

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری

نانو در صنعت برق و انرژی

مدیر پروژه: مهندس مهرنوش هور
گروه پژوهشی مواد غیرفلزی

راهبر: معاونت فناوری
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ دکتر رسول صراف مأموری

✦ دکتر یاسر عبدی

✦ دکتر رضا فریدی مجیدی

ویرایش اول

۱۳۹۴

مقدمه

فناوری نانو به عنوان انقلاب تکنولوژیک قرن ۲۱ موجب دگرگونی در حوزه‌های مختلف از جمله مواد، انرژی، محیط زیست، الکترونیک و ... می‌گردد. با استفاده از این فناوری امکان ساخت و تولید نیازهای صنعت برق با خواص بهتر و هزینه کمتر وجود دارد. خواص مورد نظر می‌تواند خواص فیزیکی، مکانیکی، متالورژیکی، شیمیایی و غیره باشد. با توجه به کاهش ذخایر نفتی و افزایش نیاز جهانی برای تامین انرژی، بکارگیری فناوری نانو در حوزه برق و انرژی مورد توجه فراوان قرار گرفته است. با تدوین سند راهبردی توسعه فناوری نانو در حوزه صنعت برق و انرژی می‌توان چهارچوب فعالیت در این زمینه را مشخص نمود و بر اساس آن اهداف کلان برنامه‌های اجرایی و مدیریت استراتژیک در این حوزه از فناوری را تبیین نمود. تدوین راهبرد مستلزم انتخاب یک جهت‌گیری کلی برای تخصیص منابع می‌باشد که می‌تواند با در اختیار گزاردن چهارچوبی مشخص در اختیار مدیریت، توان اجرای برنامه‌ها و امکان برخورد بهینه با تغییرات را میسر سازد.

بر این اساس می‌توان با تدوین برنامه‌های اجرایی برای محقق ساختن اهداف مورد نظر راهنمایی اصولی برای ایجاد زمینه‌های مناسب برای بهره‌مندی از مزایای این فناوری نوین را در راستای نهادینه شدن توسعه‌ای پایدار و پویا به دست آورد. لازم بذکر است به موازات برنامه‌ریزی صحیح می‌توان با انجام نظارت بر اجرای سند راهبردی و اختصاص سرمایه کافی به این حوزه مهم الزامات تحقق اهداف تبیین شده را نیز تعیین نمود. در راستای تدوین راهبرد توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی ضمن انجام مطالعات گسترده در زمینه شناسایی فناوری‌های نانو در حوزه‌های کاربردی، راهکارهای توسعه سرمایه‌گذاری در این حوزه‌ها، بررسی مراکز علمی و پژوهشی فعال، شناسایی شبکه‌های فناوری فعال و جهت‌گیری توسعه و تأثیرات این فناوری در حوزه برق و انرژی با توجه به چشم‌انداز توسعه ترسیم شده در افق ۱۴۰۴ برای کشور نیز صورت پذیرفته است. اهم نتایج به دست آمده به قرار ذیل در گزارش‌های این سند ارائه شده است:

- تعیین مشخصه‌ها و حوزه‌های فناوری
 - تدوین چشم‌انداز توسعه، سیاست‌ها و اقدامات عملیاتی سند
 - تعیین شاخص‌های توسعه فناوری نانو
 - تدوین سند راهبردی تحقیقات هدفمند نانو برای دستیابی به فناوری‌های کلیدی
 - ارزیابی اهداف و برنامه‌های نانو در تدوین طرح‌های کاربردی
- بدین ترتیب تهیه گزارش‌های مراحل مختلف سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی در قالب موارد زیر صورت گرفت:

- تدوین مبانی توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی کشور
- هوشمندی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی
- تدوین ارکان جهت ساز نانو در صنعت برق و انرژی
- تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌های نانو در صنعت برق و انرژی
- تدوین ره‌نگاشت و برنامه عملیاتی نانو در صنعت برق و انرژی
- تدوین برنامه ارزیابی و بروز رسانی نانو در صنعت برق و انرژی

چشم‌انداز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

در راستای کاهش تلفات، هزینه و آلایندگی‌های زیست-محیطی و نیز افزایش توان تولید برق از منابع متعارف و تجدیدپذیر؛ در آفریق ۱۴۰۴، صنعت برق ایران با آگاهی کامل از کاربردها و مزایای فناوری نانو و با ایجاد همکاری و همسویی در میان کلیه ذینفعان، توانمندی به کارگیری این فناوری در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع، مصرف را خواهد داشت.

اهداف توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

- محورهای اهداف کلان سند توسعه فناوری نانو در صنعت برق استخراج و اهداف کلان توسعه فناوری نانو در صنعت برق به صورت زیر مشخص شدند.
- افزایش توانمندی‌های فناورانه در طراحی، ساخت و به‌کارگیری قطعات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو در سطح صنعت برق
 - کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به میزان حداقل ۳۰٪
 - افزایش بازده نیروگاه‌ها با بهره‌گیری از مواد و قطعات مبتنی بر فناوری نانو
 - کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری تجهیزات و تأسیسات صنعت برق
 - ارتقای سهم تولید برق از منابع پاک و تجدیدپذیر
 - ارتقای کیفیت تجهیزات مورد استفاده در صنعت برق از طریق بهبود خواص و افزایش طول عمر مواد و قطعات با به‌کارگیری فناوری نانو
 - بهینه‌سازی مصرف برق با به‌کارگیری محصولات مبتنی بر فناوری نانو
 - کاهش تلفات برق در شبکه‌های انتقال و توزیع به میزان ۱٪
 - کسب سهم ۱۰ درصدی از کل صادرات محصولات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو
- البته لازم به ذکر است افزایش توانمندی‌های فناورانه در طراحی، ساخت و به‌کارگیری قطعات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو را می‌توان به کلیه پارامترهای ذکر شده ارتباط داد.

