نگاشت برنامه‌ای است برای شناسایی مسیر آینده که آنچه باید در آینده توسعه یابد را در بستر زمان نشان می‌دهد.

د) ره‌نگاشت آنچه را که باید در بین زمان‌های سررسید از زمان حال تا زمان تحقق هدف انجام شود نشان می‌دهد.

[1]-*Deadline*

ه) ره‌نگاشت مجموعه‌ای است که شامل اهداف کمی و کیفی، استراتژی‌ها و تاکتیک‌ها (اقدامات، فعالیت‌ها و شاخص‌ها) بوده و بازه‌های زمانی و مجریان در نظر گرفته شده برای انجام این اقدامات را نشان می‌دهد.

لذا برای رسیدن به هدف، ره‌نگاشت باید سطح مطلوب و مناسبی از جزئیات را در برگرفته تا در مجموع ابزار توانمندی را برای هدایت فعالیت‌ها در طول زمان در اختیار مدیران سازمان قرار دهد.

اگر چه برخی تعاریف کارکردهایی همچون توجیه اقتصادی اقدامات و معرفی پیچیدگی‌های موجود بین زیر سیستم‌های زیرساخت‌ها را نیز از مؤلفه‌های یک ره‌نگاشت می‌دانند، اما برخی تعاریف سعی در هر چه واقعی‌تر کردن انتظارات کاربران از کارکردهای ره‌نگاشت دارند و بیان می‌کنند همان طور که ره‌نگاشت نباید در صدد تشریح استراتژی‌ها برآید، نباید به صورت جزیی به تشریح زیرساخت‌های فنی لازم در پیاده‌سازی یک فناوری اشاره کنند.

در مجموع، می‌توان این‌گونه بیان نمود که ره‌نگاشت، نمایش کلانی از روش پیمودن مسیر تحقق اهداف را در زمان مشخص بیان می‌کند. اگر چه استفاده از مشخصه‌هایی همچون شاخص تحقق اقدام، مجری و نقاط خاص[1] موجود در مسیر، به توصیف هر چه روشن‌تر این مسیر کمک می‌کند. لذا به نظر می‌رسد در نخستین گام، ترسیم گام‌های اصلی در مسیر پیاده‌سازی استراتژی لازم و ضروری است.

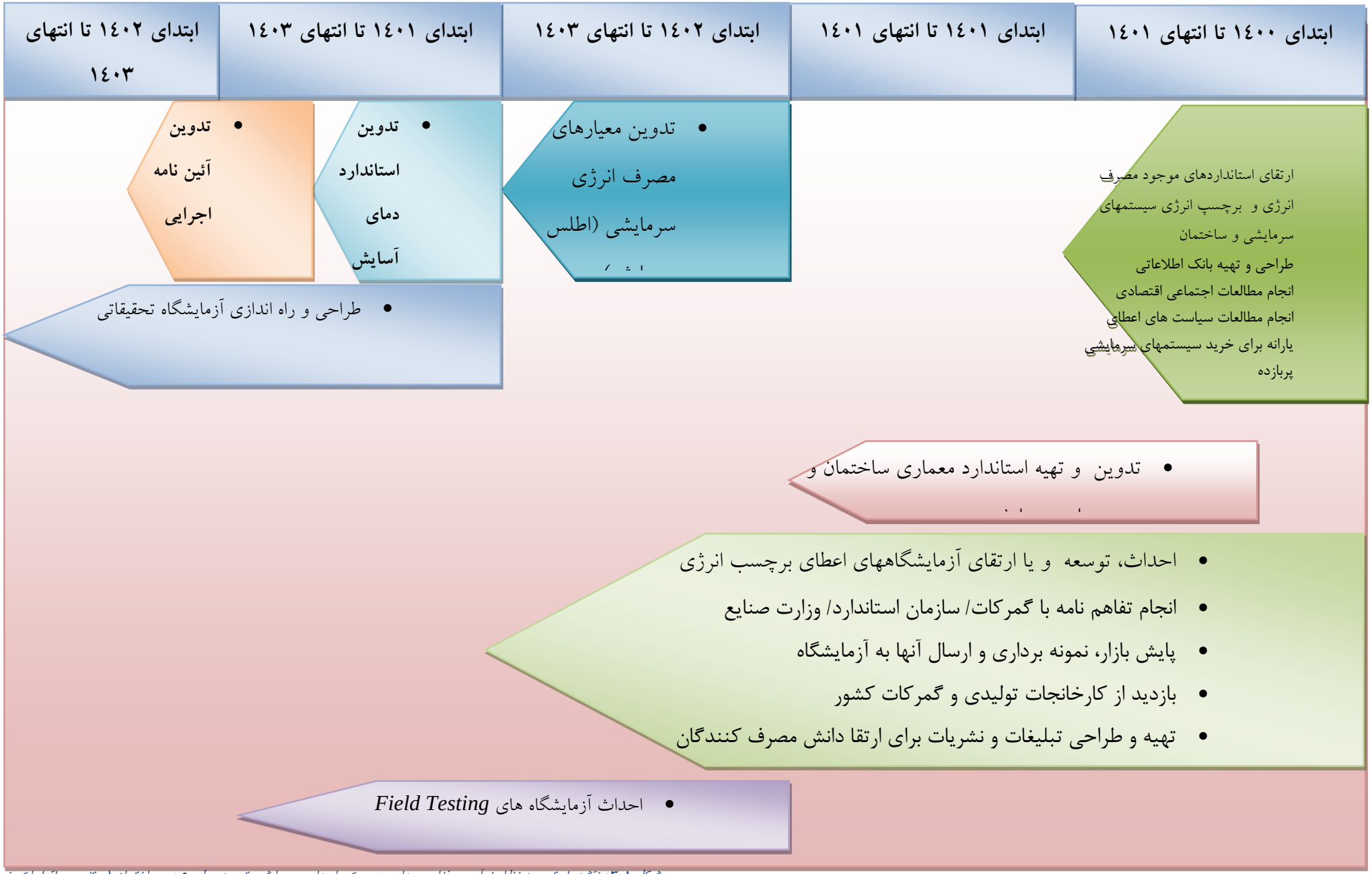
با توجه به موارد ذکر شده در بخش‌های قبل، ره‌نگاشت‌های توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان در افق زمانی ۵ ساله ترسیم شده است. این ره‌نگاشت‌ها شامل نقشه‌راه توسعه نظام نوآوری فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان(مبتنی بر اقدامات غیرفنی) و نیز نقشه‌راه توسعه فناوری های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان(مبتنی بر اقدامات فنی) است. این ره‌نگاشت‌ها در اشکال ۱-۳ و ۱-۴ نشان داده شده‌اند.

