

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه فناوری

ریات‌های صنعت برق

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس محمدعلی فرحناکیان

✦ دکتر مرتضی موسی‌خانی

✦ دکتر حیدرعلی طالبی

✦ مهندس مهرداد صمدی

✦ دکتر بهمن جمشیدی

✦ دکتر مسعود سرپاک

✦ مهندس امیر نریمانی

✦ دکتر علیرضا نوروززاده

مدیر پروژه: مهندس مهسا علائی

گروه پژوهشی ابزار دقیق

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

ویرایش اول

۱۳۹۵

سال‌های بسیاری است که در کشورهای بزرگ صنعتی استفاده از ربات در خطوط تولید کارخانه‌ها و صنایع رایج شده است. به کارگیری ربات‌ها در بخش‌های گوناگون زندگی انسان به سرعت فراگیر می‌شود. ربات‌ها در زمینه‌های بسیاری به کار گرفته شده و مدام بر کاربرد آن‌ها افزوده می‌شود. یکی از زمینه‌های به کارگیری ربات‌ها، صنعت برق می‌باشد.

از اواخر دهه هفتاد، تقاضا برای استفاده از ربات‌ها در صنایع پیشرفت چشمگیری نمود. دلیل اصلی رشد صنایع رباتیک، عمدتاً به خاطر ملاحظات اقتصادی است. استفاده از ربات‌ها موجب بالا رفتن سرعت تولید و دقت کار می‌شود و علاوه بر کاهش مصرف مواد اولیه، ضایعات کار و مصرف انرژی نیز پایین می‌آید. بهبود کیفیت کار، افزایش ایمنی و سلامت کارکنان، کاهش هزینه‌های درمان و سختی کار نیز از مزایای دیگر بکارگیری ربات‌ها در صنعت می‌باشد. صنعت برق نیز در این خصوص از این قاعده مستثنا نیست. آینده صنعت برق ایران در گرو اتخاذ استراتژی و برنامه‌ریزی لازم به منظور تامین منابع مالی، رفع مشکلات زیرساختی صنعت، استفاده از ابزارها و وسایل مدرن، توجه به محیط زیست و توانمندسازی در توسعه و بهره‌برداری این صنعت می‌باشد. لذا می‌توان یکی از الزامات اساسی توسعه صنعت برق را علاوه بر تدبیر و سرمایه‌گذاری، مساله فناوری تلقی نمود که نیازمند ضرورت توجه جدی به آن برای حل چالش‌های موجود است. در سال‌های اخیر در دنیا به کاربرد رباتیک در صنعت اهمیت زیادی داده شده است و بسیاری از موسسات تحقیقاتی تحت نظارت دولت‌ها به پژوهش‌های وسیع در بکارگیری ربات‌ها در صنعت پرداخته‌اند. صنعت برق نیز هر روز هوشمندتر گردیده و طیف وسیع‌تری از فناوری‌ها را در خود جای می‌دهد. بر این اساس توجه به موضوع رباتیک برای حل مسائل صنعت برق یکی از ضرورت‌های فعلی و آتی صنعت برق کشور خواهد بود.

در این سند ابتدا ربات‌های اولویت‌دار صنعت برق شناسایی شده است. سپس چشم‌انداز و اهداف کلان طرح مشخص می‌شوند. در گام پایانی نیز پس از تعیین سیاست‌های مورد نیاز برای انجام بهینه طرح، اقدامات لازم برای دستیابی به دانش فنی و ساخت نمونه‌های نیمه صنعتی در قالب اقدامات فنی و غیر فنی مشخص خواهد شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	۱- مقدمه
۱.....	۲- مبانی سند راهبردی توسعه ربات‌های صنعت برق
۲.....	۲-۱- تعریف استاندارد (بین المللی) یک سیستم رباتیک یا ربات
۳.....	۲-۲- اجزای یک سیستم رباتیک یا ربات
۴.....	۲-۳- اهمیت و موارد کاربرد ربات
۵.....	۲-۴- تبیین چهارچوب و محدوده مطالعات
۵.....	۲-۵- تبیین سطح تحلیل
۶.....	۲-۶- تبیین افق زمانی تحلیل
۷.....	۲-۷- مرزبندی فنی یا توصیفی
۷.....	۲-۸- سابقه به کارگیری ربات‌ها
۸.....	۲-۹- دوره عمر ربات‌ها در صنعت برق
۱۰.....	۲-۱۰- تعریف پیچیدگی فنی ربات‌ها
۱۱.....	۲-۱۱- اهمیت استراتژیک و دلایل بومی‌سازی توسعه ربات‌های صنعت برق در کشور
۱۳.....	۲-۱۲- منافع اجتماعی - اقتصادی حاصل از بومی‌سازی ربات‌های صنعت برق
۱۴.....	۳- نتیجه‌گیری
۱۵.....	مراجع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۹.....	جدول ۱- معرفی مراحل چرخه عمر فناوری یا محصول
۱۳.....	جدول ۲- زمان و انرژی غیر قابل تولید ناشی از حوادث بویلر در سالهای ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۸۱

۱- مقدمه

از اواخر دهه هفتاد، تقاضا برای استفاده از ربات‌ها در صنایع پیشرفت چشمگیری نمود. دلیل اصلی رشد صنایع رباتیک، عمدتاً به خاطر ملاحظات اقتصادی است. استفاده از ربات‌ها موجب بالا رفتن سرعت تولید و دقت کار می‌شود و علاوه بر کاهش مصرف مواد اولیه، ضایعات کار و مصرف انرژی نیز پایین می‌آید. بهبود کیفیت کار، افزایش ایمنی و سلامت کارکنان، کاهش هزینه‌های درمان و سختی کار نیز از مزایای دیگر بکارگیری ربات‌ها در صنعت می‌باشد. صنعت برق نیز در این خصوص از این قاعده مستثنا نیست.

آینده صنعت برق ایران در گرو اتخاذ استراتژی و برنامه‌ریزی لازم به منظور تامین منابع مالی، رفع مشکلات زیرساختی صنعت، استفاده از ابزارها و وسایل مدرن، توجه به محیط زیست و توانمند سازی در توسعه و بهره‌برداری این صنعت می‌باشد. لذا می‌توان یکی از الزامات اساسی توسعه صنعت برق را علاوه بر تدبیر و سرمایه‌گذاری، مساله فناوری تلقی نمود که نیازمند ضرورت توجه جدی به آن برای حل چالش‌های موجود است. در سالهای اخیر در دنیا به کاربرد رباتیک در صنعت اهمیت زیادی داده شده است و بسیاری از موسسات تحقیقاتی تحت نظارت دولت‌ها به پژوهش‌های وسیع در بکارگیری ربات‌ها در صنعت پرداخته‌اند. صنعت برق نیز هر روز هوشمندتر گردیده و طیف وسیع‌تری از فناوری‌ها و تجهیزات را در خود جای می‌دهد. بر این اساس توجه به موضوع رباتیک برای حل مسائل صنعت برق یکی از ضرورت‌های فعلی و آتی صنعت برق کشور خواهد بود. در این گزارش به مبانی سند راهبردی توسعه ربات‌های صنعت برق همانند تعریف ربات و اجزای آن، اهمیت به کارگیری و دلایل بومی‌سازی، تعیین محدوده مطالعات، سطح تحلیل و افق زمانی و دوره عمر ربات‌ها در صنعت برق و تعریف پیچیدگی فنی ربات‌ها و ... پرداخته می‌شود.

۲- مبانی سند راهبردی توسعه ربات‌های صنعت برق

به منظور تدوین سند راهبردی توسعه ربات‌های صنعت برق، نخست باید چهارچوب موضوع برای انجام بررسی‌های بیشتر شناسایی شود. صنعت برق از اجزای مختلفی تشکیل شده است و یک دسته‌بندی آن شامل بخش‌های تولید، انتقال، توزیع و مصرف می‌باشد. در این طرح گستره مطالعه‌ها سه بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی خواهد بود. بر این پایه بررسی‌ها و واکاوی‌های این پروژه را می‌توان به دسته‌های زیر بخش نمود:

- شناخت انواع ربات‌های بکار گرفته شده در صنعت برق، توانمندی‌ها و مزایای استفاده از آنها
 - شناخت فناوری‌های بکار رفته در این ربات‌ها و بررسی امکان‌پذیری ساخت و تعیین اولویت توسعه آنها
 - تدوین برنامه جهت بومی‌سازی ربات‌های انتخاب شده در قالب سند راهبردی و نقشه راه بر پایه مطالعه‌ها و بررسی‌های بالا، برون‌دادهای زیر در قالب سند نقشه راه به دست خواهد آمد:
 - فهرست پروژه‌های طراحی و ساخت ربات‌های مورد نیاز صنعت برق که در قالب طرح‌ها و پروژه‌های اجرایی انجام خواهند شد.
 - فهرست پروژه‌های پژوهشی فناوری‌های نوین ربات‌ها که در قالب پروژه‌های پژوهشی، کارشناسی ارشد و دکتری دنبال خواهد شد.
 - فهرست پروژه‌ها یا سیاست‌های حمایتی در راستای دستیابی به اهداف سند مانند ایجاد زیرساخت‌های لازم یا تجهیز آزمایشگاه‌های مربوطه
- بنابراین می‌توان گفت که اگر ساخت ربات مورد نیاز دارای چالش فناوری باشد، نخست باید یک یا چند پروژه پژوهشی POC (Proof of Concept) برای به دست آوردن فناوری‌های پایه‌ای آن تعریف و اجرا نمود. سپس در گام بعدی، پروژه ساخت دستگاه را آغاز نمود. در این بررسی‌ها، زمان و هزینه تقریبی انجام پروژه‌ها نیز بیان خواهد شد که به موازات این فعالیت‌ها، زیرساخت‌های مورد نیاز نیز باید ایجاد گردد.

۲-۱- تعریف استاندارد (بین‌المللی) یک سیستم رباتیک یا ربات

یک تعریف استاندارد واحد برای یک ربات به طور کلی در دسترس نیست و تعاریف مختلفی که عموماً دارای معانی مشابه و نزدیک به هم می‌باشند توسط موسسات و استانداردهای مختلف ارائه شده است. در ادامه سه نمونه از این تعاریف معرفی می‌گردد [۱].

موسسه رباتیک آمریکا (RIA^۱) ربات را به عنوان یک تجهیز دارای کنترل چند منظوره با قابلیت برنامه‌ریزی می‌داند که طراحی شده تا مواد، قطعات و ابزار را جا به جا نماید و به منظور انجام امور مختلف به کار رود. ربات یک تجهیز اتوماتیک

^۱ The Robotics Institute of America

می‌باشد که می‌تواند خود را با شرایط پیچیده محیطی که در آن کار می‌کند وفق دهد و به وسیله برنامه‌ریزی مجدد، جایگزین یک یا چندین وظیفه از وظایف بشر در تعاملات با محیط به مدت طولانی گردد [۲].

مطابق با تعریف موسسه^۱ ARAA، یک ربات دارای سه مشخصه ضروری زیر می‌باشد [۳]:

➤ یک ربات دارای شکلی از حرکت می‌باشد.

➤ یک ربات برای انجام امور مختلف می‌تواند برنامه‌ریزی شود.

➤ بعد از برنامه‌ریزی شدن، یک ربات به طور خودکار عمل می‌نماید.

تعریف The tech Museum of Innovation از ربات ماشینی است که اطلاعات را درباره محیطش حس و جمع‌آوری

می‌نماید و با استفاده از این اطلاعات، دستورالعمل‌هایی را برای انجام کار محوله دنبال می‌نماید [۴].

۲-۲- اجزای یک سیستم رباتیک یا ربات

یک ربات به طور کلی دارای اجزاء عمومی به شرح زیر می‌باشد، اگرچه ممکن است تمام اجزا زیر در یک ربات کاربرد نداشته باشند:

کنترلر یا سیستم هدایت و کنترل: این سیستم الکترونیکی که مغز ربات نیز می‌باشد وظیفه اجرای الگوریتم‌ها و کنترل اجزای الکترونیکی و مکانیکی ربات را بر عهده دارد.

➤ واحد ارتباطی: که ربات از آن جهت ارتباط با اپراتور و تبادل فرامین کنترلی و دیتا استفاده می‌کند. این ارتباط می‌تواند به صورت کابلی و یا بی‌سیم باشد.

➤ سیستم نیروی محرکه ربات: نیرو محرکه یا Actuator تولید کننده قدرت و نیروی ربات است که توسط یک کنترل

کننده دقیق به کنترل مفصل‌ها و قطعات متحرک ربات می‌پردازد. نیرو محرکه می‌تواند بادی، روغنی و یا برقی باشد.

سیستم محرکه ربات: این واحد از بخش‌های مکانیکی مختلفی تشکیل شده است که از طریق آن حرکت ربات

صورت می‌گیرد. از جمله این بخش‌ها بازوی ربات می‌باشد که از یک سری محورها و مفصل‌ها تشکیل شده است و

می‌تواند از عملکردی شبیه بازوی انسان برخوردار است. از موارد کاربرد بازوی رباتیک را می‌توان در حوزه‌های

جوشکاری، جابجایی قطعات، پاشیدن رنگ و برشکاری نام برد.

¹ Australian Robotics and Automation Association

➤ سنسورها: سنسورها به ربات امکان جمع‌آوری اطلاعات از محیط را می‌دهند که برای درک وضعیت داخلی و یا خارجی ربات ضروری می‌باشد.

➤ الگوریتم‌های نرم‌افزاری: این الگوریتم‌ها که توسط واحد هدایت و کنترل ربات پردازش و اجرا می‌شوند، بسته به وظایف ربات پیاده‌سازی می‌شوند. از انواع این الگوریتم‌ها می‌توان به الگوریتم‌های مکان‌یابی، درک محیط، گریز از موانع و ناوبری اشاره کرد.

۲-۳- اهمیت و موارد کاربرد ربات

امروزه ربات‌های بسیاری در صنایع مختلف به کار گرفته می‌شوند. این ربات‌ها عمدتاً با دو رویکرد توسعه می‌یابند. در رویکرد اول، ربات‌ها جهت انجام فعالیت‌هایی که نیازمند دقت مضاعف هستند یا امور تکراری و خسته کننده بکار گرفته می‌شوند. اکثر این ربات‌ها بصورت ثابت کاری تکراری و محدود را انجام می‌دهند. اما دسته دیگری از آنها به مدد بهره‌گیری از فناوری هوش مصنوعی جهت انجام امور متنوع در شرایط مختلف طراحی می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها وظایفی را انجام می‌دهند که انجام آنها برای انسان خطرناک است، از قبیل جستجو در کشتی‌های غرق شده، امداد و نجات در بحران‌ها، اکتشاف در سایر سیارات و خنثی سازی بمب‌ها و مین‌های جنگی. در آینده ربات‌ها می‌توانند به عنوان پرستار، پزشک، سرگرم کننده، محافظ امنیتی، پلیس و حتی سرباز جنگی بکار گرفته شوند. در حال حاضر بیشترین ربات‌های ساخته شده، ربات‌هایی هستند که در کارخانجات بزرگ و در خط تولید محصولات و صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در صنعت برق نیز ربات‌ها می‌توانند کاربردهای مختلفی داشته باشند. جهت تامین انرژی الکتریکی به صورت پایدار، تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه، بازرسی و پیدا کردن عیوب و ایمنی پرسنل حائز اهمیت می‌باشد. انجام بازرسی‌های دوره‌ای و منظم از تجهیزات و اجزای شبکه قدرت منجر به کشف عیوب شده و از خروجی‌های اضطراری و بی‌برقی شبکه جلوگیری می‌کند. علاوه بر این استفاده از ربات علاوه بر کاهش زمان بازرسی و افزایش کیفیت بازرسی‌های انجام شده موجب افزایش ایمنی پرسنل و کاهش خطرات جانی نیز می‌گردد.

علاوه بر این همانطور که پیشتر گفته شد اهمیت بکارگیری ربات‌ها در صنعت برق وقتی بیشتر درک می‌شود که میزان سرمایه‌گذاری در این صنعت مورد توجه و دقت قرار گیرد. مسلماً اگر از ظرفیت‌های نصب شده نیروگاه‌ها حداکثر استفاده نشود و در اثر حوادث و بروز عیوب به طور اضطراری نیروگاه از شبکه جدا شود، برای جلوگیری از کمبود در شبکه لاجرم نیاز به

سرمایه‌گذاری جدید و افزایش ظرفیت نصب شده می‌باشد. مقایسه هزینه سرمایه‌گذاری جدید با هزینه بهبود روش‌های بازرسی، تعمیراتی و نگهداری نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری جدید مقرون به صرفه نیست.

به طور مثال ربات‌ها می‌توانند در شستشوی تجهیزاتی همانند مقره‌ها، بازبینی تونل‌های مسیر کابل فشار قوی، بازبینی داخل ترانسفورماتورها، بازرسی لوله‌های بویلر، ضخامت سنجی و رسوب سنجی به کار روند.

۲-۴- تبیین چهارچوب و محدوده مطالعات

همانطور که پیشتر نیز گفته شد اگرچه ربات‌ها در سطوح وسیعی از صنایع مختلف به کار گرفته شده‌اند، محدوده و گستره مطالعات این طرح شامل کاربردهای ربات در صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی برق می‌باشد.

۲-۵- تبیین سطح تحلیل

در این بخش، بر پایه تعریف پروژه، مرزهای جغرافیایی مطالعه‌ها و بررسی‌های موضوع "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه ربات‌های صنعت برق" واکاوی خواهد شد. از همین روی می‌توان محدوده‌های مورد واکاوی را به دو دسته اشاره شده زیر بخش نمود:

➤ درون کشوری

یقیناً برای آماده نمودن سند راهبردی مورد نظر، باید یک رویکرد ملی وجود داشته باشد و در آن وضعیت کنونی کشور، نیازهای فعلی و آینده صنعت برق کشور دیده شود. از آنجا که از نظر جغرافیایی صنعت برق در سراسر کشور پراکنده می‌باشد، بنابراین مطالعه‌ها و بررسی‌های لازم برای آماده کردن سند راهبردی، محدوده جغرافیای سراسر کشور را در بر می‌گیرد.

➤ برون کشوری

کوشش‌های لازم برای آماده نمودن سند راهبردی موضوع، در پایان به ساخت فرآورده‌هایی خواهد انجامید که به نیازهای کنونی و آینده صنعت برق کشور پاسخ می‌دهد. در این پروژه تجربیات کشورهای برون مرزی مطالعه شده و ربات‌های بکار رفته در صنعت برق آنها بررسی می‌گردد.

سطح تحلیل جغرافیایی سند در حوزه صنعت برق کشور و در سطوح تولید، انتقال و توزیع می‌باشد.

۲-۶- تبیین افق زمانی تحلیل

یکی از ویژگی‌های سند راهبردی که باید آشکار شود، افق زمانی واکاوی موضوع می‌باشد. برای این کار، موضوع از دو

روی بررسی می‌شود:

➤ بازه زمانی نیازها

تا زمان رخداد دگرگونی بنیادین در شیوه تولید انرژی برق، صنعت برق کنونی پابرجا خواهد بود و نیاز به پژوهش‌های جدید و فناوری‌های جدید همچون رباتیک وجود خواهد داشت. بنابراین نیاز است تا پس از آماده نمودن سند راهبردی مورد نظر در این پروژه، ربات‌های جدید، امکان‌پذیری و مزایای آن رصد شده و برنامه ریزی‌های جدید، به سند راهبردی کنونی افزوده شود. بنابراین به جای کوشش برای یافتن نیازهای آینده دور، می‌توان بر روی نیازهای کوتاه و میان مدت (۱۴۰۴) همگرا شد.

➤ زمان دستیابی به دانش فنی فرآورده‌ها

دستیابی به دانش فنی طراحی و ساخت ربات‌ها و یا فناوری‌های وابسته، بسته به پیچیدگی موضوع، زمان، هزینه و چالش‌های خود را در خواهد داشت.

همان‌گونه که در بخش‌های پیشین نیز اشاره شد، گاهی نیاز است پیش از آغاز پروژه طراحی و ساخت فرآورده مورد نظر، چالش‌های فناوری مربوطه، در قالب یک یا چند پروژه POC برطرف شوند. بنابراین دستیابی به دانش فنی ساخت فرآورده، می‌تواند کوتاه، در یک گام و یا بلند و در چند گام انجام شود.

زمان هر پروژه با توجه به چالش فناوری تعیین خواهد شد و پروژه‌ها می‌توانند در سال‌های گوناگون بنا بر الویت شروع

گردند و یا با یکدیگر همزمان باشند. برنامه‌ریزی‌های این پروژه تا سال ۱۴۰۴ خواهد بود.

۲-۷- مرزبندی فنی یا توصیفی

در مرزبندی فنی باید مشخص شود که از لحاظ فنی تمرکز این مطالعه و سند بر چه حوزه‌ای می‌باشد. این حوزه می‌تواند حوزه علم و دانش یا بخش فناوریانه و یا محصول فناوریانه باشد. در این سند طراحی و ساخت ربات‌های کاربردی در صنعت برق یا محصول فناوریانه در این حوزه مورد نظر است.

۲-۸- سابقه به کارگیری ربات‌ها

اگرچه علم رباتیک در قرن بیستم به وجود آمد، تاریخچه اتوماسیون دست‌ساز بشر دارای پیشینه طولانی‌تری است و به سالها قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد. از آن سالها متون قدیمی مبنی بر اختراع ماشین‌هایی که به طور خودکار حرکت می‌کردند در یونان و از یک مهندس یونانی به دست آمده است. در سال ۱۹۲۰ داستان نویس اهل چکسلواکی، کارل کاپک برای نخستین بار از واژه ربات در یک نمایشنامه به نام R.U.R استفاده نمود. این واژه در اصل از کلمه Robotica در زبان چک گرفته شده است که به معنای کار بدنی سخت و خسته‌کننده می‌باشد [۵].