راهبردهای توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

- پیشبرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه با تمرکز بر کسب توانمندی‌های فناورانه و تربیت نیروی انسانی متخصص
- آگاه‌سازی و اطلاع‌رسانی در مورد کاربردها و مزایای فناوری نانو در صنعت برق
- فراهم کردن بستر قانونی و فنی مورد نیاز توسعه فناوری نانو در صنعت برق با تدوین قوانین، دستورالعمل‌ها و استانداردها و نیز ایجاد زیرساخت‌های فنی عمومی
- تأمین و تسهیل منابع مالی مورد نیاز و تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری نانو در صنعت برق
- کمک به توسعه بازار محصولات و تجهیزات مبتنی بر نانو در صنعت برق با تأکید بر رفع موانع تجاری سازی و افزایش همکاری‌های تجاری

راهبردهای مشخص شده برای توسعه فناوری نانو در صنعت برق به عنوان بستری برای تحقق تمامی اهداف شناسایی شده عمل می‌کنند. با تحقق آگاهی ذینفعان، تأمین منابع مالی، توسعه بازار محصولات و شبکه‌سازی تجاری، ایجاد زیرساخت قانونی و فنی، و افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه بستری فراهم می‌شود تا استفاده از فناوری نانو در بخش‌های مختلف شبکه برق (اعم از تولید، انتقال و توزیع، و مصرف) اشاعه پیدا کند و کاربردهای مختلف این فناوری باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی، افزایش بازده نیروگاه‌ها، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، افزایش تولید برق پاک و تجدیدپذیر، کاهش مصرف برق، کاهش تلفات و افزایش صادرات محصولات مبتنی بر نانو در صنعت برق گردد.

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

به منظور تدوین اقدامات فنی توسعه فناوری نانو در صنعت برق ابتدا براساس اهداف کلان تعیین شده، محورهای اصلی اهداف شامل کاهش تلفات، افزایش راندمان نیروگاه‌ها، افزایش طول عمر تجهیزات، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، افزایش تولید برق از منابع تجدیدپذیر مشخص و سپس حوزه‌های کاربرد با اولویت فناوری نانو در ارتباط با هر یک از محورها شناسایی شدند. پس از آن تدوین اقدامات فنی مورد نیاز به شرح ذیل صورت گرفت:

- تسلط به دانش فنی ساخت هادی‌های پرظرفیت نانوساختار
- تسلط به دانش فنی ساخت مقره‌های الکتریکی نانوساختار
- تسلط به دانش فنی ساخت قطعات نانوساختار مورد استفاده در ترانسفورماتورها و ژنراتورها
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سازه‌های شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو مبتنی بر نانوفناوری
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت ذخیره‌سازهای برق مبتنی بر فناوری نانو
- تسلط به دانش فنی ساخت سلول‌های خورشیدی بر پایه نانوفناوری
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت مولدهای ترموالکتریک نانو ساختار
- تسلط به دانش فنی ساخت مواد افزودنی و کاتالیست‌های نانوساختار
- تسلط به دانش فنی ساخت پوشش‌های نانوساختار
- تسلط به دانش فنی ساخت فیلترهای نانوساختار
- تسلط به دانش فنی ساخت کامپوزیت پره توربین بادی با استفاده از نانوفناوری

- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت پیل‌های سوختی و ادوات تولید هیدروژن بر پایه نانوفناوری

در جهت رفع چالش‌های موجود بر سر راه توسعه نظام نوآوری فناوری نانو در صنعت برق و انرژی ابتدا راهکارهای مدنظر اعضای کمیته راهبری برای رفع چالش‌ها دریافت شد و میزان انطباق آن راهکارها با راهبردهای سند بررسی شد و با جمع‌بندی آنها، تدوین اقدامات غیر فنی به ترتیب ذیل صورت پذیرفت:

• اقدامات مربوط به راهبرد ۱: پیشبرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه با تمرکز بر کسب توانمندی‌های فناورانه و تربیت نیروی انسانی متخصص

- ۱) تدوین برنامه جامع فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه توسعه فناوری نانو در صنعت برق
- ۲) حمایت مالی از ثبت اختراع در زمینه کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق در مراکز معتبر بین‌المللی نظیر EPO و USPTO
- ۳) برگزاری کنفرانس‌های تخصصی در حوزه‌های مختلف کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق
- ۴) تشکیل کنسرسیوم با حضور مراکز پژوهشی و صنعتی داخلی و خارجی جهت توسعه فناوری نانو در صنعت برق
- ۵) ایجاد وبسایت اطلاع‌رسانی در مورد آخرین توانمندی‌ها و دستاوردهای کشور در زمینه کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق
- ۶) حمایت از ایجاد انجمن‌های علمی در جهت توسعه فناوری نانو در صنعت برق
- ۷) انتشار نشریه تخصصی در زمینه آخرین دستاوردهای علمی و صنعتی مرتبط با کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق
- ۸) تسهیل فرایند جذب نیروهای متخصص فناوری نانو در سطح صنعت برق
- ۹) اعزام متخصصان و کارشناسان صنعت برق به مراکز پژوهشی و صنعتی داخل و خارج از کشور جهت کسب دانش و توانمندی به‌کارگیری فناوری نانو
- ۱۰) ایجاد یک گرایش بین رشته‌ای در حوزه‌های برق قدرت و نانو
- ۱۱) پایش و ارزیابی مستمر قابلیت‌ها و نیازهای موجود در زمینه کاربردهای فناوری نانو در سطح صنعت برق
- ۱۲) تقویت فعالیت «شبکه نانو در حوزه برق و انرژی» در راستای جهت‌دهی به فعالیت‌های توسعه فناوری نانو در صنعت برق