لازم به ذکر است که مبنای تقدم و تآخر در جایگاه زمانی پروژه ها و اقدامات در ره نگاشت شامل موارد زیر است:

- نظر خبرگان حوزه سیستمهای سرمایشی
- پتانسیل هر یک از پروژه ها برای مدیریت بار الکتریکی

[1]- *Milestone*

- تطابق با بوجه های سالیانه اختصاص یافته برای برای حوزه مدیریت بارهای سرمایشی در چند سال گذشته
- قابلیت اجرایی (از لحاظ دسترسی به تکنولوژی و همکاری های بین المللی)



شکل ۱-۳: نقشه‌راه توسعه نظام نوآوری فناوري‌هاي مديريت بارهاي سرمايشي تهويه مطبوع در ساختمان (مبتنی بر اقدامات غیرفنی).

ابتدای ۱۴۰۰ تا انتهای ۱۴۰۱	ابتدای ۱۴۰۱ تا انتهای ۱۴۰۱	ابتدای ۱۴۰۱ تا انتهای ۱۴۰۲	ابتدای ۱۴۰۱ تا انتهای ۱۴۰۳	ابتدای ۱۴۰۲ تا انتهای ۱۴۰۳
• توسعه کولر آبی • تحقیق و توسعه و تجاری سازی و همچنین کاهش قیمت سیستم های مدیریت انرژی کولر آبی(۱سال)	طراحی و تهیه دستورالعملهای بکارگیری سیستم های سرمایشی	• تجاری سازی کولر آبی • توسعه و تجاری سازی استفاده از پمپ های حرارتی *Air*	• تحقیق و توسعه بر روی چیلرها تراکمی تولید داخل	توسعه مبدل های حرارتی *Heat Pipe*
• تحقیق و توسعه بر روی چیلرها و اسپلیت های تولید داخل			طراحی و توسعه سیستم های *GHP* با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی	تحقیق و بررسی و ارائه الگوی عملیاتی جایگزینی کولرهای گازی موجود با کولر گازی اینورتردار تحقیق و بررسی و تهیه دستورالعمل جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند *R-22* با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست و تغییرات فنی مورد نیاز تحقیق، طراحی و ساخت یک نمونه اینورتر کولر گازی و تجاری سازی آن تهیه پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود به¬ منظور ارتقاء عملکرد بکارگیری *hvac iot* برای کنترل بارهای پیک تابستان
• توسعه و تجاری سازی چیلرهای جذبی خورشیدیو کلکتورهای لوله ای با راندمان بالا				
• توسعه و تجاری سازی سیستم های *CHP* و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش			طراحی و توسعه فناوریهای جداسازی بارهای سرمایشی،	
• توسعه و طراحی سیستم های *Add-on* بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی و			طراحی و توسعه سیستمهای دستیابی دیسپاچینگ	
• طراحی و ساخت و تجاری سازی ترموستاتهای یاد				
• تجاری سازی، توسعه و گسترش سیستم های ذخیره سازی سرما				
راه اندازی کلینیکهای ممیزی سیستمهای سرمایشی در مراکز استانهای مستعد				بررسی جامع روش‌های خنک‌سازی مراکز داده‌ها و تدوین دستورالعمل به کارگیری این سیستم طراحی کلینیکهای ممیزی انرژی تجهیزات
• طراحی، توسعه نرم افزارهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان و آموزش آن برای اعضای سازمان نظام مهندسی و مهندسین مشاور				
تهیه چک لیستها و پشتبانی انجام ممیزیها توسط شرکتهای آموزش دیده و پایش و جمع آوری اطلاعات				

شکل ۱-٤: نقشه‌راه توسعه فناوري‌هاي مديريت بارهاي سرمايشي تهويه مطبوع در ساختمان (مبتنی بر اقدامات فنی).