با انقلاب صنعتی و افزایش تمرکز بر ریاضیات و مهندسی، علم رباتیک به معنای امروزی‌تر خود نزدیک گشت. در این سالها کوشش‌ها و تحقیقات زیادی در توسعه علم رباتیک صورت گرفته است که در ادامه لیستی از برخی وقایع این سالها آورده شده‌اند [۵]:

- در سال ۱۹۴۶ جرج دول حق امتیاز یک سیستم کنترلی با قابلیت انجام عملیات تکرارپذیر را با استفاده از یک ضبط مغناطیسی به نام خود ثبت نمود. در این سال همچنین ج. پرسپراکرت و جان ماوچلی کامپیوتر انیاک اولین کامپیوتر الکترونیکی را در دانشگاه MIT واقع در Whirlwind ساختند.
- در سال ۱۹۵۱ در فرانسه ریموند گوارتز اولین بازوی چند مفصل قابل کنترل از راه دور را برای کمیسیون انرژی اتمی آن کشور ساخت. از این اختراع به عنوان نقطه عطفی در تکنولوژی فیدبک نیروها یاد می‌شود.
- در سال ۱۹۶۲ شرکت جنرال موتور اولین ربات صنعتی را از شرکت Unimation خریداری و در خط تولید نصب نمود. این ربات جایجا کننده اجسام اولین سری از ربات‌های Unimate بود که به کار گرفته می‌شد.

- در سال ۱۹۶۷ ژاپن یک ربات Versatran را از شرکت AMF خریداری نمود. این ربات اولین رباتی بود که به ژاپن وارد می‌شد.
 - در سال ۱۹۶۸ انستیتو تحقیقات رباتیک دانشگاه استانفورد ربات Shakey را ساخت که یک ربات متحرک با قابلیت پردازش تصاویر بوده و توسط یک کامپیوتر در محدوده یک اتاق کنترل می‌شد.
 - در سال ۱۹۷۰ پروفیسور ویکتور اسکیمین از دانشگاه استانفورد بازوی استانفورد را طراحی نمود که امروزه نیز سینماتیک آن به عنوان استاندارد بازوها شناخته می‌شود.
 - در سال ۱۹۷۳ شرکت Cincinnati Milacron رباتهای مدل T3 که اولین سری از رباتهای صنعتی قابل کنترل با مینی کامپیوتر بودند که در مقیاس تجارتي تولید می‌شدند را روانه بازار نمود (این ربات توسط ریچارد هان طراحی شده بود).
 - در سال ۱۹۹۷ ماموریت فضایی ناسا توجه جهانیان را با فرود سفینه مسیر یاب بر سطح مریخ و عکس‌های ربات راه‌پیمای Sojourner معطوف خود ساخت.
 - در سال ۲۰۰۰ شرکت هوندا ربات آسیمو را که نسل دیگری از رباتهای انسان نما بود را به نمایش گذاشت.
- تا کنون در داخل کشور از ربات در حوزه صنعت برق استفاده نشده است، اگرچه ربات‌هایی ساخته شده‌اند که کاربرد در این حوزه داشته‌اند (ربات با کارکرد شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر) ولی عملاً استفاده از ربات در صنعت برق سابقه اجرایی نداشته است.

۲-۹- دوره عمر ربات‌ها در صنعت برق

تکنولوژی‌ها یکی پس از دیگری متولد و وارد بازار می‌شوند و در نهایت برخی از آنها با ورود تکنولوژی‌های جایگزین از رده خارج می‌گردند. در حقیقت همان‌طور که زندگی موجودات زنده از مراحل اصلی تولد، رشد، بلوغ و مرگ می‌گذرد، هر تکنولوژی نیز این فراز و نشیب را تجربه می‌کند. این مراحل را چرخه عمر تکنولوژی می‌نامند. از چرخه عمر تکنولوژی می‌توان برای پیش‌بینی تکنولوژی و طرح ریزی به منظور توسعه آن را بهره گرفت.

به بیانی دیگر می‌توان چرخه عمر تکنولوژی را به مراحل مختلفی تقسیم‌بندی کرد. این دامنه به پنج دوره "پروردگی"، "معرفی یا جنینی"، "رشد"، "بلوغ یا اشباع" و "نزول یا افول" تقسیم‌بندی می‌شود.

با بررسی‌های صورت گرفته مشخص گردیده است که به کارگیری ربات‌ها در صنعت برق نسبت به سایر صنایع از پیشینه کمتری برخوردار است و هنوز بسیاری از کاربردهای ربات در این صنعت به مرحله تجاری‌سازی نرسیده‌اند. لذا در خصوص انتخاب چرخه عمر توسعه ربات‌های صنعت برق می‌توان گفت که توسعه و به کارگیری این ربات‌ها در دوره چرخه عمر معرفی یا جنینی قرار دارند. چرخه عمر هر ربات و دلیل قرارگیری در این چرخه، در گزارش فاز دوم پروژه به تفصیل بیان خواهد شد. در جدول (۱)، مراحل چرخه عمر فناوری‌ها (محصولات) و علل قرارگیری یک فناوری (محصول) در هر چرخه عمر آورده شده است.

جدول ۱- معرفی مراحل چرخه عمر فناوری یا محصول

دوره پروردگی	دوره معرفی (جنینی)	دوره رشد	دوره بلوغ (اشباع)	دوره افول (نزول)
<ul style="list-style-type: none"> محصولات و فرآیندهای مرتبط با تکنولوژی در مرحله نوپایی قرار دارند مجموعه‌ای از نوآوری‌ها پی‌درپی رخ می‌دهند تا سرانجام یکی کامیاب شده و بر دیگران فائق می‌آید (جنگ ایده‌ها). آزمایش‌های تجربی صورت می‌گیرد و اشکالات اولیه سیستم رفع می‌شود. 	<ul style="list-style-type: none"> محصول تکنولوژی وارد بازار شده است ولی بهره‌گیری از تکنولوژی رشد بسیار کندی دارد تکنولوژی در این مرحله بسیار متغیر و نامشخص (تثبیت نشده) است. شرکت‌های بزرگ انگیزه و رغبتی برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی ندارند. ریسک سرمایه‌گذاری بسیار بالا و در عوض قیمت‌ها و سود آن نیز بالا است. 	<ul style="list-style-type: none"> روند استفاده و بهره‌برداری از تکنولوژی به سرعت افزایش می‌یابد. رقابت برای افزایش تولید و کاهش قیمت بالا می‌گیرد تحولات بنیادی در فرآیندهای تولید در جهت کاهش قیمت‌ها و تولید انبوه محصولات صورت می‌پذیرد استاندارد شدن محصولات، قطعات و حتی فرآیندها 	<ul style="list-style-type: none"> تغییرات عمده‌ای در تکنولوژی رخ نمی‌دهد، نوآوری به شدت کاهش می‌یابد و عمدتاً به بهینه‌سازی سیستم محدود می‌شود به دلیل بلوغ صنعت و تکنولوژی، بازار به بیشترین حد گسترش می‌یابد و رقابت در کاهش قیمت تشدید می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> از زمانی که تکنولوژی‌های جایگزین پا به عرصه ظهور می‌گذارند، مرحله افول تکنولوژی قدیمی‌تر شروع می‌شود. از دست رفتن بازار فروش و کاهش شدید قیمت‌ها

فناوری توسعه ربات‌های صنعت برق به دلایل زیر در مرحله معرفی قرار می‌گیرد:

➤ رشد بازار آرام

➤ عدم تولید انبوه. تولید تکی یا دسته‌ای

- هزینه تحقیق و توسعه قابل توجه برای محصول
- در این مرحله قیمت روش به دلیل هزینه‌های اجرا و سربار تولید بالاست

۲-۱۰- تعریف پیچیدگی فنی ربات‌ها

پیچیدگی محصول، منعکس کننده میزان دانشی است که در ساختار تولیدی هر محصول به کار رفته است. بر این اساس محصول‌های متکی بر منابع طبیعی یا صادرات مواد خام و تک محصولی جزء محصول‌های غیرپیچیده طبقه‌بندی می‌شوند و هر قدر محصول از درجه دانش بالاتری برخوردار باشد، سطح پیچیدگی آن بیشتر خواهد بود.

ربات‌های صنعت برق نیز از دانش فنی بالایی برخوردار هستند. بنابراین از درجه پیچیدگی بالایی نیز برخوردار هستند و جز فناوری‌های برتر قرار می‌گیرند. در ادامه یک سطح‌بندی برای دسته‌بندی پیچیدگی فناوری‌ها ارائه شده است. این سطح‌بندی که دراصل توسط لارسن و روجرز مطرح گردیده و اخیراً توسط خلیل ارائه شده است به شرح زیر است (Khalil, 2000):

الف) فناوری برتر: به فناوری پیشرفته یا پیچیده اطلاق می‌شود. برتر بودن و یا سطح بالا بودن فناوری با استناد به ویژگی‌های بنگاه‌هایی که از آن استفاده می‌کنند، مشخص می‌شود. این ویژگی‌ها عبارتند از:

- بنگاه دارای کارکنانی با مدارج بالای تحصیلی است و تعداد زیادی از کارکنان را مهندسان و دانشوران تشکیل می‌دهند.

- فناوری‌های چنین بنگاهی با سرعتی بیش از سایر صنایع تغییر می‌کنند.

- ابزار رقابت بنگاه نوآوری است.

- بنگاه مبلغ بالایی را صرف تحقیق و توسعه می‌کند (۱۰ درصد فروش یا دو برابر میانگین هزینه‌های تحقیق و توسعه صنعت).

- بنگاه دارای توانایی استفاده از فناوری برای رشد سریع است و بقای آن با ظهور فناوری‌های رقیب تهدید می‌شود.

ب) فناوری میانه (متوسط): به گستره وسیعی از فناوری‌ها اطلاق می‌شود که بین فناوری‌های سطح بالا (برتر) و سطح پایین قرار می‌گیرند. این اصطلاح معمولاً در مورد فناوری‌های بالغی به کار می‌رود که بیش از سایر فناوری‌ها در معرض انتقال قرار دارند.

- پ) فناوری سطح پایین: به فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که در بخش بزرگی از جامعه بشری نفوذ کرده‌اند. این فناوری‌ها توسط نگاه‌های گوناگونی که دارای ویژگی‌های زیر هستند، بکار گرفته می‌شوند:
- کارکنان آنها دارای سطوح پایینی از تحصیلات یا مهارت هستند.
 - عملیات آنها دستی یا نیمه خودکار است.
 - هزینه تحقیقاتی آنها پایین‌تر از میانگین صنعت است.
 - پایه فناوری آنها ثابت است و تغییرات اندکی دارد.

۲-۱۱- اهمیت استراتژیک و دلایل بومی‌سازی توسعه ربات‌های صنعت برق در کشور

در بخش‌های پیشین به کاربردهای ربات در صنعت برق اشاره شد. از آنجا که اکثر ربات‌های صنعت برق در دوره معرفی و پروردگی خود هستند، عمدتاً به صورت محصولات تجاری به بازار جهت فروش عرضه نشده‌اند. این ربات‌ها که اکثراً توسط دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی وابسته به صنعت، بسته به نیاز طراحی و ساخته شده‌اند یا دارای خصوصیات سفارشی شده می‌باشند و کاربردی عمومی ندارند و یا برای برخی برندهای خاص توسعه داده شده‌اند. همچنین خصوصیات صنایع در کشورهای مختلف ایجاب می‌کند رباتی که به طور مثال در کشوری مثل ژاپن برای صنعت برق توسعه داده شده باشد، به دلیل تفاوت ساختار نیروگاه‌های کشور قابلیت بکارگیری در صنعت داخل کشور را نداشته باشد و این یکی از دلایل مهم بومی‌سازی صنعت ربات در داخل کشور می‌باشد. به عبارت دیگر کاربرد خاص منظوره ایجاب می‌کند که این صنعت در داخل کشور با توجه به نیاز صنعت داخلی توسعه داده شود.

یکی دیگر از دلایل بومی‌سازی صنعت رباتیک در داخل کشور این است که عمدتاً انتقال تکنولوژی مقدور نیست. به عنوان مثال شرکت Hydro-Quebec و شرکت نیروگاهی برق و گاز چند ملیتی بریتانیایی National Grid یک توافق‌نامه را برای ربات LineScout که قادر به بازرسی خطوط انتقال فشار قوی می‌باشد امضا کرده‌اند (این ربات برای نیازهای خود شرکت در ابتدا توسعه داده شد). تحت این توافق‌نامه، شرکت National Grid از حق استفاده از تکنولوژی LineScout در محدوده بریتانیا به مدت ۱۰ سال برخوردار شده است و پس از ده سال باید مجدداً قرارداد جدید برای استفاده منعقد گردد [۶]. انعقاد چنین قراردادهایی برای انتقال تکنولوژی عمدتاً برای صنعت داخل مقدور نیست و یا به علت متفاوت بودن وضعیت ساختاری خطوط انتقال (مورد اول) ممکن نمی‌باشد.

از طرفی یکی دیگر از دلایل توسعه بومی‌سازی صنعت رباتیک داخل کشور، صرفه اقتصادی آن در طولانی مدت برای کشور می‌باشد که در بخش منافع اجتماعی اقتصادی به آن کامل پرداخته خواهد شد که فقط خسارت خروج از بویلر نیروگاه سالانه حدود ۳ میلیارد تومان ضرر مالی برای صنعت به همراه دارد، با سرمایه‌گذاری چند صد میلیون تومانی برای یک محصول رباتیک می‌توان این خسارت را کاهش داد و از این ضررهای سالانه جلوگیری نمود.

علاوه بر این امروزه دستیابی به دانش فناوری‌های نوین و بهره‌برداری از آن‌ها نیز یکی از سنجه‌های مهم رشد یافتگی کشورها به شمار می‌آید، با توسعه ربات‌ها در صنعت برق، گام برداشتن به سمت رشد یافتگی صنعتی نیز صورت می‌گیرد. همچنین به کمک ربات‌ها بازرسی و کشف عیوب، سریع‌تر انجام شده و انرژی الکتریکی در دسترس افزایش می‌یابد. این امر با کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری‌های جدید در صنعت برق از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر می‌باشد. به عنوان مثال، خروج بویلر اولین دلیل توقف واحدهای نیروگاه‌های سوخت فسیلی در دنیا می‌باشد. تقریباً نیمی از این خروج‌ها به خاطر نشتی لوله‌های سوپر هیت و نیمی به خاطر نشتی لوله‌های واتروال است. حداقل ۱۲ ساعت طول می‌کشد تا بویلر آنقدر خنک شود که بتوان برای تعمیر داخل آن شد. فاصله توقف تا راه‌اندازی مجدد بار نامی در ساده‌ترین حالت ۲۴ می‌باشد. خسارت تعمیر به اضافه خسارت عدم تولید در صورت تکرار آن در طول سال قابل توجه است. به همین خاطر ارائه طرح بازرسی بویلر با استفاده از ربات که به بازرسی با کیفیت‌تر می‌انجامد، زمان خروج واحد از شبکه را کاهش داده و در افزایش انرژی تولید شده نیروگاه‌ها موثر است. در نتیجه نیاز به ایجاد نیروگاه‌های جدید و سرمایه‌گذاری برای آن کاهش می‌یابد و می‌تواند یکی دیگر از دلایل توسعه این صنعت در داخل کشور باشد.

از موارد دیگر استفاده از ربات در انجام برخی بازرسی‌ها به جای نیروی انسانی است که سبب کاهش حوادث نیروی انسانی و افزایش ایمنی و سلامت پرسنل می‌شود. به طور مثال بکارگیری ربات‌ها علاوه بر تسریع زمان و افزایش کیفیت بازرسی، انجام آن را در مناطق دشوار و صعب‌العبور ممکن می‌سازد.

در طراحی و ساخت ربات‌های کاربردی صنعت برق همانطور که اشاره شد به علت شرایط کاری خاص منظوره این صنعت نمی‌توان رباتی را کاملاً مناسب برای شرایط مورد نظر یافت و خریداری نمود. همچنین بسیاری از شرکت‌های سازنده نیز تمایل به انتقال تکنولوژی و یا فروش محصولات خود را نداشته و مشکلاتی که برای تهیه برخی قطعات الکترونیکی وجود دارد در این حوزه نیز صادق است. از طرفی سرمایه‌گذاری چند صد میلیونی انجام شده در این صنعت، می‌تواند از خسارت‌های میلیاردی

گفته شده جلوگیری نماید. لذا با توجه به وجود توانمندی‌ها و پتانسیل داخل کشور، بومی‌سازی ربات‌های این صنعت راهکاری مناسب و موثر می‌باشد.

۲-۱۲- منافع اجتماعی - اقتصادی حاصل از بومی‌سازی ربات‌های صنعت برق

همانطور که پیشتر نیز گفته شد تامین انرژی الکتریکی به صورت پایدار بسیار حائز اهمیت می‌باشد. انجام بازرسی‌های دوره‌ای و منظم از تجهیزات و اجزای شبکه قدرت از ناپایداری تامین انرژی الکتریکی جلوگیری می‌کند. به عنوان نمونه می‌توان خسارت خرابی بویلر را که از جمله اجزاء کلیدی نیروگاه می‌باشد و در صورت بروز مشکل، واحد باید از شبکه خارج شود را در نظر گرفت.

یکی از دلایل اصلی خروج بویلر از مدار، و به تبع آن خروج واحد از شبکه، بروز نشتی‌ها در اثر شکست لوله‌های بویلر می‌باشد. به عنوان نمونه تحقیقی که بر روی خرابی‌های بویلر نیروگاه بندرعباس انجام شده است، نشان می‌دهد حوادث و مشکلات پیش آمده برای سوپرهیترها که عمدتاً نشتی و پارگی آنها بوده است، باعث شده است، تا نیروگاه در سال ۱۳۷۹ جمعا ۲۵۲,۰۷۰ وات ساعت انرژی غیر قابل تولید داشته باشد. قابل ذکر است که کل انرژی غیر قابل تولید نیروگاه در این سال ۳,۸۱۰,۹۱۷ مگاوات ساعت بوده است. بعبارت دیگر ۶/۶٪ انرژی غیر قابل تولید نیروگاه در سال ۱۳۷۹، ناشی از پارگی و نشتی سوپر هیترها بوده است. جدول (۲) زمان و انرژی غیر قابل تولید ناشی از حوادث بویلر را در طی سالهای ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۸۱ نشان می‌دهد [۷].

جدول ۲- زمان و انرژی غیر قابل تولید ناشی از حوادث بویلر در سالهای ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۸۱

شماره واحد	ساعت معادل خروج از مدار	انرژی غیر قابل تولید (MWH)	تعداد حادثه
۱	۶۰۴,۱	۱۹۳,۳۵۷	۱۰
۲	۲۱۷۸,۲	۶۹۵,۴۲۶	۴۰
۳	۲۶۹,۳	۸۶,۲۳۸	۷
۴	۲۳۱,۲	۷۴,۰۳۳	۵
جمع	۳۲۸۲,۸	۱,۰۴۹,۰۵۴	۶۲

فعالیت بازرسی بویلر در حال حاضر با استفاده از نیروی انسانی و با استفاده از نمونه‌برداری تصادفی لوله‌ها در چند محل صورت می‌گیرد. همچنین برخی نقاط مانند دماغه‌های آیرودینامیک بویلر به علت موقعیت خطرناک آنها با تمهیدات ایمنی فراوان و در شرایط اجباری تست و بازرسی می‌شود.

در سال‌های اخیر راهکاری نوین برای انجام بازرسی سریع‌تر و دقیق‌تر بویلر به وجود آمده که استفاده از ربات بازرسی بویلر می‌باشد. این ربات همراه با تجهیزات لازم از لوله‌های بویلر بالا رفته و ضمن انجام تست‌های غیرمخرب، نتایج را به اپراتور که وظیفه کنترل ربات را در پایین به عهده دارد ارسال می‌کند. این روش جدید می‌تواند به پیشگیری از خرابی‌های بویلر کمک نماید. برای نمونه تحقیقی بیان شده، اگر مبلغ ۳۰۰ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت برق تولیدی نیروگاه در نظر گرفته شود، برای انرژی غیر قابل تولید برق ۱,۰۴۹,۰۵۴ مگاواتی ناشی از خرابی بویلر در طی این سالها خسارت ۳۱۴,۷۱۶,۲۰۰,۰۰۰ ریالی بابت قطعی برق به نیروگاه وارد آمده است. این تنها یکی از مواردی است که به کمک ربات‌ها می‌توان خسارت وارده را کاهش داد.

بر پایه گزاره‌های بالا می‌توان گفت، ورود هدفمند به حوزه ربات‌های صنعت برق می‌تواند منافع اقتصادی قابل توجهی را برای کشور در بر داشته باشد. در اینجا درباره اعداد و ارقام ناشی از منافع اقتصادی و اجتماعی همه ربات‌ها سخن گفته نشده و در فاز دوم پروژه به آن پرداخته خواهد شد. ولی آمار ارائه شده، گستردگی بازار آن را نشان داده، و ورود به این حوزه جهت بومی‌سازی را توجیه پذیر می‌کند.

۳- نتیجه‌گیری

در این گزارش بر پایه متدلوژی گزینش شده برای پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه ربات‌های صنعت برق"، اطلاعات گوناگونی در ارتباط با مبانی سند مورد نظر ارائه شد.