- اقدامات مربوط به راهبرد ۲: فراهم کردن بستر قانونی و فنی مورد نیاز توسعه فناوری نانو در صنعت برق با تدوین قوانین، دستورالعمل‌ها و استانداردها و نیز ایجاد زیرساخت‌های فنی عمومی
 - (۱) ایجاد آزمایشگاه مرجع تست محصولات نانویی قابل استفاده در صنعت برق
 - (۲) کمک به تأمین مواد و تجهیزات مورد نیاز برای توسعه محصولات نانویی قابل استفاده در صنعت برق
 - (۳) حمایت مالی و مشاوره‌ای از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری در کلیه زمینه‌های کاربرد فناوری نانو در صنعت برق
 - (۴) تدوین آیین‌نامه همکاری صنعت برق و دانشگاه در زمینه توسعه فناوری نانو در صنعت برق
 - (۵) راه‌اندازی یک مرکز تحقیقاتی مشترک در زمینه توسعه کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق
- اقدامات مربوط به راهبرد ۳: آگاه‌سازی و اطلاع‌رسانی در مورد کاربردها و مزایای فناوری نانو در صنعت برق
 - (۱) برگزاری نمایشگاه دائمی جهت ارائه جدیدترین محصولات و تجهیزات نانویی قابل استفاده در صنعت برق
 - (۲) اعزام مدیران ارشد صنعت برق جهت بازدید از نمایشگاه‌های بین‌المللی معتبر در زمینه محصولات و تجهیزات نانویی قابل استفاده در صنعت برق
 - (۳) به‌کارگیری آزمایشی محصولات و تجهیزات نانویی در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع، و مصرف برق
 - (۴) ارائه خدمات مشاوره‌ای رایگان یا ارزان‌قیمت به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان محصولات و تجهیزات نانویی در صنعت برق
 - (۵) انتشار بولتن جهت آگاه‌سازی مدیران صنعت برق درباره مزایا و کاربردهای فناوری نانو
- اقدامات مربوط به راهبرد ۴: تأمین و تسهیل منابع مالی مورد نیاز و تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری نانو در صنعت برق
 - (۱) اعطای تسهیلات کم‌بهره به صاحبان ایده و شرکت‌های فعال در زمینه محصولات نانویی قابل استفاده در صنعت برق
 - (۲) رایزنی و پیگیری در جهت تخصیص اعتبار مربوط به توسعه فناوری نانو در بودجه سالانه وزارت نیرو

۳) تخصیص گرنت تحقیقاتی برای انجام پژوهش‌های هدفمند در زمینه توسعه فناوری نانو در صنعت برق

۴) تدوین دستورالعمل تأمین منابع مالی برای توسعه فناوری نانو در صنعت برق

• اقدامات مربوط به راهبرد ۵: کمک به توسعه بازار محصولات و تجهیزات مبتنی بر نانو در صنعت برق با تأکید بر رفع موانع تجاری‌سازی و افزایش همکاری‌های تجاری

۱) حمایت از جذب شرکت‌های نوپای فعال در زمینه توسعه کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق در مراکز رشد

۲) خرید تضمینی محصولات نانویی تأیید شده شرکت‌های دانش‌بنیان برای به‌کارگیری در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع، و مصرف برق

۳) حمایت از سرمایه‌گذاری خطرپذیر در شرکت‌های نوپای فعال در زمینه توسعه کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق

۴) تدوین آیین‌نامه تسهیل تجاری‌سازی محصولات و تجهیزات نانویی قابل استفاده در صنعت برق

۵) تسهیل فرایند اخذ تأییدیه استفاده از محصولات و تجهیزات نانویی در شبکه برق

۶) تسهیل فرایند شرکت در مناقصات وزارت نیرو برای شرکت‌های تولیدکننده محصولات و تجهیزات نانویی

۷) تشویق شرکت‌های فعال در سطح صنعت برق برای تولید محصولات و تجهیزات مبتنی بر نانو از طریق ارائه یارانه تولید، پرداخت بخشی از سود تسهیلات و تضمین وام

۸) حمایت از ایجاد انجمن‌ها و تشکل‌های صنعتی فعال در زمینه طراحی و ساخت محصولات و تجهیزات نانویی قابل استفاده در صنعت برق

۹) ایجاد هماهنگی بین‌بخشی در میان کلیه سازمان‌ها و نهادهای ذینفع در مورد به‌کارگیری فناوری نانو در صنعت برق

۱۰) تدوین دستورالعمل‌های به‌کارگیری محصولات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو در صنعت برق

با در نظر گرفتن ملاحظات مطرح شده در چشم‌انداز و راهبردهای توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی شامل ملاحظات آگاهی‌بخشی، شبکه‌سازی علمی و تجاری فهرست نهایی سیاست‌های کلان توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی به شرح ذیل تهیه شد:

- اولویت‌دهی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه در زمینه کاربردهای فناوری نانو در صنعت برق
- تمرکز ویژه بر فعالیت‌های ترویجی و آگاهی‌بخشی
- توجه جدی به رفع مسائل زیست‌محیطی شبکه برق در به‌کارگیری فناوری نانو
- بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت نیروی انسانی متخصص در کشور
- اتخاذ رویکرد تعامل با کشورهای پیشرو در زمینه تبادل دانش و منابع انسانی
- تأکید بر شبکه‌سازی تجاری و علمی میان بازیگران
- تأکید بر تکمیل زنجیره تجاری‌سازی دانش
- حمایت از حضور بخش خصوصی

پروژه‌های اجرایی

به لیست پروژه‌های مورد نظر با ذکر اقدام مربوطه در ذیل اشاره شده است:

- ۱- دستیابی به دانش فنی ساخت هادی‌های پَرظرفیت نانوساختار
- ۱-۱- تدوین دانش فنی ساخت هادی‌های پَرظرفیت بر پایه نانولوله کربنی
- ۱-۲- تدوین دانش فنی ساخت هسته کامپوزیتی نانوساختار هادی‌های هوایی
- ۱-۳- تدوین دانش فنی ساخت روکش نانوساختار هادی‌های هوایی
- ۱-۴- تدوین دانش فنی ساخت آلیاژ نانوساختار مورد استفاده در هادی‌های هوایی
- ۲- دستیابی به دانش فنی ساخت مقره‌های الکتریکی نانوساختار
- ۲-۱- دستیابی به دانش فنی ساخت لعاب‌های ابرآبگریز نانوساختار در مقره‌های پَرسلانی
- ۲-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت پوشش نانوساختار بر روی لعاب مقره‌های پَرسلانی
- ۲-۳- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد نانوساختار مورد استفاده در بدنه مقره‌های پَرسلانی
- ۲-۴- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد کامپوزیتی نانوساختار در بدنه مقره‌های الکتریکی
- ۳- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و قطعات نانوساختار مورد استفاده در ترانسفورماتورها و

ژنراتورها

۳-۱- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد مغناطیسی نانوساختار مورد استفاده در هسته ترانسفورماتورهای توزیع نیرو

۳-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد مغناطیسی نانوساختار مورد استفاده در هسته ژنراتور

۴- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت تجهیزات و سازه‌های شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو مبتنی بر نانوفناوری

۴-۱- ساخت مواد و پوشش‌های مورد استفاده در سازه‌های بتنی نانوساختار در مقیاس نیمه صنعتی

۴-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و پوشش‌های مورد استفاده در سازه‌های بتنی نانوساختار

۴-۳- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و پوشش‌های نانوساختار مورد استفاده در دکل‌های فلزی

۴-۴- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و پوشش‌های نانوساختار مورد استفاده در تیرهای سیمانی

۴-۵- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و پوشش‌های نانوساختار مورد استفاده در یراق‌آلات

۵- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت ذخیره‌سازهای برق مبتنی بر فناوری نانو

۵-۱- تدوین دانش فنی ساخت باتری‌های یون لیتیومی نانوساختار جهت کاربرد در دماهای زیر 60°C

۵-۲- تدوین دانش فنی ساخت مواد ذخیره ساز انرژی بر پایه نانولوله کربنی

۵-۳- تدوین دانش فنی ساخت مواد ذخیره ساز انرژی بر پایه گرافن

۵-۴- تدوین دانش فنی ساخت ذخیره ساز NaS بر پایه نانوفناوری

۵-۵- تدوین دانش فنی ساخت ذخیره ساز ابررسانا بر پایه نانوفناوری

۵-۶- تدوین دانش فنی ساخت ابرخازن‌ها بر پایه نانوفناوری

۵-۷- ساخت ابرخازن‌ها بر پایه نانوفناوری در مقیاس نیمه‌صنعتی

۶- توسعه دانش فنی ساخت سلول‌های خورشیدی بر پایه نانوفناوری

۶-۱- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد نانوساختار جهت افزایش بازده سلول‌های خورشیدی بر پایه سیلیکون

۶-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت سلول‌های خورشیدی نانوساختار رنگدانه‌ای

۶-۳- دستیابی به دانش فنی ساخت سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایتی

۶-۴- ساخت سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایتی در مقیاس نیمه صنعتی

۶-۵- دستیابی به دانش فنی ساخت سلول‌های خورشیدی نانوساختار انعطاف پذیر

۶-۶- ساخت سلول‌های خورشیدی نانوساختار انعطاف پذیر در مقیاس نیمه صنعتی

۶-۷- دستیابی به دانش فنی ساخت سلول‌های خورشیدی نانوساختار کوانتومی

- ۷- توسعه دانش فنی ساخت مولدهای ترموالکتریک نانو ساختار
- ۷-۱- دستیابی به دانش فنی ساخت مولدهای ترموالکتریک نانو ساختار بر پایه نانولوله کربنی
- ۷-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت مولدهای ترموالکتریک نانو ساختار بر پایه آلیاژهای NbFeSb
- ۸- توسعه دانش فنی ساخت مواد افزودنی و کاتالیست‌های نانو ساختار
- ۸-۱- دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست‌های نانو ساختار سوخت مورد استفاده در محفظه احتراق توربین‌های گازی
- ۸-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست‌های نانو ساختار جهت حذف آلاینده‌های زیست‌محیطی
- ۸-۳- دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست‌های نانو ساختار جهت حذف عناصر سنگین از پساب نیروگاه‌ها
- ۸-۴- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار برای روغن‌های ترانسفورماتور شبکه توزیع نیرو
- ۸-۵- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار به منظور صرفه‌جویی در مصرف سوخت نیروگاه‌ها
- ۸-۶- دستیابی به دانش فنی ساخت نانوذرات PZT مورد استفاده در سنسورهای پیزوالکتریک به کار رفته در نیروگاه‌ها
- ۸-۷- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار سیکل آب و بخار بویلرهای بازیافت
- ۸-۸- دستیابی به دانش فنی ساخت نانومولسیون‌های به کار رفته در مبدل‌های حرارتی نیروگاهی به منظور افزایش راندمان
- ۸-۹- ساخت نانومولسیون‌های به کار رفته در مبدل‌های حرارتی نیروگاهی به منظور افزایش راندمان در مقیاس نیمه صنعتی
- ۸-۱۰- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد نانو ساختار مورد استفاده در آب برج‌های خنک‌کن
- ۸-۱۱- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار سوخت به منظور جلوگیری از خوردگی داغ سوپر هیترها و ری هیترها
- ۸-۱۲- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار سوخت به منظور جلوگیری از خوردگی انتهای سرد
- ۸-۱۳- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار سوخت به منظور جلوگیری از