۱-۱۵- نتیجه‌گیری

در مرحله پنجم از طرح «تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان»، برنامه عملیاتی سند و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان تدوین شد. این برنامه عملیاتی شامل پروژه‌ها، زمان‌بندی و بودجه مورد نیاز آن‌ها است. در این گزارش ابتدا فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند بر اساس اقدامات شناسایی شده در مرحله چهارم توضیح داده شد، سپس با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود. پس از این مرحله زمان‌بندی و بودجه‌بندی مربوط به اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد و با توجه به شکسته نشدن اقدامات غیرفنی، زمان و هزینه برای اقدامات تعیین شد. در گام بعدی فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی، متولیان انجام اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد. برای این کار ابتدا وضعیت موجود نهادهای مرتبط با توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان مشخص شد و سپس پیشنهادهایی برای بهبود آن ارائه شد و نگاشت نهادی فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ترسیم شد. در نهایت با توجه به این که اقدامات به دو دسته فنی و غیرفنی تقسیم شده بود دو ره‌نگاشت برای توسعه نظام نوآوری فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان و نیز برای توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان در بازه ۵ ساله ترسیم شد.

فصل دوم

بازنگری برنامه ارزیابی و به روزرسانی

۲-۵- مقدمه

هر برنامه‌ریزی نیازمند ارزیابی بوده و بدون ارزیابی نمی‌توان از اجرای درست و کامل برنامه اطمینان حاصل نمود. با توجه به اینکه سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی یک برنامه کلان برای توسعه این فناوری‌ها در صنعت برق می‌باشد، نمی‌توان بدون ارزیابی، نحوه عملکرد و اثربخشی ارکان مختلف آن (که بر اساس نقشه‌راه این سند تنظیم شده‌اند) را مشخص نمود. ارزیابی هر برنامه بر اساس شاخص‌های مختلف آن حوزه انجام می‌پذیرد، از این رو به منظور ارزیابی سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان باید شاخص‌های عملکردی و اثربخشی بخش‌های مختلف سند تعریف شده تا بتوان با بررسی این شاخص‌ها در طول زمان میزان پیشرفت ارکان مختلف سند را مشخص کرد. به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی مختلف تعریف شده برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان، علاوه بر تعیین شاخص‌ها باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها تعیین گردد. از سوی دیگر با توجه به اینکه نقشه‌راه یک سند زنده و پویا است، ضرورت دارد در بازه‌های زمانی مشخصی به بازنگری و بروزرسانی این سند پرداخته شود، از این رو باید برنامه‌ریزی لازم جهت انجام این بازنگری‌ها نیز صورت گیرد. در ادامه فرآیند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان، مکانیزم ارزیابی، ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ارائه شده است.

در واقع می‌توان گفت که هدف اصلی از انجام ارزیابی از برنامه اجراشده تعیین میزان اثرگذاری و موفقیت برنامه در رسیدن به اهداف، تعیین اصلاحات و تغییرات مورد نیاز برای اجرای برنامه در مقیاس بزرگ و استفاده از تجربیات اجرایی برای برنامه‌های مشابه در آینده می‌باشد. در این مرحله از سند در ابتدا شاخص‌های عملکردی و اثربخشی ارکان مختلف سند را مشخص کرده، تا بتوان با بررسی این شاخص‌ها در طول زمان میزان پیشرفت ارکان مختلف سند را تعیین نمود. در ادامه به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان، علاوه بر تعیین شاخص‌ها باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها تعیین گردد. از

این رو در مرحله دوم شناسایی منابع اطلاعاتی برای اندازه‌گیری شاخص‌ها بررسی شده و پس از آن به جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه با معیارهای کمّی تعیین شده پرداخته شده است.

۶-۲- نحوه تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

مرحله اول از ارزیابی سند شامل تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی بوده و قبل از اجرایی شدن سند راهبردی باید صورت پذیرد. در این مرحله به منظور ارزیابی ارکان مختلف سند (چشم‌انداز، اهداف و اقدامات) تعدادی شاخص تعریف می‌شود. پس از آغاز اجرایی شدن سند و تشکیل ستاد راهبری سند، منابع اطلاعاتی که می‌توان میزان شاخص‌ها را با کمک آن‌ها تعیین کرد، شناسایی شده و طی دوره‌های زمانی مشخص مقادیر شاخص‌ها اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت لزوم بازنگری‌های لازم صورت می‌پذیرد. در ادامه شاخص‌های سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان و نحوه دستیابی به آن‌ها پرداخته شده است.

شاخص در واقع استانداردی است که دستیابی به آن نشان‌دهنده نیل به مقصد می‌باشد. جزئیات شاخص‌ها تعیین‌کننده طرز اندازه‌گیری دامنه دستیابی به اهداف عینی در زمان‌های مختلف است. شاخص‌ها و اندازه‌گیری‌های آن‌ها می‌توانند کمی، کیفی و یا رفتاری باشند. شاخص‌ها همان ابزار نظارت بر پیشرفت سطوح راهبردی سند هستند که ناظر بر طبق آن‌ها میزان تحقق هر سطح را اندازه‌گیری و مشخص می‌نماید. از همین‌رو در تعیین شاخص‌ها باید به ابعاد مختلف سطوح راهبردی سند توجه داشت، به شکلی که پیشرفت امور بر اساس این شاخص‌ها تضمین‌کننده تحقق کامل اقدامات می‌باشد. در همین راستا باید شاخص‌ها مشخص‌کننده ابعاد زیر باشند:

الف) کمیت (چقدر)

ب) کیفیت (چگونه)

ج) زمان (چه موقع)

د) محل (کجا)

لازم به ذکر است که در برخی از شاخص‌ها ممکن است ابعاد چهارگانه فوق قابل تعریف نباشند، به عنوان مثال ممکن است محل در مورد یک شاخص فنی تعریف‌پذیر نباشد که در این حالت از بررسی این بعد خاص صرف‌نظر می‌شود.