تعریف موضوع رباتیک، اجزاء مربوطه، چهارچوب و محدوده مطالعات پروژه، اهمیت موضوع از منظرهای اجتماعی و اقتصادی، افق زمانی برنامه‌ریزی از جمله موارد مطرح شده در این گزارش می‌باشند. همچنین در این گزارش به دوره عمر ربات‌های صنعت برق اشاره شد.

در گزارش مرحله دوم پروژه جزئیات بیشتری در خصوص شناسایی ربات‌های صنعت برق و دوره عمر آنها، شرکت‌ها و موسسات رباتیک در صنعت برق و آینده پژوهی در این زمینه ارائه خواهد شد.

مراجع

[1] www.smashingrobotics.com

[2] www.ri.cmu.edu

[3] www.araa.asn.au

[4] www.thetech.org

[5] www.electricalbank.com

[6] www.hydroquebec.com

[۷] روش ارزیابی و تخمین عمر باقیمانده لوله‌های سوپرهیتر و مطالعه موردی آن در بویلر واحد ۲ نیروگاه بندرعباس، دکتر

سید ابراهیم موسوی ترشیزی - مهندس حسین اصغری فریاد، آبان‌ماه ۸۲

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: شناسایی حوزه‌های فناورانه توسعه ربات در صنعت برق.....
۱-۱-۱	۱- مقدمه.....
۱-۱-۲	۲- معرفی ربات‌های بکار گرفته شده در حوزه صنعت برق.....
۱-۲-۱	۱- ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر.....
۱-۲-۱-۱	۱- مشخصات کلی.....
۱-۲-۱-۲	۲- ضرورت استفاده و مزایا.....
۱-۲-۱-۳	۳- شرکت‌های سازنده ربات مذکور.....
۱-۲-۱-۴	۴- دوره عمر ربات مذکور.....
۱-۲-۱-۵	۴- ربات بازرس توربین بادی.....
۱-۲-۱-۶	۴- مشخصات کلی.....
۱-۲-۱-۷	۲- ضرورت استفاده و مزایا.....
۱-۲-۱-۸	۳- سازندگان ربات مذکور.....
۱-۲-۱-۹	۴- دوره عمر ربات مذکور.....
۱-۲-۱-۱۰	۳- ربات بازرس سد.....
۱-۲-۱-۱۱	۱- مشخصات کلی.....
۱-۲-۱-۱۲	۲- ضرورت استفاده و مزایا.....
۱-۲-۱-۱۳	۳- سازندگان ربات مذکور.....
۱-۲-۱-۱۴	۴- دوره عمر ربات مذکور.....
۱-۲-۱-۱۵	۵- ربات‌های نیروگاه خورشیدی.....
۱-۲-۱-۱۶	۱- مشخصات کلی.....
۱-۲-۱-۱۷	۱-۱- ربات تمیز کننده پنل‌های خورشیدی.....
۱-۲-۱-۱۸	۲-۱- ربات ردیاب خورشیدی.....
۱-۲-۱-۱۹	۳-۱- ربات نصاب پنل خورشیدی.....
۱-۲-۱-۲۰	۲-۵- ضرورت استفاده و مزایا.....
۱-۲-۱-۲۱	۳-۵- سازندگان ربات مذکور.....

۱۶	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۵-۴
۱۶	..... ربات بازرس (کارمند) پست.	۱-۲-۶
۱۶	..... مشخصات کلی.	۱-۲-۶-۱
۱۶	..... مزایا.	۱-۲-۶-۲
۱۶	..... سازندگان ربات مذکور.	۱-۲-۶-۳
۱۷	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۶-۴
۱۷	..... ربات بازرس پرنده.	۱-۲-۷
۱۷	..... مشخصات کلی.	۱-۲-۷-۱
۱۸	..... مزایا.	۱-۲-۷-۲
۱۹	..... سازندگان ربات مذکور.	۱-۲-۷-۳
۲۰	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۷-۴
۲۰	..... ربات بازرس ژنراتور.	۱-۲-۸
۲۰	..... مشخصات کلی.	۱-۲-۸-۱
۲۰	..... مزایا.	۱-۲-۸-۲
۲۱	..... سازندگان ربات مذکور.	۱-۲-۸-۳
۲۱	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۸-۴
۲۱	..... ربات بازرس تست جوش لوله‌های بویلر.	۱-۲-۹
۲۱	..... مشخصات کلی.	۱-۲-۹-۱
۲۲	..... مزایا.	۱-۲-۹-۲
۲۲	..... سازندگان ربات مذکور.	۱-۲-۹-۳
۲۲	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۹-۴
۲۲	..... ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر.	۱-۲-۱۰
۲۲	..... مشخصات کلی.	۱-۲-۱۰-۱
۲۳	..... مزایا.	۱-۲-۱۰-۲
۲۳	..... سازندگان ربات مذکور.	۱-۲-۱۰-۳
۲۳	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۱۰-۴
۲۳	..... ربات دستی آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL.	۱-۲-۱۱
۲۳	..... مشخصات کلی.	۱-۲-۱۱-۱
۲۴	..... مزایا.	۱-۲-۱۱-۲
۲۴	..... سازندگان ربات مذکور.	۱-۲-۱۱-۳
۲۴	..... دوره عمر ربات مذکور.	۱-۲-۱۱-۴
۲۵	..... فصل دوم: هوشمندی فناوری ربات‌های صنعت برق.	
۲۵	..... مقدمه.	۱-۲

۲۵	۲-۲- تعیین محدوده ربات‌های به کار گرفته شده در صنعت برق.....
۲۷	۳-۲- تعیین چرخه عمر ربات‌های به کار گرفته شده در صنعت برق.....
۲۸	۴-۲- بررسی آینده‌پژوهی و شرکت‌های پیشگام ربات‌های صنعت برق.....
۳۱	۵-۲- ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری.....
۳۶	نتیجه‌گیری.....
۳۷	منابع و مراجع.....

فهرست اشکال

۳۵	شکل ۱-۲- نمودار ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری.....
----	--

فهرست جداول

۲۸	جدول ۱-۲- معرفی مراحل چرخه عمر.....
۳۳	جدول ۳-۲- امتیازات رده‌بندی ربات‌ها در ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری.....
۳۴	جدول ۲-۲- ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری برای رده‌بندی اولویت توسعه ربات‌های صنعت برق.....

فصل اول: شناسایی حوزه‌های فناورانه توسعه ربات در صنعت برق

۱-۱- مقدمه

امروزه با کوتاه‌تر شدن چرخه عمر محصولات و دانش فنی بکار گرفته شده در آن‌ها مقوله نوآوری اهمیت روزافزونی در تجارت پیدا کرده است. این بدان معنی است که بسیاری از سازندگان تجهیزات و مراکز پژوهشی در دنیا مقدار بسیار زیادی از منابع را در جهت توسعه و شکوفا نمودن درخت نوآوری مصرف می‌کنند. در این میان مهمترین نیاز مدیران جهت تصمیم‌گیری صحیح برای تخصیص هزینه به حوزه‌های فناورانه، داشتن آگاهی کافی و به روز در مورد این حوزه‌ها و فناوری‌های آنها می‌باشد. از آنجایی که سیاست‌گذاران فناوری همواره با مسئله تصمیم‌گیری و انتخاب مواجه هستند، تهیه نقشه راه در این زمینه می‌تواند کمک فراوانی کند. یک نقشه راه علاوه بر تجمیع پتانسیل‌های موجود کشور، از موازی کاری در داخل و خرید بی‌مورد فناوری از خارج جلوگیری کرده و امکان بهره‌گیری از توانمندی‌ها و فرصت‌های موجود در کشور را فراهم نماید.

در گزارش مرحله یکم، "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه ربات‌ها در صنعت برق"، به تدوین مبانی سند، ابعاد موضوع و محدوده مطالعات و چرایی آن پرداخته شد [۱۳]. در این بخش به مطالعه و شناسایی حوزه‌هایی از صنعت برق، شامل تولید، انتقال و توزیع، که ربات‌ها در آن به کار گرفته شده است پرداخته می‌شود. این مطالعات سبب می‌شود تا افزون بر شناخت ربات‌های صنعت برق، بستری مناسب برای ارزیابی و انتخاب جهت توسعه هر یک از این ربات‌ها و برنامه‌ریزی‌های آینده ایجاد شود.

۱-۲- معرفی ربات‌های بکار گرفته شده در حوزه صنعت برق

در ادامه به معرفی ربات‌های عملیاتی شده و تحقیقاتی در صنعت برق در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع در دنیا پرداخته می‌شود.

۱-۲-۱- ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر

۱-۲-۱-۱- مشخصات کلی

ایراد بویلر مهمترین عامل توقف اضطراری واحدهای نیروگاه‌های سوخت فسیلی در دنیا می‌باشد. تقریباً نیمی از این ایرادات به دلیل نشتی لوله‌های سوپرهیتر و نیمی به خاطر نشتی لوله‌های واتروال است. ربات بازرس بویلر با حرکت بر روی لوله‌های

دیواره بویلر و اسکن لوله‌ها با استفاده از تجهیزات بازرسی، امکان بررسی وضعیت لوله‌ها را برای بهره‌برداران فراهم می‌سازد. تجهیزاتی که بر روی ربات سوار است و برای اسکن به کار می‌رود می‌تواند یک دوربین ویدئویی با وضوح بالا، یا یک تجهیز آلتراسونیک و یا هر تجهیز اسکن‌کننده دیگری باشد.

برای نمونه شرکت Gecko Robot تمامی سرویس‌های بازرسی آلتراسونیک و چشمی را برای نیروگاه‌های برق زغال سنگ در سراسر آمریکای شمالی انجام می‌دهد و انجام این بازرسی را بدون استفاده از داربست و تنها با استفاده از ربات GeckoBot انجام می‌دهد [۱]. لوله‌های دیواره بویلرها می‌توانند بر اثر آسیب هیدروژن، دوده، گرافیت شده، شکست دمایی و آسیب خزش دچار فرسایش شوند که تمامی این آسیب‌ها از طریق این ربات و تجهیزات بازرسی آن قابل تشخیص است. این ربات می‌تواند عملیات بازرسی لوله‌های آب درون بویلر را در یک خروج برنامه ریزی شده یا نشده به سرعت انجام دهد. سرعت و دقت انجام بازرسی این ربات تصمیم‌گیری تعمیرات را برای بهره‌برداران نیروگاه آسان می‌سازد. سرعت حرکت این ربات تا ۱۰ اینچ در ثانیه می‌تواند برسد و دارای یک دوربین HD و یک تجهیز UT برای بررسی سطح دیواره لوله‌ها از قطر ۱/۵ اینچ تا ۳/۵ اینچ می‌باشد. همچنین می‌توان برای تسریع در امر بازرسی از چند ربات به صورت همزمان استفاده نمود.

نمونه دیگر، ربات Vertiscan مورد استفاده شرکت RUSSELL NDE SYSTEMS می‌باشد [۲]. این ربات می‌تواند ۵ لوله را همزمان با سرعت ۵ متر در دقیقه اسکن کند و فاصله بین لوله‌ها می‌تواند ۱/۴ اینچ باشد.

یک نمونه دیگر نیز ربات مرکز تحقیقاتی BARC می‌باشد که بر اساس قراردادی با شرکت National Thermal Power Corporation (NTPC) هند برای بازرسی لوله‌های دیواره عمودی بویلر طراحی و ساخته شده است [۳]. این ربات با یک تجهیز EMAT^۱ مجهز شده است.

شرکت دیگری که در زمینه طراحی و ساخت ربات‌های بازرسی فعالیت داشته است شرکت ALSTOM Inspection Robotics می‌باشد. این شرکت در سال ۲۰۰۶ به صورت مشارکتی بین شرکت آلتوم سوئیس و موسسه تکنولوژی فدرال سوئیس^۲ تاسیس شد. این ربات‌ها، ربات‌های خودکار و یا نیمه خودکاری هستند که می‌توانند روی سطوح و سازه‌های مختلفی از قبیل روتورها و لوله‌ها به منظور انجام تست‌های غیر مخرب و بازرسی چشمی حرکت نمایند [۴].

¹ Electromagnetic Acoustic Transducer

² Swiss Federal Institute of Technology

موسسه EPRI نیز امکان استفاده از ربات‌ها با قابلیت اتصال تجهیزات متفاوت را برای بازرسی بویلرها بررسی کرده است. در این مطالعه که با همکاری موسسه EPRI و دانشگاه تگزاس انجام شده است سه محدوده‌ای که در آن ربات‌ها می‌توانند به کار گرفته شوند را مشخص کرده است: برپایی داربست، بازرسی چشمی دیواره آبی و تعویض دیواره آبی. که در هر سه مورد از کمک ربات استفاده شود. نهایتاً نیز یک ربات بالارونده از بویلر برای بازرسی دیواره‌های آبی طراحی و ساخته شده است که قابلیت‌های بالارونده آن در یک نیروگاه به طور موفقیت‌آمیز تست گردید. در این ربات برای بالارفتن از ۳۲ آهن ربای دائمی که روی ۲ ترک نصب شده استفاده گردید و مکانسیم حرکتی آن با استفاده از روش Worm gear انجام می‌پذیرد [۵].

۲-۱-۱-۲- ضرورت استفاده و مزایا

آمارهای منتشر شده توسط وزارت نیرو نشان می‌دهد که خروجی‌های اضطراری ناشی از خرابی اجزا بویلرها بیشترین سهم را در انرژی هدر رفته ناشی از توقف واحدها داشته است. یکی از دلایل هزینه سنگینی که خرابی بویلر ایجاد می‌کند، خروجی‌های اجباری بلندمدت واحد از مدار برای تعمیر یا جایگزینی قطعات است. بنابراین با توجه به خسارت‌های بالای وارده به اجزا بویلر، رایج برنامه بازرسی صحیح و روش دقیق و سریع می‌تواند در کشف عیوب بویلر سهم به‌سزایی داشته باشد.

در سایر کشورها به عنوان مثال در آمریکا در سال ۲۰۰۱، خرابی‌های مربوط به لوله‌ها منجر به ۳۶۰۰ قطعی برق گردید که ۲۰۰۰ مورد آن مربوط به نشتی دیواره آبی بوده است. به طور کلی ۱۲ ساعت طول می‌کشد تا بویلر خنک شود تا تکنسین‌ها بتوانند وارد آن شوند که این زمان منجر به ضرر و زیان زیادی می‌شود.

در نتیجه طراحی و ساخت ربات‌هایی که بتوانند در دماهای بالا، بلافاصله بعد از Shut down در بویلرها، عمل نمایند می‌تواند بسیار مهم باشد و استفاده از آنها می‌تواند باعث کاهش زمان تعمیرات و افزایش بازرسی‌ها گردد.

حتی در زمان‌های قطعی کوتاه می‌توان از این ربات‌ها استفاده نمود تا معایب احتمالی آینده مشخص و برای تعمیر آن برنامه‌ریزی صورت گیرد.

این فعالیت در حال حاضر با استفاده از نیروی انسانی و با استفاده از نمونه برداری تصادفی لوله‌ها در چند محل صورت می‌گیرد. همچنین برخی نقاط مانند دماغه‌های آیرودینامیک بویلر به علت موقعیت خطرناک آنها با تمهیدات ایمنی فراوان و در شرایط اجباری تست و بازرسی می‌شود.

خسارت تعمیر بویلر به اضافه خسارت عدم تولید واحد با توجه به تکرار آن در طول سال قابل توجه است. همچنین استفاده از ربات می‌تواند علاوه بر حذف داربست بندی، تضمین ایمنی و بهبود شرایط محیط کار موجب افزایش مناطق بازرسی شود. همچنین با ذخیره نتایج بازرسی صورت گرفته توسط ربات می‌توان تحلیل داده مناسبی در ساله‌ای آتی از وضعیت اجزا بویلر انجام داد. همین دلیل انجام بازرسی برای پیشگیری به موقع و کاهش دفعات اشکال، ارائه طرح‌های بازرسی بویلر با استفاده از ربات می‌باشد از نظر اقتصادی راهکاری مقرون به صرفه می‌باشد.

۳-۱-۲-۱- شرکت‌های سازنده ربات مذکور

از جمله سازندگان ربات بازرسی بویلر می‌توان به شرکت‌های زیر اشاره نمود:

- شرکت Gecko Robotics (ساخت و سرویس)
- شرکت RUSSELL NDE SYSTEMS (ساخت و سرویس)
- شرکت ALSTOM (ساخت)
- شرکت خدمات عمومی NEW Mexico (سرویس)، سازنده دانشگاه صنعتی تنسی^۳ (ساخت)

۴-۱-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

به کارگیری این ربات در نیروگاه‌ها بسیار جدید می‌باشد و کاربرد و مقالات تحقیقاتی آن به بعد از سال ۲۰۰۰ برمی‌گردد. با توجه به این موارد، کاربرد ربات در دوران جنینی خود قرار دارد.

۲-۲-۱- ربات بازرسی توربین بادی

۱-۲-۲-۱- مشخصات کلی

ربات بازرسی توربین بادی، یک ربات بالا رونده عمودی از برج بدنه توربین بادی می‌باشد که با استفاده از یک کنترلر از راه دور توسط اپراتور در پایین برج کنترل می‌شود و با استفاده از یک دوربین با وضوح بالا (یا سایر تجهیزات بازرسی) که روی آن قرار دارد می‌توان وضعیت توربین را بررسی کرد. در واقع عمده بازرسی پره‌های عظیم توربین از سطح زمین با استفاده از یک تلسکوپ پرقدرت انجام می‌گیرد [۶]. انگیزه بازرسی نزدیک‌تر به منظور بازرسی دقیق‌تر از پره‌های توربین منجر به ساخت این ربات شده است.

³ Tennessee Technological University

برای نمونه شرکت معظم GE که یکی از بزرگترین تامین کنندگان توربین‌های بادی با نصب ۱۸۰۰۰ توربین بادی در سراسر جهان است به منظور خدمات‌دهی بهتر، سرمایه‌گذاری خود را در زمینه طراحی و ساخت ربات‌های بازرسی توربین بادی در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ را به بیش از دو برابر افزایش داده است. این ربات که با همکاری شرکت ICM^۴ طراحی و ساخته شده است در یک مزرعه توربین‌های بادی در تگزاس با موفقیت تست گردیده است. یکی از مزایای استفاده از این ربات به جای روش‌های معمول، پایداری بهتر آن نسبت به تغییرات هوایی می‌باشد و بازرسی‌های این شرکت به دلیل برف، باران و کمبود نور دچار تاخیر نمی‌شود. همچنین در ادامه دانشمندان GE به دنبال روش‌های دیگری برای تجهیز بازرسی می‌باشند. به عنوان مثال یک اسکندر مایکروویو می‌تواند تصویر بهتری از پره‌های توربین فراهم نماید. استفاده از مایکروویو امکان بازرسی عمیق‌تری از یک بازرسی سطح را به ارمغان می‌آورد و این امکان را می‌دهد که نشانه‌های هر گونه مشکلی در ساختار و متریال زودتر تشخیص داده شود [۶].

ربات‌های بالا رونده توربین بادی می‌توانند دارای دو نوع مکانیزم بالارونده باشند که برحسب این مکانیزم اجزای تشکیل دهنده ربات نیز متفاوت می‌باشد. یک مکانیزم بالا رفتن از دیواره، استفاده از چرخ‌های دارای خاصیت آهنربایی می‌باشد که به ربات امکان بالارفتن از توربین با بدنه‌های فلزی را می‌دهد. مکانیزم دیگر استفاده از یک سیستم Compression و یا پمپ خلا برای چسبیدن به سطح به جای استفاده از مگنت می‌باشد. در مکانیزم دوم نیازی نیست که بدنه برج از فولاد باشد و روش جامع‌تری می‌باشد.

۲-۲-۱- ضرورت استفاده و مزایا

در حال حاضر در دنیا روش‌های مختلفی برای بازرسی پره‌های توربین بادی وجود دارد. یک روش استفاده از طناب می‌باشد که در سال‌های اخیر برای متخصصان استفاده از طناب (rope specialists) که بتوانند از برج‌های توربین بالا بروند و عملیات بازرسی یا تعمیر را در حالی که از طناب آویزان هستند انجام دهند، تقاضای رو به رشدی وجود داشته است. روش دیگر با استفاده از جرثقیل‌های بلند است که این روش پرهزینه می‌باشد. روش دیگر بازرسی، بررسی از سطح زمین با یک تلسکوپ است که این روش نیز بسیار طاقت فرسا و نیازمند نیروی مجرب می‌باشد. در نتیجه علل مختلفی همچون جلوگیری از وقوع خطرهای انسانی و شرایط نامناسب جوی و باد شدید ربات‌های بالارونده بازرسی طراحی و ساخته شدند.

⁴ International Climbing Machines

همچنین برای مزرعه‌های توربین بادی که در دریا نصب می‌شوند مانند پروژه DashWin اتحادیه اروپا به روشی جدید برای بازرسی پره‌های توربین بادی نیاز است. انرژی بادی یکی از سریع‌ترین بخش‌های رو به رشد در بازار انرژی دنیاست. طبق گزارش سازمان انرژی باد اروپا (EWEA) متوسط نرخ رشد ظرفیت نصب شده توربین‌های بادی بین سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۰۳، ۲۳ درصد رشد داشته است و در سال ۲۰۰۹ بازار جهانی توربین بادی به ۴۵ میلیون یورو رسیده است. هر چه توربین‌های بیشتری نصب شود امکان حوادث ناشی از بازرسی در آنها نیز بالا می‌رود. تا ۳۰ سپتامبر ۲۰۱۱ تعداد حوادث انسانی که گزارش شده است ۱۰۹۳ مورد بوده است. در نتیجه به تکنولوژی همانند استفاده از ربات‌های بازرسی توربین بادی نیاز است که با رشد استفاده از توربین‌های بادی در دنیا، بازرسی‌ها راحت‌تر صورت گیرد و حوادث کمتری نیز اتفاق بیفتد [۷].