خوردگی اکونومایزر

۸-۱۴- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانوساختار ضد رسوب در کنترل شیمیایی سیکل آب و بخار نیروگاههای بخاری

۸-۱۵- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانوساختار حذف کننده O₂ در کنترل شیمیایی سیکل آب و بخار نیروگاههای بخاری

۸-۱۶- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانوساختار برای روانکارهای مورد استفاده در نیروگاهها به منظور افزایش راندمان

۸-۱۷- دستیابی به دانش فنی ساخت نانوسیالات مورد استفاده در روغنهای انتقال حرارت

۸-۱۸- ساخت نانوسیالات مورد استفاده در روغنهای انتقال حرارت در مقیاس نیمه صنعتی

۸-۱۹- دستیابی به دانش فنی ساخت نانوذرات مغناطیسی در تعیین خواص سیالات دوفازی مخزن

۹- توسعه دانش فنی ساخت پوششهای نانوساختار و فرآیند پوشش دهی

۹-۱- دستیابی به دانش فنی ساخت پوششهای نانوساختار جهت جلوگیری از اتلاف حرارتی در قطعات داغ نیروگاهی

۹-۲- دستیابی به دانش فنی ساخت پوششهای سد حرارتی نانوساختار بر پایه YSZ

۹-۳- تدوین دانش فنی ساخت پوششهای مقاوم در برابر خوردگی داغ تجهیزات نیروگاهی

۹-۴- تدوین دانش فنی ساخت پوششهای کامپوزیتی نانوساختار مورد استفاده بر روی پره‌های کمپرسور

۹-۵- تدوین دانش فنی ساخت پوششهای نانوساختار بر روی لوله‌های بویلرهای بازیافت

۹-۶- تدوین دانش فنی ساخت پوششهای نانوساختار مورد استفاده در دودکش نیروگاههای بخاری

۹-۷- تدوین دانش فنی ساخت پوششهای نانوساختار مورد استفاده در ژانگسترم

۹-۸- تدوین دانش فنی ساخت پوششهای نانوساختار مورد استفاده در مخازن سوخت

۹-۹- توسعه دانش فنی فرآیند پوشش دهی با استفاده از مواد نانوساختار بر روی لوله‌های بویلر
HRSG

۹-۱۰- توسعه دانش فنی فرآیند پوشش دهی با استفاده از مواد کامپوزیتی نانوساختار بر روی پره توربین بخار

۹-۱۱- توسعه دانش فنی فرآیند پوشش دهی با استفاده از مواد نانوساختار بر روی پره توربین گاز