در تعریف شاخص‌ها باید ویژگی‌های زیر را در نظر گرفت:

الف) اساسی بودن: یعنی جنبه اساسی یک سطح خاص را منعکس نماید.

ب) واقعی بودن: هر شاخص باید منعکس‌کننده یک واقعیت (نه تصور ذهنی) بوده و برای همگان مفهوم واحدی را القا نماید.

ج) قابل‌قبول بودن: باید امکان تغییرات شاخص به تحقق یا عدم تحقق مقصود وجود داشته باشد.

د) مبتنی بر داده‌های قابل کسب بودن: داده‌های لازم برای اندازه‌گیری شاخص باید در دسترس باشد.

۲-۷- تعریف شاخص‌های سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

با توجه به موارد مطرح شده، در این بخش شاخص‌ها در دو سطح کلان و خرد طراحی شده‌اند. با پیمایش شاخص‌های کلان می‌توان تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان را بررسی کرده و با تعریف شاخص‌های خرد در سطح اقدامات می‌توان میزان تحقق اقدامات را ارزیابی نمود. در ادامه شاخص‌های تعیین شده برای بررسی تحقق چشم‌انداز، اهداف، اقدامات غیرفنی، پروژه‌های فنی به ترتیب در جداول (۲-۱) تا (۲-۴) ارائه شده است.

با توجه به چشم انداز، شاخص و معیار لازم جهت ارزیابی سطح تحقق چشم انداز در جدول ۲-۱ آورده شده است.

جدول ۲-۱: شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

ردیف	شاخص	معیار ارزیابی
۱	وضعیت دانش فنی ساخت تجهیزات مبتنی بر فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان	دستیابی به دانش فنی ساخت و بهره‌برداری تجهیزات مبتنی بر فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

جدول ۲-۲: شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان

ردیف	هدف	شاخص	معیار ارزیابی
۱	دستیابی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار در حوزه سیستم های سرمایشی ساختمان	وضعیت دستیابی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار در حوزه سیستم های سرمایشی ساختمان	راه‌اندازی حداقل یک واحد صنعتی برای تولید هر یک ازفناوری‌های اولویت‌دار در حوزه سیستم های سرمایشی ساختمان
۲	دستیابی به صنعت رقابت‌پذیر در حوزه سیستم های سرمایشی ساختمان	وضعیت دستیابی به صنعت رقابت‌پذیر در حوزه سیستم های سرمایشی ساختمان	ایجاد واحدهای صنعتی متعدد در حوزه سیستم های سرمایشی ساختمان
۳	کاهش حداقل ۱۵ درصد از بار سرمایشی ساختمان ها	وضعیت کاهش بار سرمایشی ساختمان ها	کاهش حداقل ۱۵ درصدی از بار سرمایشی ساختمان ها
۴	کاهش حداقل۱۲۲۵ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۴۰۱	وضعیت کاهش بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۳۹۸	کاهش حداقل۱۲۲۵ مگاوات بار الکتریکی ناشی از بار سرمایشی نسبت به حالت پایه تا سال ۱۴۰۱

جدول ۲-۳: شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح اجرایی شدن اقدامات غیرفنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح توسعه و ارتقای آزمایشگاهها، استانداردها و نرم‌افزارهای مرتبط با سیستمهای سرمایشی قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
۱	ارتقای استانداردهای موجود مصرف انرژی و برچسپ انرژی سیستمهای سرمایشی و ساختمان	وضعیت تدوین مرجع جامع سیستم های سرمایشی در کشور	بروزرسانی استانداردها و شاخص‌هایی برای ارزیابی تجهیزات سرمایشی در کشور و یا تدوین آنها
۲	تدوین استاندارد دمای آسایش در فصول گرم و سرد برای اقلیم های متفاوت کشور	وضعیت تدوین استاندارد دمای آسایش در فصول گرم و سرد برای اقلیم های متفاوت کشور	تدوین گزارش مربوط به استاندارد دمای آسایش در فصول گرم و سرد برای اقلیم های متفاوت کشور
۳	تدوین و تهیه استاندارد معماری ساختمان و سیستمهای سرمایشی بهینه ساختمان و ارائه آن به صورت مقررات ملی ساختمان	وضعیت تدوین استاندارد معماری ساختمان و سیستمهای سرمایشی بهینه ساختمان	تهیه یک کتاب مرجع شامل استاندارد معماری ساختمان به صورت مقررات ملی ساختمان
۴	تدوین، ارتقا و به روز رسانی معیارهای مصرف انرژی سرمایشی در اقلیمها و مشترکین مختلف (اطلس سرمایش)	وضعیت تدوین اطلس سرمایش	تدوین گزارش اطلس سرمایش
۵	تدوین آئین نامه اجرایی بکارگیری و نصب سیستمهای سرمایشی برای ساختمانهای بزرگ	وضعیت تدوین آئین نامه اجرایی بکارگیری و نصب سیستمهای سرمایشی برای ساختمانهای بزرگ	تهیه آئین نامه اجرایی بکارگیری و نصب سیستمهای سرمایشی برای ساختمانهای بزرگ
۶	احداث، توسعه و یا ارتقای آزمایشگاههای اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع همزمان با ارتقا استانداردهای برچسب انرژی تجهیزات	وضعیت راه‌اندازی آزمایشگاههای اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع	راه‌اندازی یک مرکز آزمایشگاهی مجهز
۷	احداث آزمایشگاه های Field Testing	وضعیت راه‌اندازی مرکز آزمایشگاهی Field Testing	راه‌اندازی یک مرکز آزمایشگاهی مجهزField Testing
۸	طراحی و راه اندازی آزمایشگاه تحقیقاتی تهویه مطبوع برای انجام تست های	وضعیت راه‌اندازی مرکز آزمایشگاهی تحقیقاتی تهویه مطبوع	راه‌اندازی یک مرکز آزمایشگاهی تحقیقاتی تهویه مطبوع

ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
	آزمایشگاهی و ارائه خدمات به بخش R&D صنایع تهویه مطبوع و برودتی کشور		
۹	طراحی و تهیه بانک اطلاعاتی مشخصات فنی و تعداد سیستمهای سرمایشی تولیدی و وارداتی به کشور به همراه ملزومات سخت افزاری و نرم افزاری آن	وضعیت راه‌اندازی بانک اطلاعاتی مورد نیاز برای استفاده پژوهشگران این حوزه وبه اشتراک گذاشتن اطلاعات لازم درآن‌ها	ایجادیک بانک اطلاعاتی مناسب با مشخصات ذکر شده
۱۰	انجام تفاهم نامه با گمرکات/ سازمان استاندارد/ وزارت صنایع برای ارسال اطلاعات به وزارت نیرو و جمع آوری اطلاعات و تولید گزارشات سالیانه از تعداد/ مشخصات تجهیزات وارداتی و تولیدی / مصرف انرژی/ بار مصرفی.	وضعیت انجام تفاهم نامه با گمرکات و سازمان های مربوطه برای ارسال اطلاعات به وزارت نیرو	تولید گزارشات سالیانه از تعداد/ مشخصات تجهیزات وارداتی و تولیدی / مصرف انرژی/ بار مصرفی
۱۱	پایش بازار، نمونه برداری و ارسال آنها به آزمایشگاه و گزارش مغایرتهای عملکردی تجهیزات به سازمان استاندارد و مراجع قانونی	وضعیت پایش بازار	تدوین گزارش مغایرتهای عملکردی تجهیزات به سازمان استاندارد و مراجع قانونی
۱۲	بازدید از کارخانجات تولیدی و گمرکات کشور جهت اطلاع از مشکلات موجود در تولید و یا واردات سیستمهای پربازده و ارائه گزارش و پیشنهاد به مراجع مربوطه جهت بازنگری و بهبود قوانین و یا آیین نامه ها	میزان بازدید از کارخانجات تولیدی و گمرکات کشور	تدوین گزارش از مشکلات موجود در تولید و یا واردات سیستمهای پربازده و پیشنهاد به مراجع مربوطه جهت بازنگری و بهبود قوانین و یا آیین نامه ها

جدول ۲-٤: شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح اجرایی شدن اقدامات غیرفنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح انجام مطالعات اجتماعی

و فرهنگی برای انجام اقدامات اصلاحی و ترویج روشهای مدیریت بارهای سرمایشی قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
۱	انجام مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف کنندگان و عرضه کنندگان سیستمهای سرمایشی و ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقا مدیریت بارهای سرمایشی	وضعیت مطالعات اجتماعی اقتصادی برای بازخورد نظرات مصرف کنندگان و عرضه کنندگان سیستمهای سرمایشی	تدوین گزارش بازخورد نظرات مصرف کنندگان و عرضه کنندگان سیستمهای سرمایشی و ارائه پیشنهاد به وزارت نیرو جهت ارتقا مدیریت بارهای سرمایشی
۲	تهیه و طراحی تبلیغات و نشریات برای ارتقا دانش مصرف کنندگان مختلف برای مدیریت بارهای سرمایشی	تعداد شماره‌های منتشرشده نشریه تخصصی در حوزه مدیریت بارهای سرمایشی	انتشار ۲ شماره در سال
۳	انجام تفاهمات و مدیریت تهیه و پخش تبلیغات از طریق رسانه ها و مطبوعات	میزان پخش تبلیغات از طریق رسانه ها و مطبوعات	حداقل ۱۰ برنامه در هر سال
۴	آموزش مدرسان مقررات ملی ساختمان- مبحث مدیریت بارهای سرمایشی	تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزارشده در سال	۵ دوره آموزشی در سال
۵	انجام مطالعات سیاست های اعطای یارانه برای خرید سیستمهای سرمایشی پربازده	وضعیت انجام مطالعات سیاست های اعطای یارانه	تدوین گزارشی از سیاست های اعطای یارانه

جدول ۲-۵: شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی پروژه های فنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان (که زیرمجموعه طرح تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی سیستمهای سرمایش نوین قرار می‌گیرند)