۳-۲-۱- سازندگان ربات مذکور

شرکت‌های زیر نمونه‌هایی از ربات بالارونده بازرسی پره‌های توربین بادی را ساخته‌اند:

- شرکت GE^۵ با همکاری شرکت ICM^۶
- شرکت Visatec
- شرکت Helical Robotics
- کنسرسیوم DashWin اتحادیه اروپا

همچنین اخیراً علاوه بر ربات‌هایی که از بدنه توربین بالا می‌روند، استفاده از ربات‌های پرنده برای بازرسی توربین‌های بادی نیز مد نظر قرار گرفته است.

۴-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

طراحی و ساخت این ربات بسیار جدید است و در دهه اخیر صورت گرفته است. به عنوان مثال شرکت Helical Robotics پس از نیاز به چنین ربات‌هایی در سال ۲۰۱۰ پایه‌گذاری شد [۸]. این شرکت بر اساس نیاز مشتری ربات‌های خود را با اندازه و تجهیزات مختلف از قبیل دوربین، بازوهای رباتیک و ... تولید می‌کند. کنترل این ربات می‌تواند به صورت کنترل از راه دور و یا کاملاً خود مختار باشد. همچنین این ربات‌ها قادر به حمل تجهیزات برای پرسنلی که با استفاده از طناب مشغول به تعمیر

⁵ General Electric

⁶ International Climbing Machines

هستند خواهند بود. پروژه طراحی و ساخت ربات شرکت GE و طراحی و ساخت ربات برای پروژه DashWin اروپا نیاز بسیار جدید بوده و با بررسی‌هایی که صورت گرفته طراحی و ساخت این نوع ربات‌ها در دوره جنینی خود قرار دارد.

۳-۲-۱- ربات بازرسی سد

۱-۳-۲-۱- مشخصات کلی

یکی از ربات‌های مورد استفاده در صنعت برق، ربات بازرسی سد می‌باشد. این مدل از ربات‌ها علاوه بر صنعت برق در صنایع دیگر از جمله در صنعت نفت و بازرسی تجهیزات سکوه‌های نفتی، کاربردهای زیست محیطی و ... نیز بسیار پرکاربرد می‌باشند. ربات‌های زیرآبی در اندازه‌ها و ابعاد متفاوت و با گستره متنوعی از تکنولوژی‌ها و امکانات در سال‌های اخیر طراحی و ساخته شده‌اند. انواع این ربات‌ها از نمونه‌های کوچک و ساده‌ای که صرفاً مجهز به دوربین فیلم‌برداری کوچکی هستند تا گونه‌های پیشرفته و بسیار پیچیده‌ای که دارای بازوی مکانیکی هستند و در اعماق بیش از شش هزار متری دریا امکان انجام عملکردهای متنوع و متعددی را دارند، شامل می‌شوند.

ربات‌های زیر آبی را می‌توان به دو دسته ROV^۷ و UAV^۸ تقسیم‌بندی کرد. ربات‌های زیر آبی ROV جهت هدایت نیاز به کابل دارند در حالیکه ربات‌های زیرآبی AUV بدون استفاده از کابل، امکان هدایتشان در اعماق دریا وجود دارد. برای بازرسی سدها با توجه به کاربرد، ربات زیرآبی از نوع ROV و متصل به کابل استفاده می‌شود. ربات‌های زیر آبی اجزا مختلف و متعددی دارند که عموماً شامل موارد کلی زیر است:

- بدنه ربات
- سیستم رانش و حسگرها
- واسط (های) کنترلی و نمایشی
- سیستم توزیع قدرت
- کابل‌های هدایتی و ارتباطی
- سیستم هدایت و کنترل

⁷ Remotely Operated Vehicle

⁸ Unmanned Automatic Vehicle

در بسیاری از شناورها و انواع وسائل نقلیه دریایی نظیر کشتی‌ها، زیر دریایی‌ها و نیر انواع ربات زیرآبی، یک موتور نظیر توربین گازی یا دیزلی و یا در اکثر ربات‌های زیردریایی انواع الکتروموتورها، پروانه‌هایی را از طریق اتصال به یک محور انتقال قدرت به کار می‌اندازد تا نیروی پیشران لازم برای حرکت وسیله مربوطه فراهم شود. در اغلب ربات‌های زیرآبی از پیشران‌های الکتریکی برای ایجاد نیروی رانش استفاده می‌شود.

۲-۳-۱- ضرورت استفاده و مزایا

هدف از طراحی و ساخت این ربات‌ها انجام بازرسی دیواره سدها برای جستجوی ترک و یا سایر آسیب‌ها در دیواره بتنی می‌باشد. همچنین با استفاده از این ربات می‌توان وضعیت کلونی سایر موجودات زنده را در زیر آب‌های سد و مخازن آبی پشت سد بررسی کرد.

بخش عمده‌ای از تنشها، تغییر شکلها و عکس العمل‌های ایجاد شده در سازه سد، در اثر بارگذاری ناشی از آبیگری و تخلیه سد، تغییرات جوی منطقه احداث سد، سیلها و زلزله‌ها، بوسیله وسائل ابزار دقیق که در نقاط مختلف سد نصب و کارگذاری می‌شوند (این ابزار در مقابل تغییرات فیزیکی بوجود آمده از خود واکنش نشان می‌دهند)، قرائت می‌گردند و پس از پردازش و تحلیل اطلاعات، نتایج حاصله ملاک رفتار سنجی سدها قرار می‌گیرند. این اطلاعات برای ارزیابی ایمنی و پایداری دقیق سدها لازم است ولی کافی نمی‌باشد زیرا بسیاری از پدیده‌های احتمالی مخرب برای سد و سازه‌های وابسته در دوره بهره برداری (در شرایط عادی واضطراری) فقط با مشاهدات عینی و بازرسی‌های مداوم و مستمر (همراه با رفتارسنجی دقیق) امکان پذیر بوده و مطمئن‌ترین شیوه محافظت سدها در برابر خطرهای قابل اجتناب به شمار می‌رود.

استفاده از ربات به جای غواص سبب کاهش ریسک خطرات جانی می‌شود. به خصوص ربات زیر آبی می‌تواند برای بازرسی سدهایی که آب تیره یا جریان‌های شدید آب می‌تواند برای انسان مخاطره آمیز باشد به کار رود. همچنین از این ربات‌ها می‌توان در آب‌های آلوده و یا با عمق کم که دارای رسوبات مختلف می‌باشند استفاده کرد. به طور کلی این ربات می‌تواند برای بازرسی هر سازه آبی که قسمتی از آن در درون آب قرار داشته باشد به کار رود.

۳-۳-۱- سازندگان ربات مذکور

در حال حاضر شرکت‌های زیادی در دنیا به کار طراحی و ساخت ربات‌های زیر آبی می‌پردازند که می‌توان از به عنوان نمونه به شرکت‌های ذیل اشاره نمود:

- شرکت SAAB seaeye
- شرکت AGEOTEC
- شرکت HYDRO QUEBEC
- شرکت SEA BOTIX
- شرکت AQUABOTIX
- شرکت CISCREA
- شرکت DEEP OCEAN ENGINEERING
- شرکت VIDEO RAY
- شرکت ECA ROBOTICS
- شرکت DEEP LINK
- شرکت Oceaneering International

۴-۳-۱- دوره عمر ربات مذکور

نیروی دریایی آمریکا تکنولوژی اولیه این ربات‌ها را در دهه ۱۹۶۰ پایه‌گذاری کرد و طراحی و ساخت این ربات‌ها در دهه ۱۹۸۰ در ابتدا در صنایع نفت شروع به رشد کرد. کاربرد ربات بازرسی سد به اوایل سال ۲۰۰۰ بر می‌گردد. تا سال ۲۰۰۰، ۳۵ گونه مختلف از این گونه ربات‌های زیرآبی کوچک طراحی و ساخته شده‌اند. در حال حاضر ۲۷ تولید کننده مختلف ۵۰۰ گونه متفاوت از این نوع ربات‌ها را تولید می‌کنند. امروزه حدود ۲۲ درصد ربات‌های موجود را این دسته تشکیل می‌دهد.

۴-۲-۱- ربات بازرسی خط فشار قوی

۱-۴-۲-۱- مشخصات کلی

این ربات همانطور که از نام آن مشخص است با حرکت کردن و غلتیدن روی خطوط ولتاژ بالا در ارتفاع زیادی از سطح زمین آنها را بازرسی می‌کند و قادر به جمع‌آوری اطلاعاتی است که در شرایط اضطراری به متخصصان نگهداری خطوط کمک می‌کند تا به سرعت وارد عمل شوند.

این ربات‌ها در عین حال که دارای مشخصات کلی و وظایف مشابه می‌باشند، از قابلیت‌ها و امکانات مختلفی برخوردار می‌باشند. در ادامه برای معرفی توانایی‌های این گونه ربات‌ها، ربات بازرسی خط Ti که توسط مرکز توسعه و تحقیقات برق انستیتو شارلوت آمریکا (EPRI) طراحی و ساخته شده است شرح داده می‌شود [۹].

ربات Ti به طور دائمی روی یک خط نمونه نصب شده و می‌تواند در هر سال حداقل ۲ مرتبه مسیر ۸۰ کیلومتری را روی خط انتقال بپیماید. این ربات برای بازرسی خط از دوربین‌های با وضوح بالا و طیف مادون قرمز همراه با پردازش تصویر پیشرفته استفاده می‌کند.

همچنین این ربات قادر است فاصله درختان، اجسام هادی و دیگر اشیا را به منظور رعایت حریم مناسب و قانونی آنها تا خطوط بسنجد. همچنین می‌تواند با مقایسه تصاویر قبلی و جدید اجزای خاص خطوط انتقال، احتمال فاسد شدن آنها را تشخیص دهد. این ربات همچنین با استفاده از یک آشکارساز تداخل الکترومغناطیسی می‌تواند محل تخلیه کرونا را شناسایی کند و با استفاده از GPS این اطلاعات را همراه با برچسب زمانی و مکانی برای پرسنل ارسال نماید. سپس پرسنل در جاهایی که تخلیه تشخیص داده شده است سایر بازرسی‌ها را با استفاده از دوربین تخلیه جزئی انجام دهند.

همچنین این ربات می‌تواند اطلاعات را از سنسورهای RF که EPRI خودش ساخته است و در نقاط مختلف خط انتقال نصب کرده است جمع‌آوری کند. این سنسورها به منظور بررسی وضعیت اجزایی همانند عایق‌ها، هادی‌ها و اتصال دهنده‌ها نصب شده‌اند.

متخصصان EPRI بر این باورند که استفاده از حسگرهای RF (فرکانس رادیویی) در نواحی که فشارهای محیطی وجود دارد می‌تواند کمک بیشتری به ربات بکند. به عنوان مثال با استفاده از حسگرهای ارتعاشی در مناطقی که باد با سرعت بالایی در جریان است یا حسگرهای نشت جریان در مناطق ساحلی برای تشخیص آلودگی نمک یا قوس‌ها و برآمدگی‌هایی که ناشی از شکستن عایق سیم‌هاست، موضوع به پرسنل نگهداری اطلاع داده شده و آنها گروهی را برای بازرسی بیشتر به منطقه اعزام می‌کنند. چنین حسگرهایی می‌توانند به صورت پیوسته اطلاعات را جمع‌آوری کرده و هنگام نزدیک شدن ربات برای ارسال کرده و سپس ربات این اطلاعات را به نزدیک‌ترین گروه خدمه نگهداری انتقال دهد.

این ربات روی غلتک‌های متصل به یک سیم پشتیبان که در بالای خطوط اصلی انتقال نصب شده حرکت می‌کند. با این حال محققان برای تکمیل این ربات باید مانع بزرگی را از سر راه بردارند و آن حرکت ربات در اطراف سازه‌ها یا توپ‌های فلزی

بزرگی است که برای نشانه‌گذاری خطوط و نقطه‌دار کردن از آنها استفاده می‌شود. برای غلبه بر این مشکل یک مسیر فرعی طراحی شده است. این مسیر، یک حلقه سیم (یک مسیر دایره‌ای شکل سیمی) در اطراف مانع است. متخصصان در آزمایشگاه لنوکس یک خط انتقال برق با تقاطع‌های زیاد، شیب‌های مختلف و مسیرهای ترکیبی در اندازه‌ای کوچک و آزمایشگاهی ساختند و نمونه اولیه این ربات توانست به تنهایی و بدون کمک اپراتور مسیر را با موفقیت کامل بییماید. هنگامی که ربات مسیر فرعی را تشخیص می‌داد خودش را از سیم پشتیبان جدا کرده و به مسیر حلقوی متصل می‌کرد و به این وسیله مانع را دور می‌زد. پس از گذشتن از مانع و به محض حس کردن سیم پشتیبان مجدداً خود را از مسیر فرعی جدا کرده و به سیم پشتیبان متصل می‌شد. البته هدف نهایی حرکت ربات روی خطوط انتقال فعلی بدون مسیر بای پس می‌باشد. این ربات با طول دو متر و وزن ۶۵ کیلو به طرز چشمگیری هزینه‌های بازرسی، تعمیر و نگهداری خطوط انتقال برق که در حال حاضر توسط نیروهای خدماتی در روی زمین یا روی دکل‌های بسیار بلند یا مناطق بسیار دورافتاده انجام می‌شود را کاهش می‌دهد.

معمولاً برای چنین کارهایی از نیروی خدماتی ماهر یا هلیکوپتر برای ارتفاعات استفاده می‌شود، اما اکنون به کمک تکنولوژی، ابزارهای به کارگرفته شده در این بخش بسیار کوچک‌تر و هزینه‌های نهایی ارزانتر می‌شود.

۲-۴-۱- ضرورت استفاده و مزایا

به‌کارگیری این ربات می‌تواند علاوه بر حذف خطر جانی ناشی از نزدیک شدن به جریان الکتریکی ولتاژ بالا و سقوط از ارتفاع، هزینه‌های عملیاتی کردن و نگهداری خطوط انتقال برق فشار قوی خصوصاً در مناطق صعب العبور را کاهش دهد و به این ترتیب علاوه بر کاهش هزینه‌ها باعث افزایش سلامت سرمایه‌های انسانی شود.

۳-۴-۱- سازندگان ربات مذکور

از جمله سازندگان ربات بازرسی خط می‌توان به شرکت‌های زیر اشاره نمود:

- ربات ExpLiner شرکت HiBot ژاپن به سفارش شرکت KEPCO (به منظور سرعت‌بخشی به تجاری شدن طرح مذکور از شرکت هیتاچی کمک گرفته شده است).
- ربات LineScout شرکت Hydro-Quebec
- ربات Ti موسسه EPRI آمریکا

- ربات شرکت TRANSPOWER که در حال حاضر در شبکه انتقال نیوزلند مشغول به کار است
- ربات شرکت UKZN که در نمایشگاه شیکاگو نمایش داده شده است
- ربات شرکت Power Grid Corporation هند که در دست تحقیق و توسعه می‌باشد

۴-۴-۱- دوره عمر ربات مذکور

ربات LineScout شرکت Hydro-Quebec از سال ۲۰۰۸ در بازرسی خطوط انتقال مورد استفاده قرار گرفته است. موسسه EPRI ساخت ربات بازرسی Ti را از سال ۲۰۰۸ آغاز نموده است و هدف آن اجرایی شدن و به‌کارگیری این ربات در خطوط انتقال تا سال ۲۰۱۴ می‌باشد. به همین منظور EPRI با شرکت American Electric Power (AEP) مشغول به کار است تا این ربات و سیستم بای‌پس را روی یک خط انتقال ۱۳۸ کیلوولت که در حال ساخت است پیاده‌سازی و نصب نماید.

شرکت HiBot نیز در سال ۲۰۰۵ شروع به طراحی و ساخت ربات Expliner برای بازرسی خطوط نمود. در سال ۲۰۱۴ شرکت هیتاچی شروع به تهیه چهارچوبی برای ادامه توسعه، ساخت و فروش این ربات نموده است. ربات شرکت TRANSPOWER که در حال حاضر در شبکه انتقال نیوزلند مشغول به کار است. شرکت UKZN نیز ربات خود را در سال ۲۰۱۴ در نمایشگاهی درباره توزیع و انتقال در شیکاگو رونمایی کرد. با توجه به موارد فوق نتیجه‌گیری می‌شود که طراحی و ساخت این نوع ربات‌ها در دوره جنینی خود قرار دارد.

۵-۲-۱- ربات‌های نیروگاه خورشیدی

۱-۲-۵-۱- مشخصات کلی

امروزه بکارگیری ربات در صنعت انرژی خورشیدی رو به گسترش است. ربات‌ها در این صنعت در دو دسته می‌توانند به کار گرفته شوند. بخش اول استفاده از ربات در تولید و ساخت سلول‌های خورشیدی است، در حالی که تا چند وقت پیش این محصولات به روش دستی تولید می‌شد. زیرا حتی خطاهای بسیار کوچک در فرآیند تولید این محصولات می‌تواند به غیر قابل استفاده شدن آنها منجر شود. اما امروزه تولید سلول‌های سوختی و موتاژ اجزای بسیار حساس این محصولات به شیوه رباتیک با دقت بسیار بالایی ممکن شده است. این ربات می‌تواند در حین انجام کار فرآیند تولید را مرحله به مرحله تحت کنترل قرار دهد و به طور خودکار هر گونه خطای احتمالی را که ممکن است در این فرآیند وجود داشته باشد، برطرف کند. شرکت‌هایی مانند ABB و Adept در این زمینه فعال هستند.

دسته دوم ربات‌هایی هستند که در نیروگاه‌های خورشیدی به کار می‌روند و وظایف مختلفی انجام می‌دهند. این ربات‌ها، وظایفی از قبیل تمیز کردن پنل‌های خورشیدی، ردیاب پرتو خورشیدی و ربات‌های نصاب پنل‌های خورشیدی می‌باشد که در ادامه شرح داده می‌شوند.

۱-۱-۵-۲-۱- ربات تمیز کننده پنل‌های خورشیدی

با وجود اینکه مناطق بیابانی همانند عربستان به علت بهره‌مندی از نور خورشید، مکان‌های مناسبی برای برداشت انرژی خورشیدی هستند، ولی به علت کویری بودن، دارای گردوغبار زیادی هستند و صاحبان مزرعه‌های خورشیدی نیازمند تمیز کردن پنل‌ها جهت فراهم کردن شرایط بهینه هستند. در غیر این صورت، این پنل‌ها مقداری از بازده خود را در روز و پس از طوفان‌های شنی از دست می‌دهند. از طرفی شست‌وشوی پنل‌ها با آب در وسط یک منطقه‌ی خشک، کارچندان آسانی نیست و در سطوح مختلف مشکلاتی را به وجود می‌آورد. مثلاً علاوه بر مصرف آب، نیازمند کارگرانی است که باید در آن هوای گرم با دمای بالای ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مشغول تمیز کردن پنل‌ها شوند.

برای حل این مشکل، ربات تمیز کننده پنل خورشیدی طراحی و ساخته شده است که دستگاه مکانیکی خودکار بدون آب گرد زدا می‌باشد. این نوع ربات‌ها روی ریل‌های پنل‌های خورشیدی نصب می‌گردند و هر روز حداقل یک‌بار از روی پنل‌های عبور می‌کنند و با جاروب خود، به گرد زدایی از روی پنل‌ها می‌پردازند. استفاده از این ربات‌ها تفاوت زیادی نسبت به زمانی ایجاد می‌کند که پنل‌ها به صورت دستی و آن هم هر هفته یک‌بار تمیز می‌شوند. از آنجاکه هر ردیف پنل، ربات خود را دارد و به صورت موازی با یکدیگر کار می‌کنند، از نظر زمانی تفاوتی بین تمیز کردن یک مزرعه خورشیدی کوچک و بزرگ نیست.

سازندگان این نوع ربات‌ها معتقد هستند که این ربات پس از مدتی هزینه خرید خود را جبران می‌کند و همچنین می‌تواند در شرایط سخت، بدون نیاز به نگهداری و تعمیر، جان سالم به در ببرد. از جمله سازندگان این ربات، شرکت Nommad می‌باشد [۱۰].