۱۰- توسعه دانش فنی ساخت فیلترهای نانوساختار

۱۰-۱- تدوین دانش فنی ساخت مواد نانوساختار مورد استفاده در فیلترهای نیروگاهی

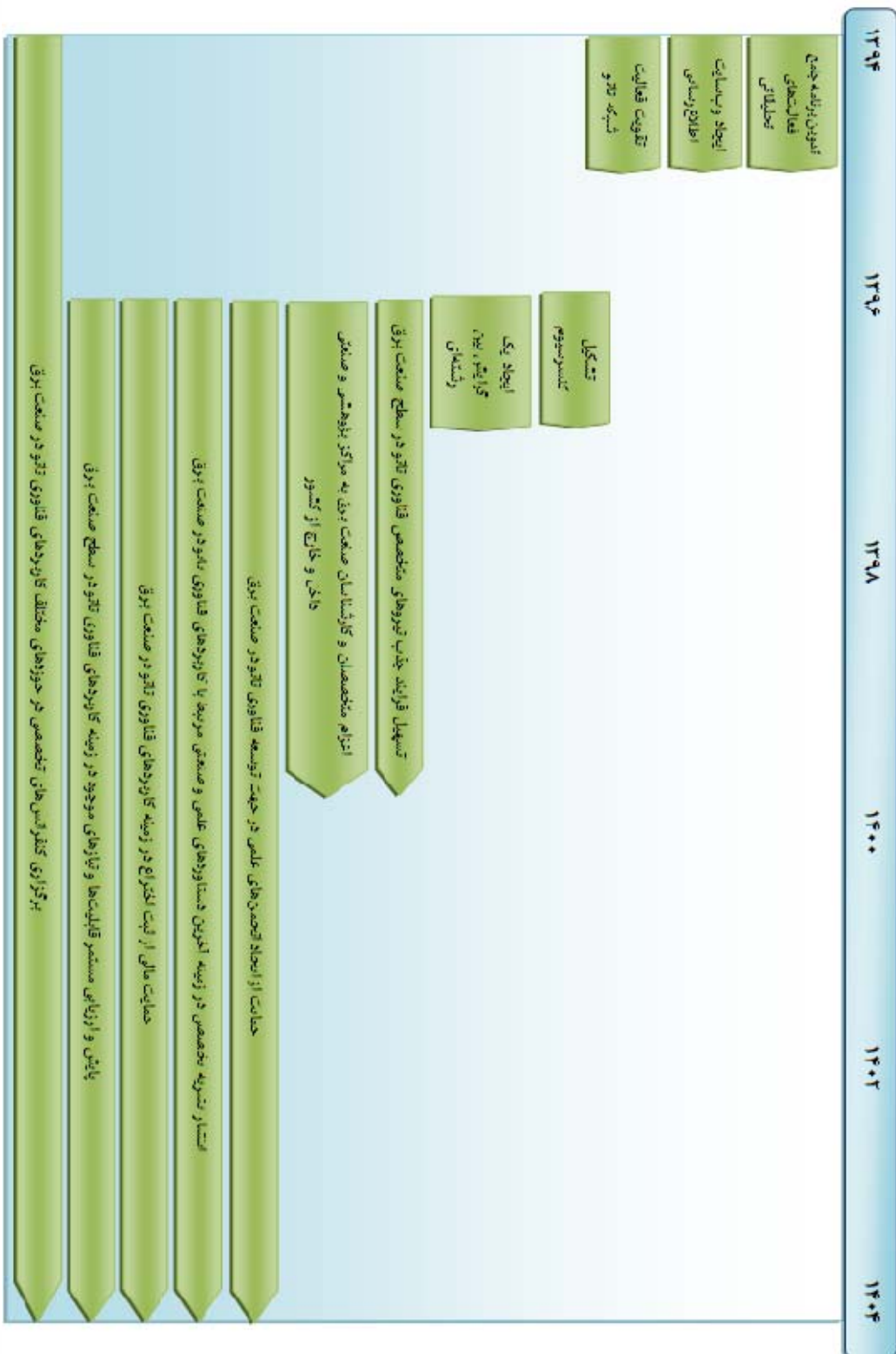
- ۱۰-۲- ساخت مواد نانوساختار مورد استفاده در فیلترهای نیروگاهی در مقیاس نیمه صنعتی
- ۱۰-۳- تدوین دانش فنی ساخت مواد نانوساختار غشاها و فیلترهای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب نیروگاهی
- ۱۰-۴- ساخت مواد نانوساختار غشاها و فیلترهای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب نیروگاهی در مقیاس نیمه صنعتی
- ۱۰-۵- تدوین دانش فنی ساخت فیلترهای نانوساختار بر پایه نانولوله کربنی
- ۱۰-۶- تدوین دانش فنی ساخت فیلترهای نانوساختار بر پایه اکسید تیتانیم
- ۱۰-۷- توسعه دانش فنی فرآیند نانوکاویتاسیون در تصفیه آب
- ۱۰-۸- توسعه دانش فنی استفاده از فیلترهای نانوساختار جهت حذف یا کاهش آلاینده‌های زیست محیطی
- ۱۱- توسعه دانش فنی ساخت کامپوزیت‌های نانوساختار مورد استفاده در توربین بادی
- ۱۱-۱- تدوین دانش فنی ساخت کامپوزیت پره توربین بادی با استفاده از نانولوله کربنی
- ۱۱-۲- تدوین دانش فنی ساخت مواد و پوشش‌های کامپوزیتی نانوساختار بکاررفته در اجزاء مختلف توربین بادی
- ۱۱-۳- تدوین دانش فنی ساخت لایه پیش‌آغشته کامپوزیت پره توربین بادی بر پایه استفاده از نانو سیلیکا
- ۱۱-۴- تدوین دانش فنی ساخت لایه پیش‌آغشته کامپوزیت پره توربین بادی بر پایه استفاده از نانولوله کربنی
- ۱۱-۵- توسعه دانش فنی استفاده از کامپوزیت‌های نانوساختار بکاررفته در اجزاء مختلف توربین بادی
- ۱۱-۶- توسعه دانش فنی ساخت و طراحی توربین بادی با استفاده از کامپوزیت‌های نانوساختار
- ۱۲- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت پیل‌های سوختی و ادوات تولید هیدروژن بر پایه نانوفناوری
- ۱۲-۱- تدوین دانش فنی ساخت مواد و لایه‌های آند بکار رفته در پیل‌های سوختی نانوساختار
- ۱۲-۲- تدوین دانش فنی ساخت مواد و لایه‌های کاتد بکار رفته در پیل‌های سوختی نانوساختار
- ۱۲-۳- تدوین دانش فنی ساخت مواد الکترولیت بکار رفته در پیل‌های سوختی نانوساختار
- ۱۲-۴- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد نانوساختار بکاررفته در اجزاء مختلف جهت افزایش بازدهی پیل‌های سوختی
- ۱۲-۵- تدوین دانش فنی ساخت اجزای پیل سوختی با ضخامت نانو جهت کاربرد در پیل‌های سوختی مینیاتوری
- ۱۲-۶- تدوین دانش فنی ساخت مواد نانو ساختار جهت ذخیره سازی هیدروژن
- ۱۲-۷- تدوین دانش فنی ساخت الکترولایزرهای نانوساختار جهت تولید هیدروژن