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۱	بررسی پارامترهای فنی و اقتصادی موثر بر عملکرد کولرهای آبی و ارائه کولر آبی مرجع با در نظر گرفتن تاثیر تجمیعی راهکارها و روش‌های توسعه محصول	وضعیت طراحی بهینه سیستم کولرهای آبی	طراحی بهینه سیستم کولرهای آبی و راه‌اندازی حداقل یک سیستم بهینه کولر آبی
۲	تحقیق، توسعه، نمونه‌سازی و تجاری‌سازی کولرهای آبی دو مرحله‌ای	وضعیت تحقیق، توسعه، نمونه سازی و تجاری سازی کولرهای آبی دو مرحله ای	راه‌اندازی ۵ واحد تولیدیکولرهای آبی دو مرحله ای
۳	تحقیق و توسعه بر روی چیلرها و اسپلیت-های تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت چیلرها و اسپلیت های تولید داخل	راه‌اندازی تعدادیواحد تولیدی چیلرو اسپلیت
۴	توسعه و تجاری سازی استفاده از پمپ‌های حرارتی Air Source برای تولید آب گرم و سرمایش به صورت همزمان و نصب چندین نمونه	وضعیت توسعه و تجاری سازی استفاده از پمپ های حرارتیAir Source	راه‌اندازی واحدهای تولیدی پمپ های حرارتیAir Source
۵	تحقیق و توسعه بر روی چیلرهای تراکمی تولید داخل و تجاری‌سازی سیستم‌های پربازده	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت چیلرهای تراکمی تولید داخل	راه‌اندازی تعدادی واحد تولیدی چیلرهای تراکمی
۶	تحقیق و توسعه روی مبدل‌های حرارتی (Micro Channels) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم‌های تهویه مطبوع	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت مبدل های حرارتی (Micro Channels) و نوع سیالات (نانو سیالات) مورد استفاده برای انتقال حرارت	طراحی و ساخت حداقل یک مبدل حرارتی (Micro Channels) و نوع سیال (نانو سیال) مورد استفاده برای انتقال حرارت در سیستم های تهویه

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
		در سیستم های تهویه مطبوع	مطبوع
۷	تجاری‌سازی، توسعه و گسترش سیستم‌های ذخیره‌سازی سرما	وضعیت تجاری سازی، توسعه و گسترش سیستم های ذخیره سازی سرما	راه‌اندازی واحدهای تولیدی سیستم های ذخیره سازی سرما
۸	توسعه و تجاری‌سازی چیلرهای جذبی خورشیدی و کلکتورهای لوله‌ای با راندمان بالا	وضعیت توسعه وتجاری سازی چیلرهای جذبی خورشیدی و کلکتورهای لوله ای با راندمان بالا	راه‌اندازی واحدهای تولیدی چیلرهای جذبی خورشیدی و کلکتورهای لوله ای با راندمان بالا
۹	طراحی و توسعه مبدل‌های حرارتی Heat Pipe برای بازیاب انرژی سرمایشی در هواسازها	وضعیت طراحی و توسعه مبدل های حرارتی Heat Pipe	طراحی و ساخت حداقل یک مبدل حرارتی Heat Pipe
۱۰	توسعه و طراحی سیستم های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی و نصب چندین نمونه	وضعیت طراحی و توسعه سیستم های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی	طراحی و ساخت چندین نمونه سیستم های Add-on بازیافت حرارت از چیلرهای جذبی و نصب آن
۱۱	توسعه و تجاری سازی سیستم های CHP و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش	وضعیت توسعه وتجاری سازی سیستم های CHP	راه‌اندازی واحدهای تولیدی سیستم های CHP و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش
۱۲	طراحی و توسعه سیستم های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی	وضعیت طراحی و توسعه سیستم های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی	طراحی و ساخت چندین نمونه سیستم های GHP با استفاده از موتورهای رفت و برگشتی
۱۳	طراحی و توسعه فناوریهای جداسازی بارهای سرمایشی محسوس و نهان سیستم‌های تهویه مطبوع	وضعیت طراحی و توسعه فناوریهای جداسازی بارهای سرمایشی محسوس و نهان سیستمهای تهویه مطبوع	طراحی و ساخت حداقل یک فناوری جداسازی بارهای سرمایشی محسوس و نهان سیستمهای تهویه مطبوع

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۱۴	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی سیستم‌های سرمایشی زمین–گرمایی	وضعیت توسعه وتجاری سازی سیستم های سرمایشی زمین‌گرمایی	طراحی و ساخت چندین نمونه سیستم سرمایشی زمین‌گرمایی
۱۵	بررسی جامع روش‌های خنک‌سازی مراکز داده‌ها و تدوین دستورالعمل به کارگیری این سیستم	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت	تهیه سند جامع سیستمهای خنک‌سازی مراکز داده‌ها
۱۶	تحقیق و بررسی و ارائه الگوی عملیاتی جایگزینی کولرهای گازی موجود با کولر گازی اینورتردار	تعداد کولرهای تعویض شده	جایگزینی واحدهای کولر گازی موجود با کولرهای اینورتردار
۱۷	تحقیق و بررسی و تهیه دستورالعمل جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند R-22 با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست و تغییرات فنی مورد نیاز	وضعیت تحقیق، توسعه و تهیه دستورالعمل جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند R-22 با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست	تهیه دستورالعمل جامع جایگزینی گازهای مبرد مرسوم مانند R-22 با گازهای مبرد دوستدار محیط زیست و تغییرات فنی مورد نیاز
۱۸	تحقیق، طراحی و ساخت یک نمونه اینورتر کولر گازی و تجاری سازی آن	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت یک نمونه اینورتر کولر گازی	طراحی و ساخت چندین نمونه اینورتر کولر گازی
۱۹	طراحی و ساخت شیر انبساط الکترونیکی و تجاری سازی آن	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت ساخت شیر انبساط الکترونیکی	طراحی و ساخت چندین نمونه شیر انبساط الکترونیکی
۲۰	تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی و همچنین کاهش قیمت سیستم‌های مدیریت انرژی کولر آبی	وضعیت تحقیق و توسعه و تجاری سازی سیستم های مدیریت انرژی کولر آبی	راه‌اندازی واحدهای تولیدی سیستم های مدیریت انرژی کولر آبی
۲۱	تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری‌سازی BMS یکپارچه سیستم‌های سرمایشی	وضعیت تحقیق و توسعه، طراحی، ساخت پایلوت و تجاری سازی BMS یکپارچه سیستمهای سرمایشی	طراحی و ساخت حداقل یک نمونه BMS یکپارچه سیستمهای سرمایشی