۱-۲-۵-۲-۲- ربات ردیاب خورشیدی

یک شرکت فعال در زمینه توسعه فن‌آوری‌های جانبی تجهیزات خورشیدی، سیستم ردیاب خورشیدی جدیدی را ساخته است که می‌تواند در افزایش کارایی پنل‌های فتوولتائیک و کاهش هزینه‌ها و قیمت برق تولیدی مؤثر باشد. این سیستم ردیاب خورشیدی جدید از تکنولوژی ربات‌ها استفاده می‌کند. شرکت کیوباتیکس در کالیفرنیا آمریکا از سیستم ردیاب خورشیدی

جدیدی پرده برداشت که به نام همین شرکت نامگذاری شده است. سیستم ردیاب خورشیدی کیوباتیکس^۹ از ربات‌های باهوش و متحرک استفاده می‌کند و باعث می‌شود توان خروجی نیروگاه خورشیدی به طرز چشمگیری افزایش یابد. سیستم ردیاب خورشیدی کیوباتیکس با تنظیم و اصلاح زاویه قرارگیری پنل‌های فتوولتائیک نسبت به خورشید باعث می‌شود تا توان تولیدی آنها تا ۴۰٪ افزایش یابد. این ربات همچنین باعث کاهش ۲۰ درصدی در هزینه‌ها خواهد شد. کیوباتیکس به نحوی طراحی شده است که به سرعت و به آسانی قابل نصب است. این سیستم ردیاب خورشیدی رباتیک جدید هزینه تعمیر و نگهداری بسیار پایینی داشته و بر روی بیشتر سازه‌های نگهدارنده پنل‌های فتوولتائیک قابلیت نصب دارد. کیوباتیکس از یک جفت ربات مستقل از یکدیگر بهره جسته که همواره یکی از آنها به عنوان پشتیبان عمل می‌کند. این ربات بر روی یک ریل حرکت کرده و با اصلاح زاویه قرارگیری پنل‌های فتوولتائیک متناسب با موقعیت نسبی خورشید در آسمان کمک می‌کند تا سطح صفحات خورشیدی همواره در معرض بیشترین تابش نور خورشید قرار داشته باشد. به این ترتیب سیستم ردیاب خورشیدی کیوباتیکس با دو ربات موجود در آن عملاً جایگزین صدها موتور جداگانه می‌گردد. در سیستم‌های قدیمی تر ردیاب خورشیدی، هر پنل فتوولتائیک توسط یک موتور به صورت مجزا کنترل می‌گردید که این خود باعث افزایش چشمگیر هزینه‌های کنترل و دشواری و زمان بر بودن نصب این سیستم‌ها گردیده بود.

سیستم‌های ردیاب جدید شرکت QBotix با بهره‌گیری ربات در طول روز در فواصل زمانی ۴۰ دقیقه پانل‌ها را در وضعیت مطلوب تنظیم می‌نماید. این سیستم ردیاب خورشیدی هم‌اکنون برای مصارف صنعتی بزرگ، موجود و آماده فروش و نصب است. [۱۱]

۳-۱-۵-۲-۱- ربات نصاب پنل خورشیدی

شرکت ALion Energy دو ربات را برای نصب و نگهداری نیروگاه‌های خورشیدی در مقیاس وسیع طراحی و ساخته است. این دو ربات که Rover و Spot نام دارند به ساخت مزارع خورشیدی سرعت زیادی می‌بخشند. وظیفه ربات Rover حمل پنل‌های سنگین خورشیدی و قرار دادن آنها بر روی پایه‌های بتونی پنل‌ها می‌باشد. وظیفه ربات Sopt شستن پنل‌ها و زودودن گرد و غبار و خشک کردن آنها می‌باشد. این ربات‌ها می‌توانند زمان ساخت یک نیروگاه در مقیاس وسیع خورشیدی را

^۹ QBotix

که ۶ تا ۸ ماه طول می‌کشد به ۱۲ هفته کاهش دهند. در واقع استفاده از ربات باعث کاهش تعداد خرابی پنل‌ها در موقع نصب، کاهش چشمگیر زمان و هزینه می‌شود. پروژه‌های این شرکت در آمریکا، چین و عربستان در حال انجام است [۱۰].

۲-۵-۲-۱- ضرورت استفاده و مزایا

کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از میزان متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است.

محدودیت منابع فسیلی و پیامدهای حاصل از تغییرات زیست محیطی و آب و هوای جهانی، فرصتهای مناسبی را برای رقابت انرژی خورشیدی با انرژیهای فسیلی خصوصاً در کشورهایی با پتانسیل بالای تابش ایجاد نموده است.

علاوه بر این عضو شورای ستاد توسعه فناوری انرژی‌های نو معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری از ساخت سلول خورشیدی با حمایت این ستاد در داخل کشور خبر داد. تجهیز آزمایشگاه مرجع خورشیدی در دانشگاه تهران در این راستا است تا ساخت سلول خورشیدی در کشور محقق شود.

با توجه به امکان استفاده از انرژی خورشید در اکثر نقاط کشور و کاهش هزینه‌های استفاده و تولید برق از انرژی خورشیدی، استفاده از ربات‌ها در نیروگاه‌های خورشیدی نیز استفاده از این انرژی پاک را مقرون به صرفه می‌نماید و انتظار می‌رود که سهم انرژی خورشیدی از انرژی تولید شده بیش از پیش افزایش یابد.

۳-۵-۲-۱- سازندگان ربات مذکور

از جمله سازندگان ربات‌های نیروگاه خورشیدی می‌توان به شرکت‌های زیر اشاره نمود:

- شرکت QBotix
- شرکت Alion Energy
- شرکت Nommad

۴-۵-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

با بررسی‌های صورت گرفته در زمینه شرکت‌های سازنده ربات در بخش انرژی خورشیدی می‌توان گفت که طراحی و ساخت ربات در این خصوص به سال ۲۰۰۰ به بعد باز می‌گردد و این ربات‌ها نیز در دوره جنینی خود قرار دارند.

۴-۲-۱- ربات بازرسی (کارمند) پست

۱-۲-۶-۱- مشخصات کلی

افزایش روزافزون تعداد پست‌های فشارقوی، بهره‌برداری از پست را بدون دخالت نیروی انسانی امری اجتناب‌ناپذیر نموده است. از آنجا که یکی از مهمترین امور در پست، بازرسی قسمت‌های مختلف پست و رفع اشکال پیش از بروز خرابی و حادثه است، موسساتی اقدام به ساخت ربات‌هایی نموده‌اند که این وظیفه را به شکلی کاملاً خودکار و دقیق انجام می‌دهند.

نگهبان هوشمند یا SmartGuard نمونه‌ای از سیستم‌های رباتیک است که از یک ربات و یک مرکز داده^{۱۰} تشکیل شده و قادر است به طور خودکار تجهیزات پست را بازرسی نماید. ربات یک تجهیز چرخدار است که به دو دوربین ویدئویی و حرارتی مجهز شده و قادر است در محوطه پست به گشت‌زنی پرداخته و از تجهیزات و کابل‌های فشار قوی تصویر و فیلم تهیه کند. تصاویر حرارتی^{۱۱} و عکسهای تهیه شده سپس به مرکز داده ارسال شده و در آنجا پردازش می‌شوند تا نقاطی با دمای غیر معمول و یا تجهیزاتی که از فرم طبیعی خارج شده‌اند مشخص شده و برای رفع مشکل آنها اقدامات لازم انجام شود.

۲-۲-۶-۲- ضرورت استفاده و مزایا

تا سال ۲۰۱۱ تعداد ۱۲ پست به این سیستم مجهز شده و بررسی عملکرد آن نشان می‌دهد که در چند سال گذشته بازدهی، قابلیت اطمینان و دقت بازرسی تجهیزات پست به شکل قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است [۱۲].

۳-۲-۶-۱- سازندگان ربات مذکور

یک نمونه از این ربات توسط موسسه برق قدرت شدونگ^{۱۲} چین طراحی و ساخته شده است.

¹⁰ Data Center

¹¹ Thermograph

¹² Shandong Electric Power Institute

۴-۶-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

طراحی و ساخت ربات در این خصوص به سالهای اخیر (۲۰۰۰ به بعد) باز می‌گردد و این ربات در دوره جنینی خود قرار دارد.

۷-۲-۱- ربات بازرسی پرنده

۱-۲-۷-۱- مشخصات کلی

ربات‌های پرنده در واقع وسایل پرنده عمود پروازی هستند که به صورت خودکار، نیمه خودکار و یا دستی کنترل می‌شوند. با توجه به ابعاد کوچک، عدم نیاز به باند پرواز و فرود، قابلیت حمل اجسام و قدرت مانور بالای این ربات‌ها، امروزه کاربردهای فراوانی در بخش‌های مختلف از جمله بازرسی از دکل‌های فشار قوی برق، بازرسی از خطوط انتقال نیرو، بازرسی از تجهیزات نصب شده در نیروگاه‌های بادی و ... دارند.

ربات‌های پرنده دارای انواع مختلفی می‌باشند. یکی از انواع مهم ربات‌های پرنده ربات‌های کوادروتور می‌باشد. کوادروتور یا پرنده چهار ملخه نوعی ربات عمود پرواز است که بخاطر استفاده از چهار ملخ به صورت صلیبی این لقب به آن داده شده است. این نوع پیکربندی به ربات پرنده این امکان را می‌دهد تا بتواند به راحتی و به طور مساوی در تمامی جهات حرکت کند و قدرت مانور فوق العاده‌ای داشته باشد. این پرنده بر خلاف ظاهر ساده خود بسیار پیچیده است.

علاوه بر بازرسی، این ربات‌ها در ابعاد بزرگتر قابلیت حمل آب و شستشوی تجهیزاتی از قبیل مقره‌ها را نیز می‌توانند عهده‌دار شوند. بدیهی است که بهره برداری پیوسته و بدون وقفه از سیستم‌های انتقال مستلزم انجام عملیات نگهداری/تعمیرات پیشگیرانه بصورت منظم می‌باشد. البته یک راهکار دیگر برای کاهش خاموشی، احداث خطوط انتقال نیرو موازی (رزرو) می‌باشد. اما با توجه به هزینه‌های گزاف احداث خطوط انتقال جدید، به همراه محدودیت‌های زیست محیطی و غیره این راهکار تا حدود زیادی ناممکن و دور از دسترس می‌نماید.

عملیات نگهداری/تعمیرات پیشگیرانه به روش خط گرم^{۱۳}، به فرایند انجام عملیات نگهداری (شامل شستشوی مقره‌ها و تجهیزات پست) یا تعمیرات در وضعیت برقدار خط انتقال اطلاق می‌گردد. عملیات نگهداری/تعمیرات به روش خط گرم با عملیات نگهداری/تعمیرات بر روی شبکه بی‌برق، هم از لحاظ روش و هم از لحاظ تجهیزات مورد استفاده، تفاوت‌های اساسی

¹³ Hot Line maintenance

دارد و برای کاهش خطرات موجود در روش خط گرم، لزوماً بایستی از پرسنل آموزش دیده و و ماهر و تجهیزات مخصوص استفاده گردد.

رشد فوق العاده صنایع سبب افزایش انتشار انواع آلاینده‌ها به شکل خاک، گرد ذغال، خاکستر و سایر آلاینده‌های شیمیایی در اتمسفر بویژه در جو نواحی صنعتی شده است. این آلاینده‌ها همراه با سایر فاکتورهای جغرافیایی/منطقه‌ای مثل نزدیکی به دریا (رسوبات نمک)، مه و هوای مرطوب، باران و غیره، موجبات تشدید خوردگی تجهیزات و تاسیسات تولید و انتقال برق رافراهم می‌کنند. آلودگی‌های مفره‌ها و عایق‌ها، عملکرد سیستم عایقی را لوث کرده و موجب تخلیه الکتریکی ناخواسته می‌گردد و بر فرایند برقرسانی اثر نامطلوب ایجاد می‌کند، پدیده ای که نهایتاً بهره وری را هم در سیستم‌های برقرسانی و هم در بخش صنعت کاهش می‌دهد.

برای کاهش عوارض ناشی از این آلودگی‌ها و متوقف نمودن روند تخریب پیش از موعد مفره‌ها، لازم است تا یک برنامه شستشو منظم و مستمر به اجرا درآید. این شستشو به کمک فشار آب با استفاده از پمپاژ آب صورت می‌گیرد. در بسیاری از کشورها این روش به کمک هلی‌کوپتر و دستگاه پمپاژ آب صورت می‌گیرد. طراحی و ساخت یا ربات پرنده هوشمند می‌تواند برای شستشوی مفره‌ها و جلوگیری از وقوع حوادث انسانی به کار رود.

۲-۷-۲-۱- ضرورت استفاده و مزایا

یکی از مسائل و چالش‌های پیشرو در هر شبکه انتقال قدرتی، بازرسی و نگهداری دائم و منظم آنهاست. روش‌های گوناگونی برای بازرسی شبکه‌ها تاکنون استفاده شده است که در تمامی این روش‌ها نیروی انسانی به طور مستقیم محری این عملیات می‌باشد. در نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه پرسنل از طریق بازدید و بازرسی سیستماتیک اقدام به پیدا کردن اشکالات می‌نمایند که مهمترین روش‌های مورد استفاده در شبکه توزیع برق که در کشور انجام می‌گیرد به صورت بازدید هوایی توسط افراد بازرسی و با استفاده از هلی‌کوپتر است. ایراد این روش پی بردن به عیوبی است که از نزدیک قابل تشخیص است. همچنین در بازدید و بازرسی از دکل‌ها که توسط نیروی انسانی و در فاصله نزدیک صورت می‌گیرد، خطرات جانی زیادی رخ می‌دهد. در دکل‌های فشار قوی که معمولاً دارای ارتفاع‌های ۵۰ تا ۱۰۰ متر هستند، بازرسی انسانی و بالا رفتن از آن بسیار هزینه‌بر و مشکل آفرین می‌باشد.

به وسیله ربات‌های پرنده که قابلیت پرواز و جمع‌آوری اطلاعات و ارسال به پایگاه زمینی را دارند می‌توان به مکان‌های صعب العبور و نیز مکان‌های مرتفع به راحتی دست پیدا کرد. بنابراین استفاده از این ربات‌ها برای بازبینی دکل‌های برق سرعت ماموریت را به شدت افزایش می‌دهد. همچنین به دلیل اینکه این ربات‌ها بدون سرنشین هستند و از راه دور کنترل می‌شوند، خسارت جانی ندارند. علاوه بر این چون هزینه این ربات‌ها زیاد نمی‌باشد، در صورت خرابی و صدمه دیدن در ماموریت، خسارت مالی قابل توجهی ندارند.

در ایالات متحده تعدادی از شرکت‌های بازرسی و تعمیرات دکل‌های فشار قوی از این روش استفاده می‌کنند. همچنین شبکه برق اتریش قرار است از این ربات‌ها جهت بازرسی‌های خود استفاده نماید.

شرکت برق منطقه‌ای مازندران و گلستان برای اولین بار در ایران از ربات پرنده به منظور شناسایی و عیب‌یابی خطوط انتقال و فوق توزیع استفاده کرده است شناسایی و عیب‌یابی دکل‌های ۴۰۰، ۲۳۰ و ۶۳ کیلو ولت در سطح استانهای مازندران و گلستان از اهداف اجرای این پروژه بوده است. همچنین صیانت از نیروی انسانی، تسریع در کار، ایجاد خسارت کمتر به باغات و مزارع کشاورزی و شناسایی عیوب با بالاترین کیفیت از سایر اهداف و اثرات اجرایی پروژه می‌باشد.

۳-۷-۲-۱- سازندگان ربات مذکور

شرکت‌های زیادی در دنیا در ساخت ربات‌های پرنده فعالیت دارند. از جمله سازندگان ربات‌های پرنده برای بازرسی شبکه قدرت را می‌توان به شرکت‌های زیر اشاره نمود:

- شرکت AIBotix که شبکه برق اتریش قرار است از ربات این شرکت جهت بازرسی‌های خود استفاده نماید.
- شرکت ATMOSCAM آمریکا
- شرکت FLINT HILL
- شرکت AeroVision
- شرکت Aerial Photography Specialists
- شرکت Aeryon
- شرکت RotorShot

۴-۷-۲-۱ - دوره عمر ربات مذکور

تاریخچه ساخت بالگرد چهار پروانه‌ای به سال ۱۹۲۰ میلادی برمی‌گردد. در آن سال Etienne Oehmichen اولین بالگرد چهارپره را اختراع نمود. حدود یک قرن بعد اندازه، کاربرد و البته سیستم‌های هدایتی و کنترلی این وسیله بسیار متنوع می‌شود و طراحی اولین کوادکوپترهای امروزی که کوچک و به صورت AUV کنترل می‌شود به دهه‌های اخیر باز می‌گردد و در این مدت نیز از پیشرفت‌های چشم‌گیری برخوردار بوده است.

۸-۲-۱ - ربات بازرسی ژنراتور

۱-۲-۸-۱ - مشخصات کلی

انجام برخی عیب‌یابی‌ها، بازدیدها و تست‌های غیر مخرب ژنراتور مستلزم خارج نمودن روتور از درون استاتور است. خارج کردن روتور و انجام بازرسی نه تنها مدت توقف واحد و خسارت عدم تولید را افزایش می‌دهد بلکه احتمال وارد آمدن خسارت در حین این عملیات نیز وجود دارد. اخیراً برخی سازندگان ژنراتور مانند آلستوم و جنرال الکتریک و اقدام به طراحی ربات‌هایی نموده‌اند که در حین توقف ژنراتور و بدون خارج کردن روتور بتوانند از فاصله دندانه‌ها یا برجستگی شین‌ها حرکت کنند و تصویر بفرستند یا حتی برخی تست‌های غیرمخرب را انجام دهند. دو پارامتر نازک ساختن ربات‌ها به نحوی که درفاصله هوایی روتور و استاتور بتواند حرکت کند و دیگری مکانیزم چسبیدن ربات از موارد مهم در طراحی این ربات‌ها می‌باشد. در حال حاضر ربات DIRIS از آلستوم به ضخامت ۸ میلیمتر رسیده و با استفاده از چرخ‌های مغناطیسی توسط موتورهای قابل انعطاف روی روتور/استاتورهای به قوس نیم تا دو متر حرکت می‌کند. این ابعاد متناسب با ژنراتورهای بالاتر از یکصد مگاوات است. ضخامت ربات جنرال الکتریک به نام GE MAGIC به ۶ میلیمتر رسیده است. زیمنس نیز ربات Siemens FastGen را برای این منظور ساخته است که هنوز روی کاهش ضخامت آن کار می‌کند. رقابت و تلاش این کمپانی‌ها برای ساخت رباتی که فراگیر بوده و بتواند ژنراتورهای بیشتری را پوشش دهد نشان می‌دهد قرار است در آینده کاربردهای موثری برای این ربات تعریف گردد و با تجهیز آن به سنسورها، اسکنرها و دوربین‌های مختلف نقش مفید و قابل اطمینانی برای آن تعریف گردد.

۲-۲-۸-۱ - ضرورت استفاده و مزایا

از مزایای استفاده از این ربات برای انجام برخی بازرسی‌های ژنراتور بدون خارج کردن روتور از استاتور به موارد زیر می‌توان اشاره نمود:

- کاهش زمان توقف واحد برای بازرسی
- کاهش ریسک آسیب دیدن ژنراتور در حین در آوردن روتور و مونتاژ مجدد آن
- افزایش دفعات بازدید و بازرسی‌ها با توجه به سهولت و کاهش زمان
- اجرای برنامه‌های کاندیشن مانیتورینگ
- افزایش سرعت، دقت و ایمنی به همراه کاهش هزینه بازرسی
- استفاده مدیران و نفرات غیر بازرس جهت استفاده از نتایج و وضعیت تجهیزات جهت تصمیم‌گیری

۳-۸-۲-۱ - سازندگان ربات مذکور

از جمله سازندگان ربات‌های بازرس ژنراتور می‌توان به شرکت‌های زیر اشاره نمود:

- شرکت آلستوم
- شرکت زیمنس
- شرکت جنرال الکتریک

۴-۸-۲-۱ - دوره عمر ربات مذکور

طراحی و ساخت ربات در این خصوص به سالهای اخیر (۲۰۰۰ به بعد) باز می‌گردد و این ربات در دوره جنینی خود قرار دارد.

۹-۲-۱ - ربات بازرس تست جوش لوله‌های بویلر

۱-۲-۹-۱ - مشخصات کلی

یکی از عیوبی که بیشترین نقش را در توقف‌های ناخواسته و بدون برنامه‌ریزی بویلر دارد، نشتی لوله‌های سوپرهیتر یا واتروال است. گاهی آمار عیوب لوله‌ها بالا می‌رود به طوری که تعداد زیادی لوله در یک نوبت تعویض می‌گردد. معمولاً در پایان کار پس از خلوت نمودن محیط و فراهم نمودن شرایط ایمنی، اقدام به تست محل‌های جوش به روش رادیوگرافی با اشعه ایکس می‌نمایند. در مواردی نیز تعدادی از جوش‌ها دارای حباب یا نقاط ضعف است که باید مجدداً لوله بریده و جوشکاری شود. اگر تعداد لوله‌ها زیاد باشد، همه لوله‌ها را نمی‌توان تست نمود و به طور رندم چک می‌شود که این موضوع بعداً در حین کار واحد می‌تواند مشکل ساز شود. تست جوش در صنایع بسیاری مانند نفت و گاز کاربرد دارد. یک نمونه از این دستگاه در صنعت برق توسط کمپانی Alstom Inspection Robotics ساخته و به صورت تجاری به بازار عرضه شده است. این دستگاه بر مبنای

امواج آلتراسونیک به روش آرایه فازی array phased کار می‌گندد. توجه به این که این دستگاه دارای حرکت خودکار نیست برخی آن را یک ربات نمی‌دانند، ولی کمپانی آلتستوم از آن به عنوان ربات دستی یا HANDHELD ROBOT نام می‌برد.

۲-۹-۲-۱- ضرورت استفاده و مزایا

این فعالیت در ایران هنوز با استفاده از رادیوگرافی با صرف وقت زیاد، فراهم نمودن شرایط ایمن به سختی، ایجاد وقفه در کار و برای تعداد زیاد لوله به صورت رندم انجام می‌گیرد. شرکت آلتستوم اخیراً سیستم جدید تست به روش آلتراسونیک را به صورت تجاری ولی به قیمت بالا عرضه نموده است. مزیت‌های استفاده از این ربات دستی به جای روش رادیوگرافی عبارت است از:

- انجام تست در حضور نیروهای انسانی هیچگونه خطری ندارد و نیاز به تخلیه و تعطیلی محیط کار نیست.
- نیازی به اتمام جوشکاری لوله‌ها و تست یکباره آنها نیست. و می‌توان بلافاصله پس از جوشکاری تست جوش را انجام داد و در صورت نیاز آن را اصلاح نمود.
- بر خلاف روش مرسوم نیاز به تخصص ویژه و افراد خبره و شرکت‌های حرفه نیست.
- هزینه موارد مصرفی ندارد.