رهنگاشت (نقشه راه) توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

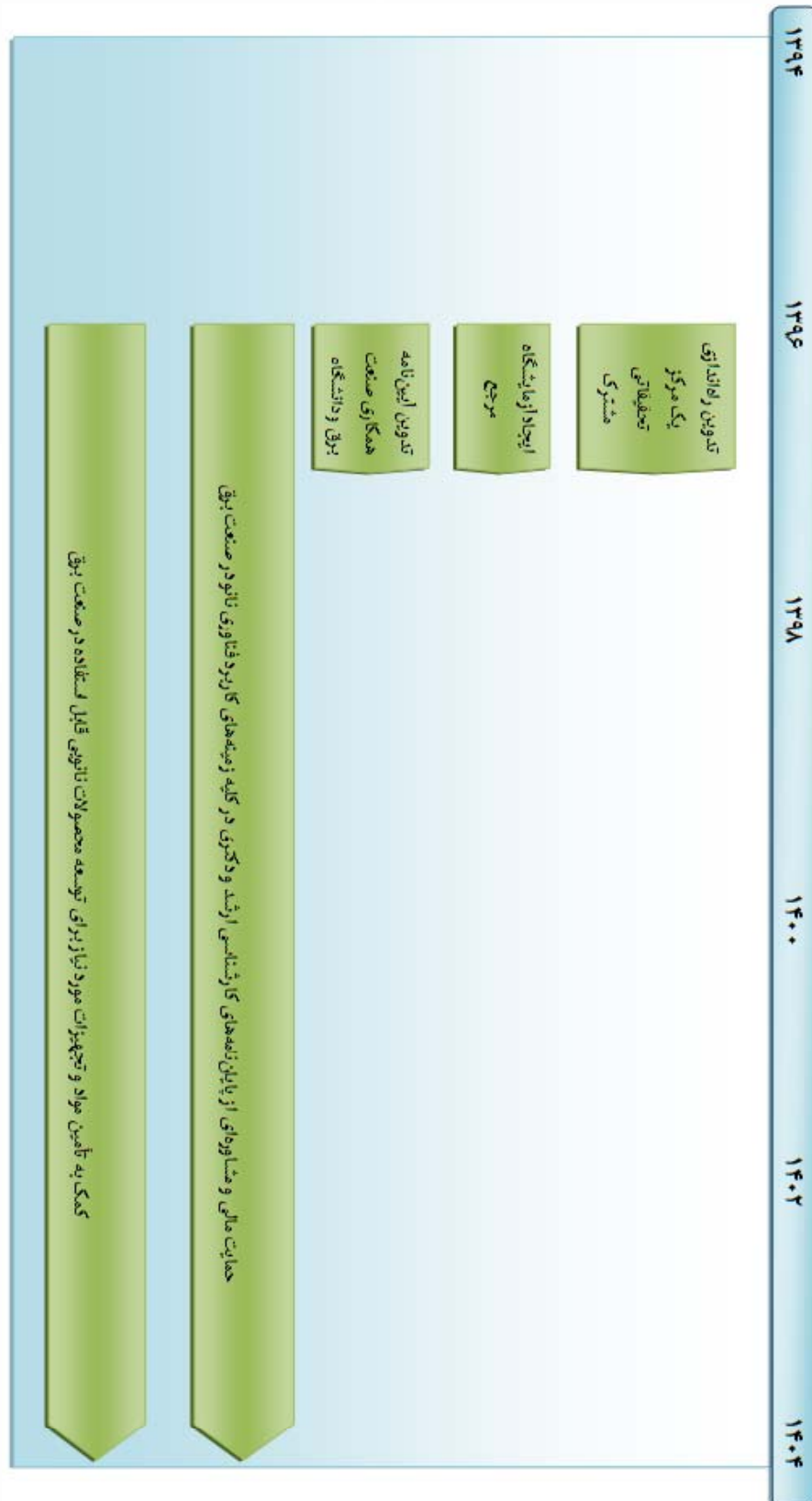
نقشه راه مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری نانو در صنعت برق



نقشه‌راه مربوط به اقدامات غیرفنی پیشبرد فعالیت های تحقیق و توسعه با تمرکز بر کسب توانمندی- های فناورانه و تربیت نیروی انسانی