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۲۲	طراحی و توسعه سیستم‌های دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم‌های سرمایشی ساختمان‌های بزرگ برای کاهش بار در فصل گرم	وضعیت طراحی و توسعه سیستمهای دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم های سرمایشی	طراحی و ساخت سیستمهای دستیابی دیسپاچینگ به سیستم کنترلی سیستم های سرمایشی
۲۳	طراحی و ساخت و تجاری‌سازی ترموستاتهای یادگیرنده	وضعیت طراحی و ساخت و تجاری سازی ترموستاتهای یاد گیرنده	طراحی و ساخت حداقل یک مورد ترموستات یاد گیرنده
۲۴	تهیه پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود به منظور ارتقاء عملکرد	وضعیت طراحی و ساخت پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود	انتشار پکیج نرم افزاری و سیستم کنترلی چیلرهای تراکمی مورد استفاده در بازار با قابلیت نصب روی چیلرهای موجود به منظور ارتقاء عملکرد
۲۵	بکارگیری hvac iot برای کنترل بارهای پیک تابستان	وضعیت طراحی و ساخت و بکارگیری hvac iot	طراحی و ساخت و بکارگیری چند نمونه hvac iot
۲۶	طراحی و تهیه دستورالعمل‌های بکارگیری سیستم‌های سرمایشی خصوصا برای سیستم‌های پیچیده نظیر پمپ های گرمایی زمین‌گرمایی/ ذخیره‌ساز سرما و ..	وضعیت طراحی و تهیه دستورالعملهای بکارگیری سیستم های سرمایشی	انتشار دستورالعملهای بکارگیری سیستم های سرمایشی
۲۷	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک	وضعیت طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک	انتشار دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی راندمان بالا کوپل شده با پنل فتوولتائیک
۲۸	تهیه دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از ذخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه	وضعیت طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از ذخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه	انتشار دستورالعمل طراحی و نصب چیلرهای تراکمی با استفاده از ذخیره ساز حرارتی به منظور پیک زایی از شبکه

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۳۱	برنامه‌ریزی و طراحی کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی	وضعیت برنامه ریزی و طراحی کلینیکهای ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی	طراحی کلینیکهای ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی
۳۲	استقرار کلینیک‌های ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی در مراکز استانهای مستعد	وضعیت راه‌اندازی کلینیکهای ممیزی سیستمهای سرمایشی	راه‌اندازی کلینیکهای ممیزی سیستمهای سرمایشی در حداقل ۴ مرکز استان
۳۳	تهیه چک‌لیستها و پشتیبانی انجام ممیزیها توسط شرکتهای آموزش‌دیده و پایش و جمع‌آوری اطلاعات	وضعیت انجام ممیزیها	تدوین گزارشی از اطلاعات جمع آوری شده درباره پشتبانی انجام ممیزیها

ساختار نظارت و بروزرسانی

همان طور در مقدمه اشاره شد، به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی مختلف تعریف شده برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ، علاوه بر تعیین شاخص‌ها باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها تعیین گردد. از سوی دیگر با توجه به اینکه نقشه‌راه یک سند زنده و پویا است، ضرورت دارد در بازه‌های زمانی مشخصی به بازنگری و بروزرسانی این سند پرداخته شود، از این رو باید برنامه‌ریزی لازم جهت انجام این بازنگری‌ها نیز صورت گیرد. در ادامه فرآیند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ، مکانیزم ارزیابی، ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ارائه شده است.

به منظور تحقق اهداف سند لازم است ساز و کاری اندیشیده شده و ساختار نظارتی برای آن تعیین گردد. وزارت نیرو وظیفه سیاست‌گذاری کلان، هماهنگی و نظارت کلان بر اجرای این سند را بر عهده دارد. مرکز مدیریت بارهای سرمایشی بر نحوه اجرای این سند نظارت می‌کند و بازنگری‌های لازم در سند انجام داده و گزارش کلان مربوطه را در فواصل زمانی مشخص به وزارت نیرو ارائه خواهد نمود. این مرکز با ایجاد ساز و کارهای لازم و استفاده از نهادهای مختلف، ضمن انجام تصمیم‌گیری‌های لازم، وظیفه نظارت بر تحقق اهداف سند و ارزیابی پیشرفت کار را بر عهده دارد. از جمله وظایف اصلی این مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سیاست‌گذاری اجرایی، راهبری، هماهنگی و ایجاد ارتباطات بین دستگاهی لازم برای توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان
- نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند
- پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
- بررسی طرح‌ها و برنامه‌های بخشی و فرابخشی، و نظارت بر اجرای صحیح اقدامات
- تصمیم‌گیری برای تخصیص بودجه‌ها به پروژه‌های اجرایی

۸-۲- مکانیزم عملکرد

با توجه به وظایف مطرح شـده برای این مرکز، باید مکانیزمی برای انجام فعالیت‌های ارزیابی در نظر گرفته شـود. همان طور که اشـاره شـد، از جمله وظایف اصـلی اعضـای مرکز مدیریت بارهای سـرمایشـی تهویه مطبوع در سـاختمان نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سـند و پایش شـاخص‌های عملکردی و اثربخشـی می‌باشـد. لذا اعضـای مرکز جهت انجام وظایف در نظر گرفته شده می‌بایست جلسات منظم (۳ ماه یک‌بار) برگزار کرده و در فاصله بین جلسات از طریق همکاری و اخذ آمار و گزارش‌ها از دستگاه‌های متولی حوزه‌های مرتبط شاخص‌های تعیین شده را ارزیابی کرده و پس از نهایی‌سازی و تلفیق آن‌ها گزارش آن را در دوره‌های زمانی ۳ ماهه به وزارت نیرو اعلام نماید.