۳-۹-۲-۱- سازندگان ربات مذکور

از جمله سازندگان این ربات‌های دستی در صنعت برق می‌توان به شرکت‌های زیر اشاره نمود:

- شرکت آلتستوم
- شرکت GE

۴-۹-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

طراحی و ساخت این ربات دستی توسط شرکت آلتستوم به سالهای اخیر باز می‌گردد و این ربات در دوره معرفی خود قرار دارد.

۱۰-۲-۱- ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر

۱-۲-۱۰-۱- مشخصات کلی

چراغ‌های روشنایی معابر به دلیل وجود گرد و غبار، دوده و سایر ذرات معلق در هوا، ورود حشرات و سایر عوامل ناخواسته نیاز به شستشو دارند. شستشوی چراغ‌های نصب شده در کوچه و معابر فرعی با کمک بالابر و نیروی انسانی به سهولت صورت می‌گیرد. ولی شستشوی روشنایی معابر اصلی و بزرگراه‌ها نیاز به بالابرهای بزرگ دارد که به دلیل ایجاد ترافیک در مسیر،

می‌تواند سبب احتمال تصادف نیز گردد. لذا در دسترس بودن یک ربات که توسط یک کاربر قابل حمل و راه‌اندازی باشد، مزایای اقتصادی زیادی به همراه دارد.

۲-۱۰-۱-۲- ضرورت استفاده و مزایا

از مزایای استفاده از ربات‌های شستشوی چراغ روشنایی معابر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- جلوگیری از اختلال ترافیک و بروز سوانح رانندگی

- هزینه زیاد استفاده از بالابرهاى بلند

۳-۱۰-۲-۱- سازندگان ربات مذکور

نمونه‌های آزمایشگاهی این ربات توسط دانشگاه‌های تهران، شریف و .. ساخته شده است. ولی نمونه صنعتی و تجاری این ربات تا کنون در کشور معرفی و عرضه نشده است.

۴-۱۰-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

طراحی و ساخت این ربات در کشور در مرحله معرفی خود قرار دارد.

۱۱-۲-۱- ربات دستی آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL

۱-۱۱-۲-۱- مشخصات کلی

شرکت توانیر برای برطرف کردن نیاز خود در زمینه بهره‌برداری مستمر، مطمئن و پایدار از شبکه تحت پوشش در شرکت برق منطقه‌ای تهران، با انبوهی از ایستگاه‌های انتقال و فوق توزیع (حدود ۳۰۰ ایستگاه) نیاز به یک سیستم رباتیک مطمئن و ایمن جهت تشخیص و رفع بخشی از عیوب سیستم‌های گازی (GIS & GIL) ایستگاه‌های خود دارد

- جهت آشنایی هر چه بیشتر با موضوع لازم است مقدمه‌ای در مورد این مسئله بیان گردد. امروزه جهت افزایش ضریب

بهره‌برداری، قابلیت اطمینان، کمبود فضا و مسائل آلودگی محیطی از ایستگاه‌ها و تجهیزات گازی استفاده می‌نمایند.

در پست‌های گازی کلیه تجهیزات قدرت درون کپسول‌های محتوی گاز SF6 که قدرت عایقی آن تقریباً سه برابر هوا

می‌باشد قرار می‌گیرند. به این ترتیب فاصله قسمت‌های برق دار با یکدیگر در درون کپسول‌های پر از گاز به مراتب

کمتر از فاصله‌های لازم در پست‌های معمولی می‌باشد و در مجموع تجهیزات فضای بسیار کمتری را اشغال می‌کنند.

پست‌های گازی تقزیباً از سال ۱۹۶۰ میلادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مهمترین مزایای پست گازی نسبت به پست معمولی عبارتند از:

- فضای کمتر جهت نصب تاسیسات که در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد یک پست معمولی در همان سطح ولتاژ می‌باشد.
- چون کلیه تجهیزات درون کپسول‌های گاز قرار دارند آلودگی‌های محیطی روی آنها تاثیری ندارد و بنابراین به تمیزکاری و سرویس‌های دوره‌ای نیازی نیست.
- امکان تماس سهوی پرسنل با تجهیزات برق دار وجود ندارد.
- نصب و بهره برداری از پست به علت آماده بودن کلیه تجهیزات درون کپسول‌های سبک وزن آلومینیومی، بسیار سریع انجام می‌شود.

۲-۱۱-۲-۱- ضرورت استفاده و مزایا

از آنجا که تجهیزات این ایستگاه‌ها در داخل محفظه گازی می‌باشد و جهت سرویس و رفع عیوب این تجهیزات نیاز به خاموشی و باز نمودن این تجهیزات است، لذا می‌توان با توجه به قابلیت مشاهده آندوسکوپی تجهیزات گازی، آندوسکوپ مذکور را به اهرم‌ها و بازوهای لازم جهت رفع بعضی از عیوب همانند سست شدن اتصالات مجهز نمود.

۳-۱۱-۲-۱- سازندگان ربات مذکور

سازنده‌ایی از ربات فوق مشاهده نگردید.

۴-۱۱-۲-۱- دوره عمر ربات مذکور

طراحی و ساخت این ربات در دوره عمر پروردگی قرار می‌گیرد.

فصل دوم: هوشمندی فناوری ربات‌های صنعت برق

۲-۱- مقدمه

آینده پژوهی مشتمل بر مجموعه تلاش‌هایی است که با استفاده از تجزیه و واکاوی منابع، الگوها و عوامل تغییر و یا ثبات، به تجسم آینده‌های بالقوه و برنامه‌ریزی برای آن‌ها می‌پردازد.

پیچیدگی‌های دنیای امروز تصمیم‌گیری قابل اطمینان را به چالشی برای مدیران و سازمان‌ها تبدیل کرده است. گوناگونی و شمار زیاد شاخص‌ها و سنجه‌های کمی و کیفی، تصمیم‌گیری و لزوم در نظر گرفتن هم‌زمان آن‌ها و همچنین اهمیت اثرات و پیامدهای آن بر پیچیدگی تصمیم‌ها می‌افزاید. از این رو با نگاهی آینده‌نگرانه باید در جستجوی روش‌های کارآمدی برای مساله تصمیم‌گیری در خصوص موضوعات پیچیده بود. آینده پژوهی به عنوان علمی که تمرکز خود را بر بررسی تغییرها و پیش‌تدبیری برای آینده قرار داده است باید بتواند راهی را پیش روی کارشناسان و تحلیلگران مسائل پیچیده قرار دهد.

لذا در این فصل در ابتدا به بیان محدوده شناسایی شده تکنولوژی و وضعیت چرخه عمر آن پرداخته می‌شود. سپس جهت‌گیری شرکت‌ها و فعالیت‌های پژوهشی آنها مورد بررسی قرار گرفته تا ترسیم‌کننده حرکت تکنولوژی در دنیا باشد. در ادامه نیز تحلیل ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری جهت رده‌بندی توسعه ربات‌های صنعت برق ارائه شده تا بستر مناسب برای انتخاب اولویت توسعه هر یک از ربات‌ها و برنامه‌ریزی‌های آتی ممکن گردد.

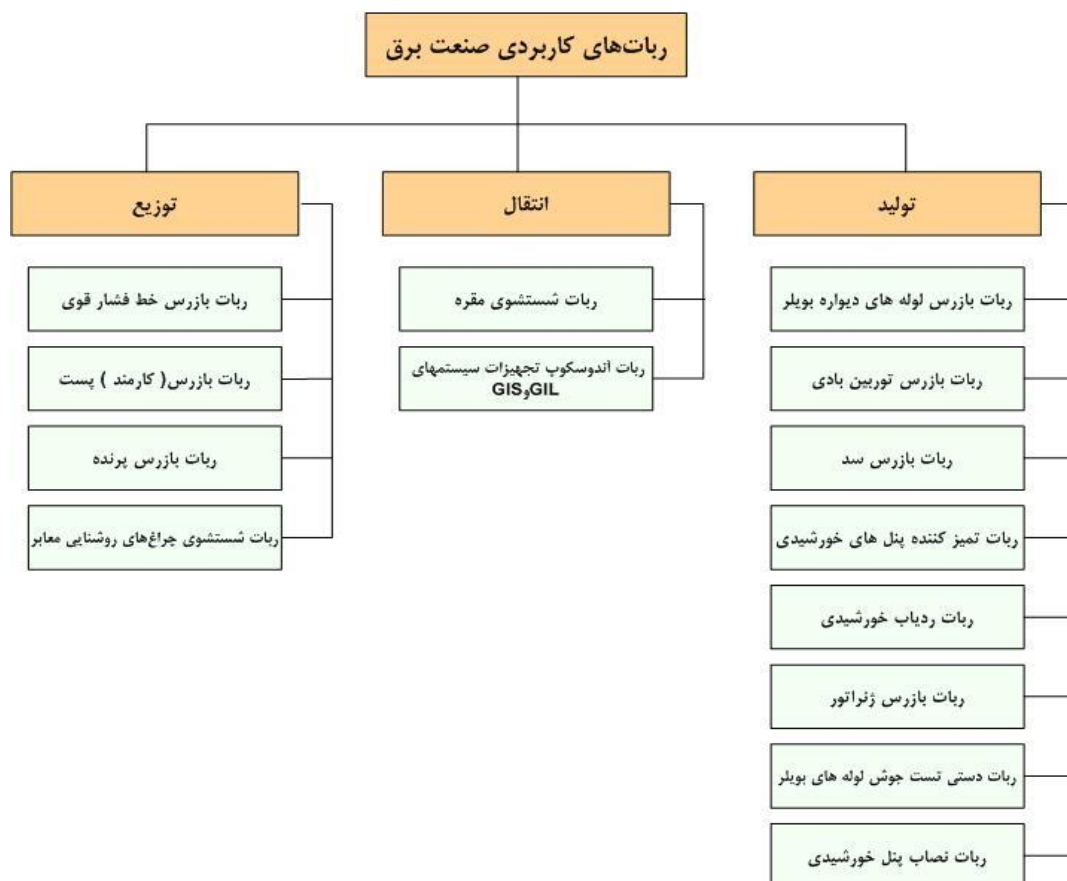
۲-۲- تعیین محدوده ربات‌های به کار گرفته شده در صنعت برق

همانطور که در گزارش مرحله اول گفته شد، گستره مطالعه این طرح سه بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی در نظر گرفته می‌شود. در بخش پیشین نیز به مطالعه و شناسایی کاربردهای ربات در این حوزه‌ها پرداخته شد. ربات‌های شناسایی شده در صنعت برق در این مطالعه عبارتند از:

- ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر
- ربات بازرس توربین بادی
- ربات بازرس سد
- ربات بازرس خط فشار قوی

- ربات تمیز کننده پنل‌های خورشیدی
- ربات ردیاب خورشیدی
- ربات نصاب پنل خورشیدی
- ربات بازرسی (کارمند) پست
- ربات بازرسی پرنده
- ربات شستشوی مقره
- ربات بازرسی ژنراتور
- ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر
- ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر
- ربات آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL

بر این اساس درخت فناوری ربات‌های صنعت برق در سه شاخه تولید، انتقال و توزیع به صورت زیر می‌باشد:



۲-۳- تعیین چرخه عمر ربات‌های به کار گرفته شده در صنعت برق

همانطور که در گزارش مرحله اول گفته شد، همان‌طور که زندگی موجودات زنده از مراحل اصلی تولد، رشد، بلوغ و مرگ می‌گذرد، هر تکنولوژی نیز این فراز و نشیب را تجربه می‌کند. این مراحل را چرخه عمر تکنولوژی می‌نامند. مراحل چرخه عمر تکنولوژی را می‌توان به پنج دوره "پروردگی"، "معرفی یا جنینی"، "رشد"، "بلوغ یا اشباع" و "نزول یا افول" تقسیم‌بندی کرد. در جدول ۱-۲ دوره عمر ربات‌های شناسایی شده در صنعت برق آورده شده‌اند.

ربات بازرسی پست، ربات شستشوی مقره و ربات آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL به دلایل زیر در مرحله پروردگی قرار می‌گیرند:

- عدم تولید انبوه. تولید تکی، یا دسته‌ای
 - بکارگیری نمونه‌های تولید شده در سایت‌های مختلف به صورت آزمایشی
 - وارد شدن شرکت‌ها و موسسات اندک و محدود به این حوزه
- ربات‌های بازرسی سد و پرند به دلایل زیر در مرحله رشد قرار می‌گیرند:
- افزایش تنوع محصولات و استانداردسازی آن‌ها
 - رشد مالی حاصل از فروش محصولات که با سودآوری همراه است
 - کاهش هزینه تحقیق و توسعه با ادامه تولید محصول
 - فروش محصول از رشد قابل توجهی برخوردار است
 - شرکت‌های فعالی در این زمینه وجود دارد
- سایر ربات‌های صنعت برق نیز به دلایل زیر در مرحله معرفی قرار می‌گیرند:
- عدم تولید انبوه. تولید تکی، یا دسته‌ای
 - بهره‌گیری از تکنولوژی رشد بسیار کندی را در حوزه مربوطه دارد
 - هر چند تکنولوژی در این دوره دارای مشتری است، ولی هنوز همه‌گیری وجود ندارد
 - هزینه تحقیق و توسعه قابل توجه، برای محصول و قیمت روش به دلیل هزینه‌های اجرا و سربار تولید بالاست

جدول ۲-۱- معرفی مراحل چرخه عمر

دوره افول (نزول)	دوره بلوغ (اشباع)	دوره رشد	دوره معرفی (جنینی)	دوره پروردگی	فناوری
			✓		ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر
			✓		ربات بازرس توربین بادی
		✓			ربات بازرس سد
			✓		ربات بازرس خط فشار قوی
			✓		ربات‌های نیروگاه خورشیدی
			✓		ربات ردیاب خورشیدی
			✓		ربات نصاب پنل خورشیدی
				✓	ربات بازرس پست
		✓			ربات بازرس پرند
				✓	ربات شستشوی مقرر
			✓		ربات بازرس ژنراتور
			✓		ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر
			✓		ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر
				✓	ربات آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL

۲-۴- بررسی آینده‌پژوهی و شرکت‌های پیشگام ربات‌های صنعت برق

در این بخش جمع‌بندی شرکت‌ها و موسسات پژوهشی دیگر کشورها در حوزه توسعه ربات‌های صنعت برق آورده شده است. همانطور که در بخش‌های پیشین به آن اشاره شد اکثر ربات‌ها در حوزه صنعت برق در دوره پروردگی و معرفی هستند. لذا این امر معرف نگاه به آینده و برنامه‌ریزی این شاخه (رباتیک) در صنعت برق می‌باشد. به عنوان مثال شرکت آلتوم در دو سه سال اخیر ربات‌های خود را معرفی کرده است که نشان دهنده کاربرد نوپای رباتیک در حوزه صنعت برق می‌باشد. در ادامه این جمع‌بندی آورده شده است:

ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر:

- شرکت Gecko Robotics (ساخت و سرویس)
- شرکت RUSSELL NDE SYSTEMS (ساخت و سرویس)
- شرکت ALSTOM (ساخت)
- شرکت خدمات عمومی NEW Mexico (سرویس)، سازنده دانشگاه صنعتی تنسی^{۱۴} (ساخت)

ربات بازرس توربین بادی:

- شرکت GE^{۱۵} با همکاری شرکت ICM^{۱۶}
- شرکت Visatec
- شرکت Helical Robotics
- کنسرسیوم DashWin اتحادیه اروپا

ربات بازرس سد:

- شرکت SAAB seaeye
- شرکت AGEOTEC
- شرکت HYDRO QUEBEC
- شرکت SEA BOTIX
- شرکت AQUABOTIX
- شرکت CISCREA
- شرکت DEEP OCEAN ENGINEERING
- شرکت VIDEO RAY
- شرکت ECA ROBOTICS

¹⁴ Tennessee Technological University

¹⁵ General Electric

¹⁶ International Climbing Machines

• شرکت DEEP LINK

• شرکت Oceaneering International

ربات بازرسی خط فشار قوی:

• ربات ExpLiner شرکت HiBot ژاپن به سفارش شرکت KEPCO (به منظور سرعت‌بخشی به تجاری شدن طرح

مذکور از شرکت هیتاچی کمک گرفته شده است.)

• ربات LineScout شرکت Hydro-Quebec

• ربات Ti موسسه EPRI آمریکا

• ربات شرکت TRANSPOWER که در حال حاضر در شبکه انتقال نیوزلند مشغول به کار است

• ربات شرکت UKZN که در نمایشگاه شیکاگو نمایش داده شده است

• ربات شرکت Power Grid Corporation هند که در دست تحقیق و توسعه می‌باشد

ربات‌های نیروگاه خورشیدی:

• شرکت QBotix

• شرکت Alion Energy

• شرکت Nommad

ربات بازرسی (کارمند) پست:

• یک نمونه از این ربات توسط موسسه برق قدرت شدونگ^{۱۷} چین طراحی و ساخته شده است.

ربات بازرسی پرنده:

• شرکت AIBotix که شبکه برق اتریش قرار است از ربات این شرکت جهت بازرسی‌های خود استفاده نماید.

• شرکت ATMOSCAM آمریکا

• شرکت FLINT HILL

• شرکت AeroVision

- شرکت Aerial Photography Specialists

- شرکت Aeryon

- شرکت RotorShot

ربات بازرس ژنراتور:

- شرکت آلتوم

- شرکت زیمنس

- شرکت جنرال الکترونیک

۲-۵- ماتریس جذابیت-امکان پذیری

یکی از مهمترین مسائلی که در استراتژی توسعه فناوری باید به آن پرداخته شود، یافتن قلمروی مناسب است. یعنی پرداختن به این مسئله که در چه حوزه‌هایی باید وارد شد و اینکه توسعه کدام فناوری دارای اهمیت کلیدی می‌باشد. در دنیای امروزی تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری در حوزه تکنولوژی به امری حیاتی تبدیل گشته است، به نحوی که بی‌توجهی به آن منجر به اتلاف منابع، هدر رفت سرمایه و عقب ماندگی تکنولوژیکی می‌گردد.

در این راستا، پس از شناسایی ربات‌های کاربردی صنعت برق، نیاز به انتخاب فناوری‌های ارجح جهت توسعه با استفاده از روش‌های تحلیلی می‌باشد. یک روش اولویت‌گذاری و انتخاب، استفاده از روش تحلیل ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری است. ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری یکی از تکنیک‌ها و ابزارهای پرکاربرد در ارزیابی، تصمیم‌گیری و اولویت‌گذاری در توسعه گزینه‌های فناوری می‌باشد.

مراحل تحلیل با استفاده از ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری به شرح ذیل می‌باشد:

۱. در ابتدا می‌بایست معیارهای تاثیرگذار برای انتخاب توسعه تکنولوژی استخراج گردند.
۲. سپس بسته به اهمیت هر کدام از این معیارها، به آن ضریب یا وزن داده شود. این ضرایب برای تحلیل از یک (بی‌اهمیت) تا پنج (بسیار مهم) می‌توانند انتخاب شوند. انتخاب ضریب یا وزن به چگونگی تحلیل بستگی پیدا می‌کند.
۳. سپس با توجه به دو مرحله قبل، امتیاز هر فناوری تعیین و محاسبه می‌گردد. این امتیازدهی عمدتاً توسط خبرگان این صنعت صورت می‌پذیرد.

در اینجا معیارهای استخراج شده جهت اولویت‌بندی توسعه ربات‌ها به شرح زیر تعیین گردیده‌اند:

۱. صرفه اقتصادی بکارگیری فناوری در صنعت (عدد ۵ نشان دهنده صرفه اقتصادی بالا و عدد ۱ نشان دهنده صرفه اقتصادی کم می‌باشد).

۲. هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری یا سرمایه‌گذاری اولیه (عدد ۵ نشان دهنده هزینه دسترسی پایین و عدد ۱ نشان دهنده هزینه دسترسی بالا می‌باشد).

۳. توسعه فناوری مذکور در بازه زمانی مورد انتظار میسر است (عدد ۵ نشان دهنده میسر بودن توسعه در زمان مورد انتظار و عدد ۱ نشان دهنده میسر نبودن توسعه در زمان مورد انتظار می‌باشد).

۴. شرکتهای توانمند داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری مذکور در حال حاضر وجود دارند یا ارزیابی پتانسیل موجود (عدد ۵ نشان دهنده وجود پتانسیل داخلی بالا و عدد ۱ نشان دهنده پتانسیل داخلی پایین می‌باشد).

۵. اهمیت کاربرد فناوری با توجه به جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق (هر چه امتیاز بیشتر باشد نشان دهنده اهمیت کاربرد فناوری با توجه به جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق می‌باشد).

۶. فرهنگ پذیرش و به کارگیری آن وجود دارد (هر چه امتیاز بیشتر باشد نشان دهنده این امر می‌باشد که فرهنگ پذیرش و به کارگیری تکنولوژی وجود دارد).

۷. سهولت دسترسی به فناوری (هر چه امتیاز بیشتر باشد نشان دهنده سهولت دسترسی بالا به فناوری می‌باشد).