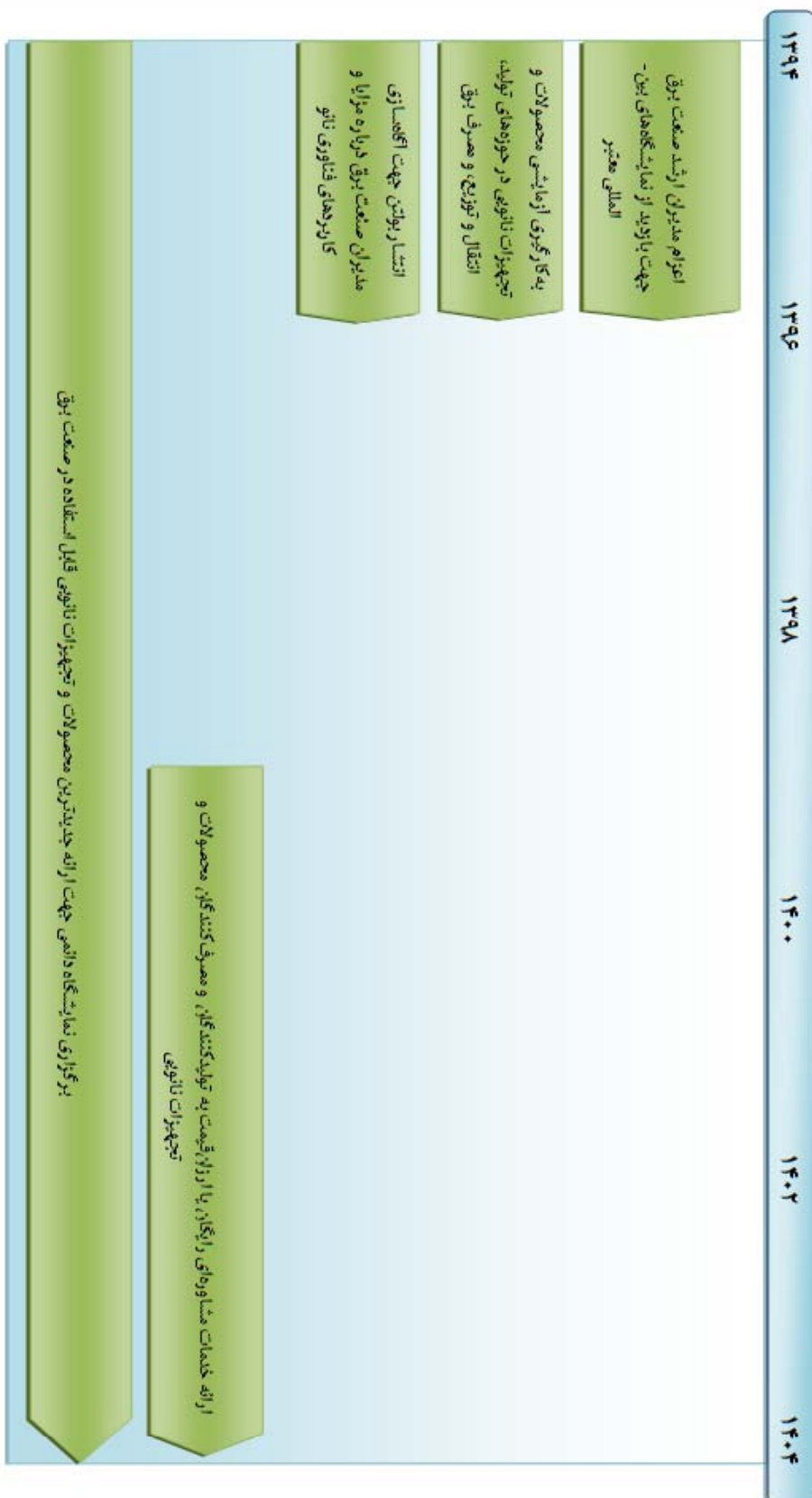


نقشه‌راه مربوط به اقدامات غیرفنی فراهم کردن بستر قانونی و فنی مورد نیاز توسعه فناوری نانو در صنعت برق

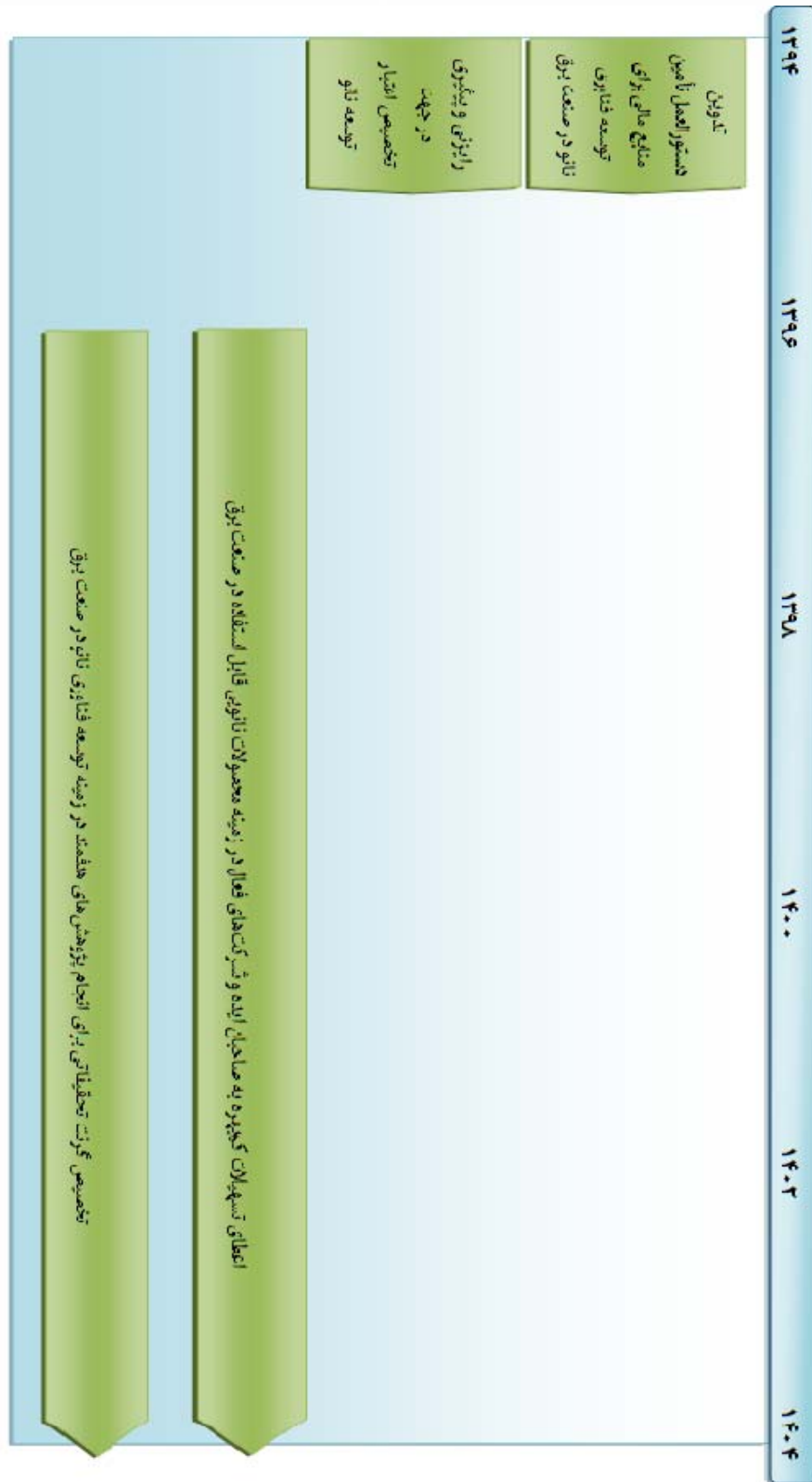


نقشه‌راه مربوط به اقدامات غیرفنی آگاه‌سازی و اطلاع‌رسانی در مورد کاربردها و مزایای فناوری نانو در

صنعت برق



نقشه‌راه مربوط به اقدامات غیرفنی تأمین و تسهیل منابع مالی مورد نیاز و تشویق بخش خصوصی به سرمایه گذاری در توسعه فناوری نانو در صنعت برق



نقشه راه مربوط به اقدامات غیرفنی کمک به توسعه بازار محصولات و تجهیزات مبتنی بر نانو در صنعت برق با تأکید بر رفع موانع تجاری سازی و افزایش همکاری‌های تجاری