اعضـای مرکز موظف‌اند طبق نتایج حاصـل از ارزیابی شـاخص‌ها، اقدامات لازم را جهت اطمینان از تحقق سـند در افق ۱۰ساله، اتخاذ کنند. ستاد راهبری سند در صورت نیاز به اصلاح ساختارها و ساز و کارهای نهادی ذی‌ربط، از طریق مراجع ذیصلاح گردش کار را انجام خواهد داد.

همچنین مرکز موظف است فناوری‌های مرتبط و در حال توسعه مرتبط با حوزه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان را رصد کند و گزارش آن را طی دوره‌های زمانی ۲ ساله به وزارت نیرو ارائه نماید.

با توجه به روند تحولات و نیز وضعیت پیشـرفت سـند، لازم اسـت سـند مورد بازبینی و تجدیدنظر قرار گیرد. دوره طبیعی بازبینی سـند ۲ سـاله می باشـد و در صـورتی که شـاخص های کلیدی سـند ارضـا نشـده باشـند لازم اسـت که خارج از دوره طبیعی، بازبینی بخشی یا کلی سند صورت بگیرد که با توجه شاخص های معرفی شده در فصل قبل شاخص‌های کلیدی در جدول ۲-۶ آمده است:

جدول ۲-٦: شاخص‌های کلیدی ارزیابی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در

ساختمان

ردیف	اقدام	شاخص کلیدی
۱	ارتقای استانداردهای موجود مصرف انرژی و برچسپ انرژی سیستمهای سرمایشی و ساختمان	وضعیت تدوین مرجع جامع سیستم های سرمایشی در کشور
۲	احداث، توسعه و یا ارتقای آزمایشگاههای اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع همزمان با ارتقا استانداردهای برچسب انرژی تجهیزات	وضعیت راه‌اندازی آزمایشگاههای اعطای برچسب انرژی به تجهیزات سرمایشی تهویه مطبوع
۳	تحقیق و توسعه در طراحی بهینه سیستم کولرهای آبی شامل عایقکاری پوسته، استفاده از پوشش های رنگی مناسب و بهبود سیستم رطوبت زنی	وضعیت طراحی بهینه سیستم کولرهای آبی
۴	تحقیق و توسعه بر روی چیلرها و اسپلیت های تولید داخل و تجاری سازی سیستم های پربازده	وضعیت دانش فنی طراحی و ساخت چیلرها و اسپلیت های تولید داخل
۵	توسعه و تجاری سازی سیستم های CHP و استفاده بازیافت حرارت و تبدیل آن به سرمایش	وضعیت توسعه وتجاری سازی سیستم های CHP
۶	تجاری سازی، توسعه و گسترش سیستم های ذخیره سازی سرما	وضعیت تجاری سازی، توسعه و گسترش سیستم های ذخیره سازی سرما
۷	تحقیق و توسعه و تجاری سازی و همچنین کاهش قیمت سیستم های مدیریت انرژی کولر آبی	وضعیت تحقیق و توسعه و تجاری سازی سیستم های مدیریت انرژی کولر آبی
۸	طراحی و تهیه بانک اطلاعاتی مشخصات فنی و تعداد سیسمتهای سرمایشی تولیدی و وارداتی به کشور به همراه ملزومات سخت افزاری و نرم افزاری آن	وضعیت راه‌اندازی بانک اطلاعاتی مورد نیاز برایاستفاده پژوهشگرانااینحوزهوبهاشتراکگذاشتناطلاعات لازم درآن‌ها

۹	طراحی، توسعه نرم افزارهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان و آموزش آن برای اعضای سازمان نظام مهندسی و مهندسین مشاور	وضعیت طراحی، توسعه نرم افزارهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان و آموزش آن نرم افزارها به اعضای سازمان نظام مهندسی و مهندسین مشاور
۱۰	برنامه ریزی و طراحی کلینیکهای ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی	وضعیت برنامه ریزی و طراحی کلینیکهای ممیزی انرژی تجهیزات سرمایشی

نتیجه‌گیری

مرحله ششم این گزارش به تدوین برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی این سند می‌پردازد. در این مرحله باید مشخص شود که چه افرادی در چه ساختاری و بر اساس چه شاخص‌ها و معیارهایی باید به ارزیابی پیشرفت اجرای سند در طول بازه زمانی تعریف شده بپردازند. برای این کار ابتدا شاخص‌هایی در سطح کلان (چشم‌انداز و اهداف) و در سطح خُرد (اقدامات غیرفنی و فنی) تعریف شد. سپس ساختار نظارت، به‌روزرسانی و ارزیابی سند مشخص شد. برای این کار وظایف اعضای مرکز مدیریت بارهای سرمایشی تهویه مطبوع در ساختمان ها مشخص گردید. در نهایت تعیین شد که این مرکز در بازه‌های زمانی ۳ ماهه به پیگیری و ارزیابی اجرای سند بر اساس شاخص‌های تعریف‌شده بپردازد و گزارش آن را ارائه کند. همچنین مقرر شد این مرکز با توجه به وضعیت پیشرفت سند نسبت به بازنگری آن اقدام نماید.