۸. فناوری بکار رفته از قابلیت استفاده در سایر حوزه‌ها برخوردار است (هر چه امتیاز بیشتر باشد یعنی فناوری بکار رفته قابلیت استفاده در سایر حوزه‌ها را نیز دارا می‌باشد).

۹. ابزار مورد نظر از بعد فناوری نوظهور است (فناوری جدید و نوظهور از امتیاز بیشتری برخوردار است).

این معیارها به اعضای محترم کمیته ارایه گردید و اصلاحات مورد نظر در آنها صورت گرفت.

جدول ۲-۲ یک نمونه ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری تهیه شده برای رده‌بندی اولویت توسعه ربات‌های صنعت برق را توسط یکی از اعضا امتیاز دهی شده نشان می‌دهد. همچنین در این جدول، وزن هر معیار در امتیازدهی در ردیف "وزن" نمایش داده شده است. از آنجا که وزن هر معیار توسط هر یک از اعضا مقداردهی شده است، این وزن در برگه مربوط به امتیاز دهی اعضا

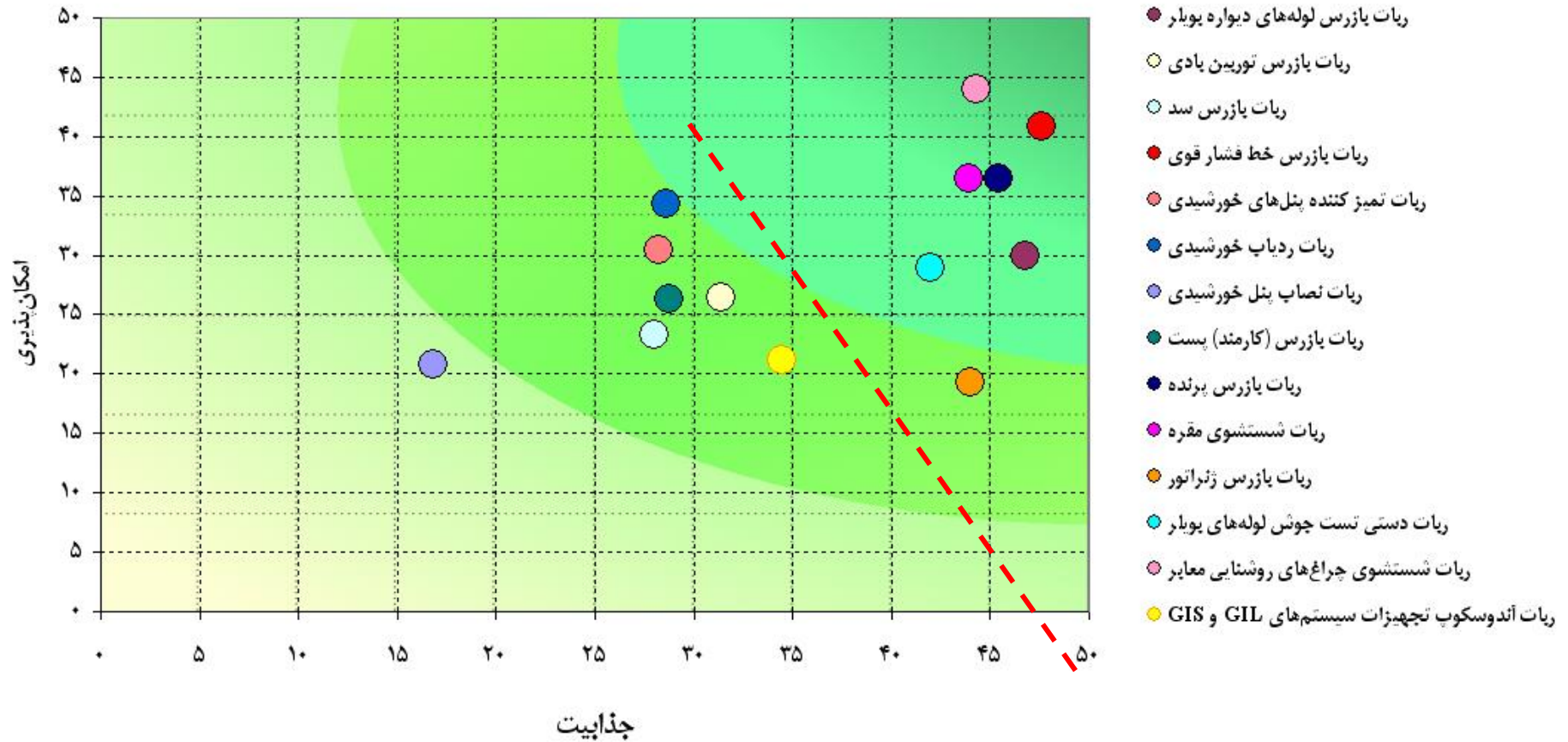
درج شده است. سپس این امتیازها نرمال سازی شده است تا با یکدیگر قابل مقایسه باشند. پس از تهیه ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری، این ماتریس توسط اعضا محترم کمیته رباتیک امتیاز دهی گردید که نتایج آن در پیوست یک آورده شده است. ربات‌های دارای اولویت بالاتر جهت توسعه به شرح جدول ۲-۳ انتخاب گردیدند. شکل ۲-۱ نیز نمودار رده‌بندی در ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری را برای امتیازات داده شده نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نمایش داده شده است ربات‌های بالای خط چین برای توسعه برگزیده شده‌اند.

جدول ۲-۳- امتیازات رده‌بندی ربات‌ها در ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری

امتیاز امکان‌پذیری	امتیاز جذابیت	نام ربات
40.8	47.5	ربات بازرس خط فشار قوی
43.9	44.2	ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر
36.4	45.4	ربات بازرس پرند
36.4	43.9	ربات شستشوی مقره
29.8	46.7	ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر
28.8	41.9	ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر
19.2	43.9	ربات بازرس ژنراتور
34.37	28.6	ربات ردیاب خورشیدی
30.45	28.2	ربات تمیز کننده پنل‌های خورشیدی
26.4	31.4	ربات بازرس توربین بادی
26.2	28.7	ربات بازرس (کارمند) پست
21.2	34.4	ربات آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL
23.3	28.0	ربات بازرس سد
20.7	16.8	ربات نصاب پنل خورشیدی

جدول ۲-۲- ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری برای رده‌بندی اولویت توسعه ربات‌های صنعت برق

امتیاز امکان‌پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل	امکان‌پذیری				جذابیت				معیارها	ردیف	
			سهولت دستیابی به فناوری	هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	سرکتهای توانمند داخلی و زیرساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر و وجود دارند	فرهنگ پذیرش و بکارگیری	همسو بودن موضوع با اسناد بالادستی و اهداف راهبردی سرکتهای بهره‌بردار از ربات	صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر			نوبت بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات
											وزن		
۲۴.۱	۴۹.۰	۵۳	۳	۲	۲	۲	۵	۵	۵	۴	۴	۱ ربات بازرسی لوله‌های دیواره بویلر	
۲۴.۱	۱۷.۲	۳۰	۳	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۱	۲ ربات بازرسی توربین بادی	
۲۳.۸	۲۹.۷	۴۶	۴	۳	۴	۲	۲	۲	۳	۳	۴	۳ ربات بازرسی سد	
۲۶.۶	۵۰.۳	۶۳	۴	۳	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۴ ربات بازرسی خط فشار قوی	
۲۸.۶	۲۴.۸	۴۶	۴	۴	۴	۴	۲	۱	۳	۴	۳	۵ ربات تمیزکننده پنل‌های خورشیدی	
۲۵.۹	۲۴.۸	۴۴	۴	۴	۴	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۶ ربات ردیاب خورشیدی	
۲۸.۲	۱۴.۵	۳۱	۳	۴	۳	۲	۱	۱	۲	۲	۱	۷ ربات نصاب پنل خورشیدی	
۲۴.۱	۲۶.۲	۲۶.۵	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۸ ربات بازرسی (کارمند) پست	
۲۸.۶	۴۶.۲	۶۱.۵	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۹ ربات بازرسی پرنده	
۲۶.۶	۴۲.۴	۵۸	۴	۳	۴	۴	۵	۴	۴	۳	۵	۱۰ ربات شستشوی مقره	
۱۲.۴	۴۲.۴	۴۰.۵	۱	۱	۲	۱	۵	۴	۴	۴	۴	۱۱ ربات بازرسی ژنراتور	
۲۲.۱	۲۸.۶	۴۴	۲	۲	۳	۲	۴	۴	۴	۳	۳	۱۲ ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	
۴۶.۲	۴۰.۷	۶۳	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۳	۳	۱۳ ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	
۲۴.۱	۲۸.۶	۴۵.۵	۲	۳	۳	۲	۴	۴	۴	۳	۳	۱۴ ربات آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL	



شکل ۱-۲- نمودار ماتریس جذابیت-امکان پذیری

نتیجه‌گیری

در این گزارش نظام هوشمندی فناوری به عنوان رویکردی نوین در افزایش قدرت تصمیم‌گیری مدیران، سرمایه‌گذاران، کارشناسان، متخصصان و به طور کلی تمامی افرادی که در حوزه فناوری‌های توسعه ربات‌های صنعت برق در حال فعالیت می‌باشند، معرفی گردید.

در این راستا در ابتدا شناسایی ربات‌های صنعت برق انجام گرفت. در ادامه، نیز با معرفی فعالیت‌های جاری شرکت‌ها و مراکز پژوهشی معتبر جهانی، برای فناوری‌های برگزیده، آینده‌پژوهی صورت گرفت تا سمت و سوی حرکت جهانی، در این زمینه شناسایی شود. سپس نحوه تشکیل و استفاده از ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری برای رده‌بندی اولویت توسعه ربات‌های صنعت برق بیان گردید. در ادامه نظرات خبرگان در قالب این ماتریس جمع‌آوری گردید، تا از آن در مراحل بعدی پروژه جهت تشکیل ارکان جهت‌ساز استفاده گردد.

منابع و مراجع

- [1]- www.geckorobotics.org
- [2]- www.russeltech.com
- [3]- www.barc.gov.in
- [4]- www.inspection-robotics.com
- [5]- www.epri.com
- [6]- www.geglobalresearch.com
- [7]- www.dashwin.eu
- [8]- www.helicarobotics.com
- [9]- www.electricenergyonline.com/index.php
- [10]- www.thenational.ae
- [11]- www.solarpowerworldonline.com
- [12]- www.powerrobot.org

[۱۳] گزارش مرحله‌ی اول پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه ربات‌ها در صنعت برق" پژوهشگاه نیرو، اردیبهشت

پیوست

امتیاز کل نمرال شده (کل امتیاز ممکن برای هر ربات ۱۲۵)		امتیاز امکان پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل
۴۶۳	۱۶۴	۴۹۷	۹۴	۹۴
۴۳۱	۱۲۴	۳۰۷	۶۲۵	۶۲۵
۳۳۸	۴۸	۳۷۹	۴۷۵	۴۷۵
۸۸۳	۴۲۱	۶۶۳	۱۷۸	۱۷۸
۶۶۲	۳۷۹	۷۸۳	۹۴	۹۴
۶۵۵	۴۶۳	۱۹۳	۵۵	۵۵
۳۳۸	۱۲۴	۱۱۴	۳۴۵	۳۴۵
۱۸۳	۴۸	۱۲۴	۷۴۵	۷۴۵
۹۷۹	۴۸۳	۴۹۷	۱۴۲	۱۴۲
۷۵۵	۴۴۱	۳۱۴	۱۰۹۵	۱۰۹۵
۵۵۹	۱۴۸	۴۱۰	۸۱	۸۱
۷۰۳	۳۲۱	۴۸۳	۱۰۲	۱۰۲
۹۵۶	۴۸۳	۴۸۳	۱۴۰	۱۴۰
۳۷۹	۴۹	۲۱۰	۴۰۵	۴۰۵

امکان پذیری	امتیاز			
	۱.۵	۱.۵	۲	۲
سهولت دستیابی به فناوری	۵	۳	۵	۱
هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	۳	۱	۵	۱
میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	۲	۱	۵	۱
سرکتهای نوالتمند داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر وجود دارند	۲	۱	۱	۱
فرهنگ پذیرش و بکارگیری	۱.۵	۱.۰	۱.۰	۱.۰
همسو بودن موضوع یا اسناد بالا دستی و اهداف راهبردی شرکت‌های بهره بردار از ربات	۲	۱.۰	۱.۰	۱.۰
صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	۲	۳	۵	۴
امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر	۱	۷	۲	۱
نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات	۱	۱.۰	۷	۴

جذابیت	امتیاز			
	۱.۵	۱.۵	۲	۲
فرهنگ پذیرش و بکارگیری	۱.۵	۱.۰	۱.۰	۱.۰
همسو بودن موضوع یا اسناد بالا دستی و اهداف راهبردی شرکت‌های بهره بردار از ربات	۲	۱.۰	۱.۰	۱.۰
صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	۲	۳	۵	۴
امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر	۱	۷	۲	۱
نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات	۱	۱.۰	۷	۴

معیارها	وزن	رتبه
ربات بازرسی لوله‌های دیواره پویلر	۱	۱
ربات بازرسی توربین بادی	۲	۲
ربات بازرسی سبد	۳	۳
ربات بازرسی خط فشار قوی	۴	۴
ربات تعمیر کننده بناهای خورشیدی	۵	۵
ربات ربات خورشیدی	۶	۶
ربات نصب پنل خورشیدی	۷	۷
ربات بازرسی (اگر ابتدا) است	۸	۸
ربات بازرسی برنده	۹	۹
ربات شستشوی عمیق	۱۰	۱۰
ربات بازرسی اثر اتور	۱۱	۱۱
ربات دستی تست جوش بونه‌های پویلر	۱۲	۱۲
ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	۱۳	۱۳
ربات آف‌سکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL	۱۴	۱۴

امتیاز کل نرمال شده (کل امتیاز ممکن برای هر ربات (۴۵)		امتیاز امکان‌پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل	امکان‌پذیری								جذابیت				معیارها	ردیف					
سهولت دستیابی به فناوری	هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	سرمزهای نواندک داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر وجود دارند	فرهنگ پذیرش و بکارگیری	همسو بودن موضوع با اسناد بالادستی و اهداف راهبردی شرکتهای بهره‌بردار از ربات	صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر	نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات	وزن	ربات بازرسی لوله‌های دیواره پوپلر	ربات بازرسی توربین پادی	ربات بازرسی سبد	ربات بازرسی خط فشار قوی	ربات همپوش کننده پله‌های خورشیدی	ربات روبانپ خورشیدی	ربات قصاب پیل خورشیدی			ربات بازرسی [آر ام دی] پست	ربات بازرسی برنده	ربات تست کننده	ربات بازرسی زیر آونز	ربات تست جوش لوله‌های پوپلر	ربات تست جوش لوله‌های روشنائی معابر	ربات آندوسکوپ تجهیزات مستحدهای GIS و GIL
۷۳٫۳	۲۸٫۹	۴۴٫۴	۳۳	۳۳	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۶۰٫۰	۲۴٫۷	۳۳٫۳	۲۷	۲۷	۴	۳	۱	۴	۱	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۶۲٫۳	۲۸٫۹	۳۳٫۳	۲۸	۲۸	۴	۳	۲	۴	۱	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۸۳٫۳	۳۵٫۵	۴۶٫۷	۳۷	۳۷	۴	۳	۴	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۵۷٫۸	۲۴٫۷	۳۱٫۱	۲۶	۲۶	۲	۳	۲	۳	۱	۵	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۸۴٫۴	۴۰٫۰	۴۴٫۴	۳۸	۳۸	۵	۳	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶۶٫۷	۲۴٫۷	۳۰٫۰	۲۱	۲۱	۲	۳	۲	۳	۱	۵	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۵۳٫۳	۲۴٫۷	۳۴٫۴	۲۳	۲۳	۲	۳	۲	۳	۱	۵	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۷۷٫۸	۲۸٫۹	۳۸٫۹	۲۵	۲۵	۴	۳	۲	۴	۳	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۷۱٫۱	۲۴٫۴	۳۶٫۷	۲۲	۲۲	۳	۳	۲	۳	۳	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۸۸٫۹	۴۰٫۰	۴۸٫۹	۴۰	۴۰	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۸۴٫۴	۴۲٫۳	۴۲٫۳	۳۸	۳۸	۴	۵	۵	۴	۳	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۷۱٫۱	۲۸٫۱	۴۰٫۰	۳۲	۳۲	۴	۴	۳	۳	۲	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴

امتیاز داده شده توسط آقای مهندس نریمانی

امتیاز کل نرمال شده (کل امتیاز ممکن برای هر ربات (۴۵)		امتیاز امکان پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل
۷۳٫۲	۲۸٫۹	۴۴٫۴	۳۳	۳۳
۶۰۰۰	۲۴٫۷	۳۳٫۳	۲۷	۲۷
۶۲٫۲	۲۸٫۹	۳۳٫۳	۲۸	۲۸
۸۲٫۲	۳۵٫۵	۴۶٫۷	۳۷	۳۷
۵۷٫۸	۲۴٫۷	۳۱٫۱	۲۵	۲۵
۸۴٫۴	۴۰۰	۴۴٫۴	۳۸	۳۸
۴۶٫۷	۲۴٫۷	۲۰۰	۲۱	۲۱
۵۳٫۲	۲۴٫۷	۲۶٫۷	۲۴	۲۴
۷۱٫۱	۲۴٫۴	۴۶٫۷	۳۷	۳۷
۷۷٫۸	۲۸٫۹	۴۸٫۹	۳۵	۳۵
۷۱٫۱	۲۴٫۴	۴۶٫۷	۳۷	۳۷
۸۸٫۹	۴۰۰	۴۸٫۹	۴۰	۴۰
۸۴٫۴	۴۲٫۲	۴۲٫۲	۳۸	۳۸
۷۱٫۱	۲۸٫۱	۴۰۰	۳۸	۳۸

امکان پذیری	امکان جذابت	معیارها	
		وزن	رتبه
سهولت دستیابی به فناوری	۱	۲	۱
هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	۱	۳	۲
میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	۱	۳	۳
شرکتهای نواگنند داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر وجود دارند	۱	۴	۴
فرهنگ پذیرش و بکارگیری	۲	۱	۲
همسو بودن موضوع با اسناد بالادستی و اهداف راهبردی شرکتهای بهره بردار از ربات	۱	۵	۵
صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	۱	۴	۴
امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر	۱	۵	۵
نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات	۱	۳	۳

ربات بازرس توله‌های دیواره پوپلر	۱
ربات بازرس توربین پادی	۲
ربات بازرس سد	۳
ربات بازرس خط فشار قوی	۴
ربات تعمیر کننده پل‌های خورشیدی	۵
ربات ربات خورشیدی	۶
ربات قصاب پل خورشیدی	۷
ربات بازرس (اگر ربات) پست	۸
ربات بازرس پرتله	۹
ربات تستیوی موره	۱۰
ربات بازرس زیر آتور	۱۱
ربات تست جوش توله‌های پوپلر	۱۲
ربات تستیوی چراغ‌های روشنایی معابر	۱۳
ربات آندوسکوپ تجهیزات تستیوی GIS و GIL	۱۴

امتیاز کل نرمال شده (کل امتیاز ممکن برای هر ربات ۷۲.۵)	امتیاز امکان پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل	امکان پذیری				جذابیت				معیارها	رتبه	
				سهولت دستیابی به فناوری	هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	شرکتهای توانمند داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر وجود دارند	فرهنگ پذیرش و بکارگیری	همسو بودن موضوع با اسناد بالادستی و اهداف راهبردی شرکتهای بهره بردار از ربات	صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر			نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات
۷۲.۱	۲۴.۱	۴۹.۰	۵۳	۱.۵	۱.۵	۲	۲	۱.۵	۲	۲	۱	۴	۱	۱
۴۱.۴	۲۴.۱	۱۷.۳	۳۰	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۱	۴	۲
۶۳.۴	۳۳.۸	۲۹.۷	۴۶	۴	۳	۴	۳	۲	۲	۳	۲	۴	۳	۲
۸۶.۹	۳۶.۶	۵۰.۳	۶۳	۴	۳	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۴
۶۳.۴	۳۸.۶	۲۴.۸	۴۶	۴	۴	۴	۴	۲	۲	۳	۴	۳	۳	۳
۶۰.۷	۳۵.۹	۲۴.۸	۴۴	۴	۴	۴	۳	۲	۲	۳	۳	۴	۲	۳
۴۳.۸	۲۸.۳	۱۴.۵	۳۱	۲	۴	۳	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۱	۷
۵۰.۳	۲۴.۱	۲۶.۲	۳۶.۵	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۸
۸۴.۸	۳۸.۶	۴۶.۲	۶۱.۵	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۹
۸۰.۰	۳۶.۶	۴۳.۴	۵۸	۴	۳	۴	۴	۵	۴	۴	۳	۵	۵	۱۰
۵۵.۹	۱۳.۴	۴۳.۴	۴۰.۵	۱	۱	۲	۱	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۱۱
۶۰.۷	۲۳.۱	۳۸.۶	۴۴	۲	۲	۳	۲	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۱۲
۸۶.۹	۴۶.۲	۴۰.۷	۶۳	۵	۴	۵	۵	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۱۳
۶۳.۸	۲۴.۱	۳۸.۶	۴۵.۵	۲	۳	۳	۲	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۱۴

امتیاز داده شده توسط آقای مهندس صمدی

امتیاز کل نرمال شده (کل امتیاز ممکن برای هر ربات ۷۲٫۵)		امتیاز امکان‌پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل
۷۵٫۹	۳۱٫۷	۴۴٫۱	۵۵	۷۵٫۹
۶۷٫۶	۳۱٫۷	۳۵٫۹	۴۹	۶۷٫۶
۶۷٫۶	۳۳٫۸	۳۳٫۸	۴۹	۶۷٫۶
۹۱٫۰	۴۴٫۳	۴۶٫۸	۶۶	۹۱٫۰
۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰	۰٫۰
۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰	۰٫۰
۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰	۰٫۰
۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰	۰٫۰
۸۵٫۵	۴۱٫۴	۴۴٫۱	۶۷	۸۵٫۵
۹۰٫۳	۳۸٫۵	۵۱٫۷	۶۵٫۵	۹۰٫۳
۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰	۰٫۰
۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰	۰٫۰
۹۵٫۳	۴۸٫۳	۴۶٫۹	۶۹	۹۵٫۳
۷۵٫۹	۳۴٫۱	۵۱٫۷	۵۵	۷۵٫۹

امتیاز	امکان‌پذیری				جذابیت				معیارها	وزن	رتبه
	سهولت دستیابی به فناوری	هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	سرکتهای نوالمند داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر وجود دارند	فرهنگ پذیرش و بکارگیری	همسو بودن موضوع با اسناد بالادستی و اهداف راهبردی شرکتهای بهره بردار از ربات	صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر				نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات
۱٫۵	۱٫۵	۲	۲	۱٫۵	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۴	۲	۴	۴	۲	۵	۵	۳	۲	۲
۳	۳	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۳	۳	۳
۴	۵	۵	۵	۵	۳	۴	۵	۵	۴	۴	۴
۵											۵
۶											۶
۷											۷
۸											۸
۹											۹
۱۰											۱۰
۱۱											۱۱
۱۲											۱۲
۱۳											۱۳
۱۴											۱۴

امتیاز داده شده توسط آقای دکتر سربازی

امتیاز کل نرمال شده (کل امتیاز ممکن برای هر ربات) (۲۹۵)	امتیاز امکان‌پذیری	امتیاز جذابیت	امتیاز کل	امکان‌پذیری				جذابیت				معیارها	رتبه	
				سهولت دستیابی به فناوری	هزینه مورد نیاز جهت دسترسی به دانش فناوری	میسر بودن توسعه فناوری در بازه زمانی مورد انتظار	سرکتهای نوالمند داخلی و زیر ساخت لازم جهت توسعه فناوری در حال حاضر وجود دارند	فرهنگ پذیرش و بکارگیری	همسو بودن موضوع با اسناد بالادستی و اهداف راهبردی شرکتهای بهره‌بردار از ربات	صرفه اقتصادی بکارگیری ربات	امکان بکارگیری ربات در صنایع دیگر			نوین بودن فناوری‌های به کار رفته در ساخت ربات
۹۸۰	۴۹۳	۴۸۸	۷۸۹	۷	۸	۸	۴	۴	۷	۱۰	۲	۵	۱	۱
۷۵۳	۳۷۳	۳۸۰	۲۲۲	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۵	۴	۲	۲
۳۰۰	۹۸	۱۰۳	۵۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۳
۱۰۰۰	۴۹۳	۵۰۸	۲۹۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴
۴۸۱	۲۲۴	۲۵۸	۱۴۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۱	۳	۵	۵
۳۰۰	۹۸	۱۰۳	۵۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۳
۲۸۱	۹۸	۱۸۳	۸۳	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۲	۱	۱	۱	۷
۱۰۰۰	۴۹۳	۵۰۸	۲۹۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۸
۸۰۷	۴۱۴	۳۹۳	۲۳۸	۴	۴	۴	۵	۳	۴	۴	۵	۴	۴	۹
۸۰۷	۴۱۴	۳۹۳	۲۳۸	۴	۴	۴	۵	۳	۴	۴	۵	۴	۴	۱۰
۶۲۴	۲۰۳	۲۶۰	۱۳۴	۲	۳	۲	۱	۲	۵	۵	۱	۵	۱۱	۱۱
۴۵۴	۲۰۳	۲۵۱	۱۳۴	۲	۳	۲	۱	۲	۵	۵	۱	۴	۱۲	۱۲
۸۳۰	۳۶۶	۴۵۴	۲۳۲	۴	۳	۴	۴	۵	۵	۴	۲	۵	۱۳	۱۳
۲۵۱	۹۸	۱۵۳	۷۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۱۴	۱۴

امتیاز داده شده توسط آقای دکتر نوروز زاده

نام ربات	مهندس فرحناکیان	مهندس نوبختانی	مهندس صمدی	دکتر جمشیدی	دکتر تورو زاده	دکتر سربای
ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر	۴۴.۴	۴۴.۴	۴۹.۰	۴۹.۷	۴۸.۸	۴۴.۱
ربات بازرس توربین بادی	۳۳.۳	۳۳.۳	۱۷.۳	۳۰.۷	۳۸.۰	۳۵.۹
ربات بازرس سد	۳۳.۳	۳۳.۳	۲۹.۷	۲۷.۹	۱۰.۳	۳۳.۸
ربات بازرس خط فشار قوی	۴۶.۷	۴۶.۷	۵۰.۳	۴۶.۳	۵۰.۸	۴۴.۸
ربات تمیز کننده پیل‌های خورشیدی	۳۱.۱	۳۱.۱	۲۴.۸	۲۸.۳	۲۵.۸	۰.۰
ربات ردیاب خورشیدی	۴۴.۴	۴۴.۴	۲۴.۸	۱۹.۳	۱۰.۳	۰.۰
ربات نصاب پیل خورشیدی	۲۰.۰	۲۰.۰	۱۴.۵	۱۱.۴	۱۸.۳	۰.۰
ربات بازرس (کارمند) پست	۲۶.۷	۲۶.۷	۲۶.۲	۱۳.۴	۵۰.۸	۰.۰
ربات بازرس پورنده	۴۶.۷	۴۶.۷	۴۶.۲	۴۹.۷	۳۹.۳	۴۴.۱
ربات شستشوی مقوه	۴۸.۹	۴۸.۹	۴۳.۴	۳۱.۴	۳۹.۳	۵۱.۷
ربات بازرس ژنراتور	۴۶.۷	۴۶.۷	۴۳.۴	۴۱.۰	۴۲.۰	۰.۰
ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	۴۸.۹	۴۸.۹	۳۸.۶	۴۸.۳	۲۵.۱	۰.۰
ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	۴۲.۲	۴۲.۲	۴۰.۷	۴۸.۳	۴۵.۴	۴۶.۹
ربات آندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIL	۴۰.۰	۴۰.۰	۳۸.۶	۲۱.۰	۱۵.۳	۵۱.۷

امتیاز جذابیت ربات‌های صنعت برق به تفکیک مشخص

نام ربات	مهندس فرحناکیان	مهندس نریستانی	مهندس صمدی	دکتر جمشیدی	دکتر نوروززاده	دکتر سربایک
ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر	۲۸۰۹	۲۸۰۹	۲۴۰۱	۱۶۶	۴۹۰۲	۳۱۰۷
ربات بازرس توربین بادی	۲۶۰۷	۲۶۰۷	۲۴۰۱	۱۲۰۴	۳۷۰۳	۳۱۰۷
ربات بازرس سد	۲۸۰۹	۲۸۰۹	۳۳۰۸	۴۰۸	۹۰۸	۳۳۰۸
ربات بازرس خط فشار قوی	۲۵۰۶	۲۵۰۶	۲۶۰۶	۴۲۰۱	۴۹۰۲	۴۶۰۲
ربات تعمیر کننده پیل‌های خورشیدی	۲۶۰۷	۲۶۰۷	۲۸۰۶	۳۷۰۹	۲۲۰۴	۰۰۰
ربات ردیاب خورشیدی	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۲۵۰۹	۴۶۰۲	۹۰۸	۰۰۰
ربات نصاب پیل خورشیدی	۲۶۰۷	۲۶۰۷	۲۸۰۳	۱۲۰۴	۹۰۸	۰۰۰
ربات بازرس (کارمند) پست	۲۶۰۷	۲۶۰۷	۲۴۰۱	۴۰۸	۴۹۰۲	۰۰۰
ربات بازرس پرونده	۲۴۰۴	۲۴۰۴	۲۸۰۶	۴۸۰۳	۴۱۰۴	۴۱۰۴
ربات تستشوی مقوه	۲۸۰۹	۲۸۰۹	۲۶۰۶	۴۴۰۱	۴۱۰۴	۲۸۰۶
ربات بازرس ژنراتور	۲۴۰۴	۲۴۰۴	۱۲۰۴	۱۴۰۸	۲۰۰۳	۰۰۰
ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۲۲۰۱	۲۲۰۱	۲۰۰۳	۰۰۰
ربات تستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	۴۲۰۲	۴۲۰۲	۴۶۰۲	۴۸۰۳	۲۶۰۶	۴۸۰۳
ربات اندوسکوپ تجهیزات سیستم‌های GIS و GIS	۳۱۰۱	۳۱۰۱	۲۴۰۱	۶۰۹	۹۰۸	۲۴۰۱

امتیاز امکان‌پذیری ربات‌های صنعت برق به تفکیک اشخاص

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	فصل اول: تعیین چشم‌انداز.....
۳	۱-۱- مقدمه.....
۳	۱-۲- تدوین چشم‌انداز.....
۴	۱-۲-۱- بررسی اسناد بالادستی.....
۶	۱-۱-۲-۱- نقشه جامع علمی کشور.....
۷	۲-۱-۲-۱- سند بالاسری صنعت برق کشور.....
۱۰	۳-۱-۲-۱- سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو.....
۱۲	۲-۲-۱- بررسی توان داخلی کشور.....
۱۳	۱-۲-۲-۱- دانشگاه‌ها.....
۱۷	۲-۲-۲-۱- نیروی انسانی متخصص در داخل کشور و انتشارات علمی.....
۲۳	۳-۲-۲-۱- بررسی توانمندی‌های شرکت‌های داخلی.....
۲۷	ارزیابی وضعیت داخل کشور:.....
۲۷	۳-۲-۱- مطالعات الگو برداری.....
۳۵	۱-۳- نگارش چشم‌انداز.....
۳۸	فصل دوم: تعیین اهداف کلان توسعه فناوری.....
۳۸	۲-۱- مقدمه.....
۳۸	۲-۲- اهداف کلان توسعه ربات‌های صنعت برق.....
۳۹	فصل سوم: تدوین راهبردهای توسعه فناوری.....
۳۹	۳-۱- مقدمه.....
۴۰	۳-۲- رویکرد توسعه.....
۴۰	۱-۲-۳- چرخه عمر فناوری.....
۴۱	۲-۲-۳- توانمندی فناورانه.....
۴۲	۳-۲-۳- گستردگی حوزه‌ی فناورانه.....
۴۲	۴-۲-۳- ماتریس تصمیم‌گیری.....
۴۴	۵-۲-۳- راهبرد توسعه ربات‌های صنعت برق.....
۴۶	نتیجه‌گیری.....
۴۷	مراجع.....

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱-۱- روند تدوین چشم انداز
۱۲	شکل ۲-۱- روند شناخت توان داخلی کشور
۲۹	شکل ۳-۱- موارد مورد تاکید در نقشه راه اتحادیه اروپا
۳۰	شکل ۴-۱- موارد مورد تاکید در نقشه راه ژاپن
۳۹	شکل ۱-۳- رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری
۴۳	شکل ۲-۳- ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه

فهرست جدول‌ها

۸	جدول ۱-۱- نتایج نهایی اولویت‌بندی محورهای موضوعی
۱۰	جدول ۲-۱- محورهای اصلی چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو
۱۸	جدول ۳-۱- تعداد دانشجویان دکترای مهندسی برق و مکانیک (بر مبنای پذیرش سال ۹۳)
۱۸	جدول ۴-۱- تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی برق و مکانیک (بر مبنای پذیرش سال ۹۳)
۱۹	جدول ۵-۱- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه مهندسی کنترل در خاورمیانه
۲۰	جدول ۶-۱- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه مهندسی برق و الکترونیک در خاورمیانه
۲۱	جدول ۷-۱- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه کنترل در دنیا
۲۲	جدول ۷-۱- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه برق و الکترونیک در دنیا
۴۰	جدول ۱-۳- چرخه عمر فناوری ربات‌های گزینش شده صنعت برق
۴۱	جدول ۲-۳- توانمندی کشور در فناوری ربات‌های صنعت برق
۴۲	جدول ۳-۳- گستردگی ربات‌های صنعت برق
۴۳	جدول ۴-۳- تصمیم‌گیری رویکرد توسعه ربات‌های صنعت برق
۴۵	جدول ۵-۳- مقایسه ویژگی‌های رویکردهای گوناگون به توسعه فناوری

فصل اول: تعیین چشم‌انداز

۱-۱- مقدمه

چشم‌انداز عبارت است از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلند مدت 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.

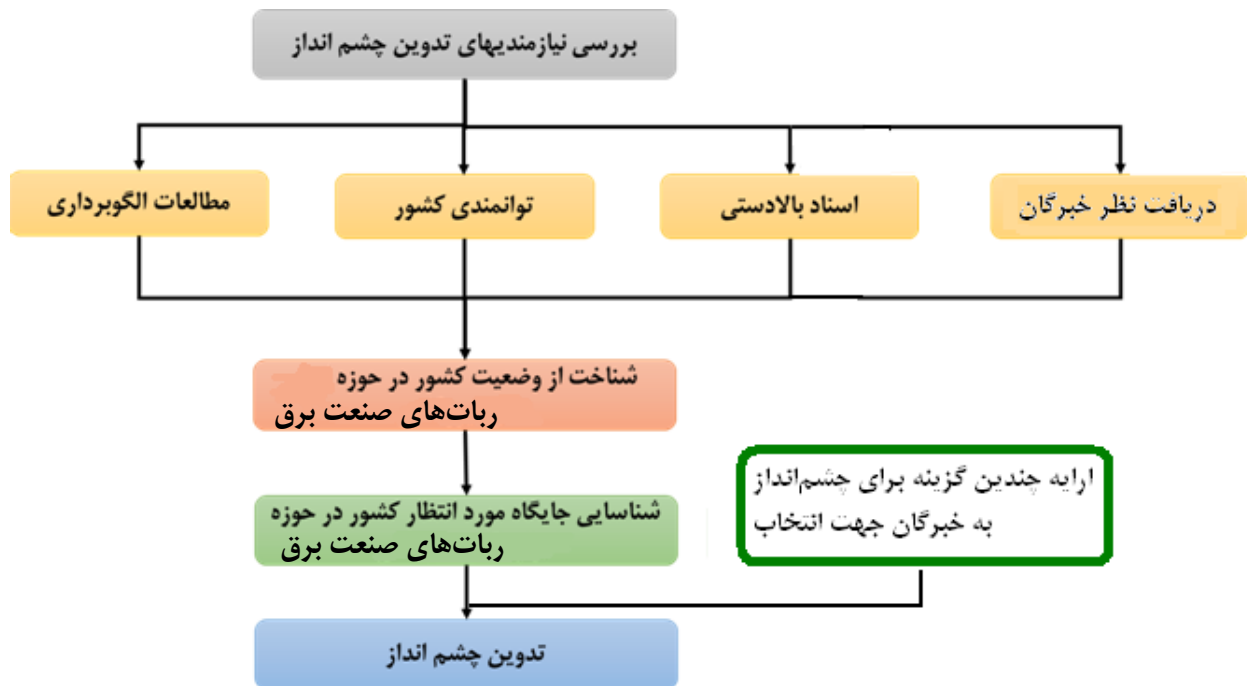
چشم‌انداز فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگرانه تعریف شده باشد، می‌تواند مسیر توسعه فناوری را هدفمند نماید و مانند چراغی در افق بلند مدت، فرا روی کنشگران مختلف (دولت، صنعت، دانشگاه) قرار گیرد. آگاهی کامل سیاست‌گذاران به چشم‌انداز فناوری نیز می‌تواند آن‌ها را در اتخاذ تصمیمات کلیدی و سیاست‌های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

۱-۲- تدوین چشم‌انداز

جهت تدوین چشم‌انداز سند راهبردی و نقشه راه توسعه ربات‌های صنعت برق نیاز است مراحل زیر انجام شود:

- ۱- اسناد بالا دستی مورد بررسی قرار گیرد تا از هم راستایی سند در دست تهیه با اسناد بالادستی اطمینان حاصل شود.
- ۲- توانمندی دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و شرکت‌های خصوصی در زمینه فناوری‌های ساخت ربات مورد بررسی قرار گیرد تا چشم‌انداز نوشته شده دور از واقعیت نباشد. همچنین نیاز است تا توان و سطح علمی کشور جهت محقق سازی سند واکاوی شود.
- ۳- مطالعات الگوبرداری انجام شود تا از این طریق بتوان علاوه بر شناسایی جایگاه کشور در برابر سایر کشورها، به الگوی مناسبی برای شناسایی جایگاه مورد انتظار کشور دست یافت.
- ۴- دریافت نظر خبرگان

در مرحله بعد بر مبنای اطلاعات بدست آمده می‌توان وضعیت کشور را مورد شناسایی قرار داده و همچنین جایگاه مورد انتظار کشور در افق چشم‌انداز را طراحی نمود.



شکل ۱-۱- روند تدوین چشم انداز

۱-۲-۱- بررسی اسناد بالادستی

نظام جمهوری اسلامی ایران بر مبنای مردم‌سالاری دینی بنا نهاده شده و در آن هر تصمیمی با مشارکت و دخالت مردم بوده و "عقل جمعی" شالوده تصمیم‌گیری‌ها در این نظام است.

از این جهت برای پیشبرد اهداف در هر حوزه‌ای که هدف آن سربلندی ملت ایران اسلامی است، نیاز به تهیه برنامه‌ای جامع و کامل است تا هر مسئولی با پذیرش مسئولیت با استناد به این برنامه‌ها اهداف مورد نظر را پیش ببرد.

بنابراین برای رسمیت بخشیدن به این برنامه‌ها و الزام اجرایی شدن آنها توسط مسئولان این برنامه‌ها به "قوانین لازم‌الاجرا" تبدیل می‌شوند.

در حال حاضر در کشورمان اسناد بالادستی زیادی وجود دارد به طوری که در هر حوزه می‌توان به اسناد بالادستی آن حوزه استناد کرد اما برخی اسناد بالادستی مهمی وجود دارد که با همت مسئولان نظام تهیه شده و اجرای آن ضامن پیشرفت کشور خواهد بود.

قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، برنامه ۵ ساله پنجم توسعه، سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی، سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری، قانون بودجه سالانه کشور از مهمترین اسناد بالادستی مشترک در همه حوزه‌ها به شمار می‌رود.

یکی از الزاماتی که باید در یک سند راهبردی به آن توجه داشت، هم راستایی سند تهیه شده با اسناد بالادستی کشوری است. اسنادی از قبیل سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ و یا نقشه جامع علمی کشور، دو نمونه از اسناد بالادستی بشمار می‌آیند که سند جدید باید در راستای آن‌ها تعریف شود و نسبت خود را با بخش‌های مختلف مربوطه این اسناد به صورت شفاف مشخص نماید [۱].

اما در هر حوزه‌ای نیز به فراخور وظایف و مسئولیت‌ها اسنادی تدوین شده که در زمره اسناد بالادستی تخصصی به شمار می‌رود. در همین راستا بررسی‌های فراوانی پیرامون اسناد بالادستی مرتبط با ربات‌های صنعت برق انجام شد. تنها سند مرتبط با این حوزه، نقشه جامع علمی کشور است که در بخش‌هایی از آن، فناوری‌های الویت‌دار مورد توجه قرار گرفته است. اسناد مورد بررسی در سند عبارت بوده‌اند از:

- نقشه جامع علمی کشور
- سند بالاسری صنعت برق کشور
- سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلند مدت وزارت نیرو

۱-۲-۱-۱- نقشه جامع علمی کشور

بر اساس تعریف، نقشه‌ی جامع علمی کشور مجموعه‌ای جامع، هماهنگ و پویا از مبانی، اهداف، سیاست‌ها و راهبردها، ساختارها و الزامات تحول راهبردی علم و فناوری مبتنی بر ارزش‌های اسلامی و آینده‌نگر برای دستیابی به اهداف چشم‌انداز بیست ساله‌ی کشور است. در این سند تلاش شده به مبانی ارزشی و بومی کشور، تجربیات گذشته و نظریه‌ها و نمونه‌های علمی و تجارب عملی تکیه شود [۲].

در نقشه‌ی جامع علمی کشور اولویت‌های علم و فناوری تعیین شده است. اولویت‌ها به ترتیب در سه سطح الف، ب و ج تبیین شده‌اند. منظور از این نوع دسته‌بندی، تفاوت شکل و میزان تخصیص منابع اعم از مالی و انسانی و توجه ویژه مدیران و مسئولان است، به این معنا که حصول اطمینان از رشد و شکوفایی در برخی از اولویت‌ها نیازمند توجه، هدایت و پشتیبانی در سطوح کلان مدیریتی کشور است و در برخی دیگر رشد و توسعه با پشتیبانی مدیریت‌های میانی و تخصیص غیرمتمرکز منابع حاصل خواهد شد. در ادامه به بررسی اولویت‌های فناوری موجود در این سند، در سه سطح پرداخته می‌شود.

• اولویت‌های الف

فناوری: ^۱ فناوری هوافضا- فناوری اطلاعات و ارتباطات - فناوری هسته‌ای ^۲ - فناوری‌های نانو و میکرو- فناوری‌های نفت و گاز- فناوری زیستی- فناوری‌های زیست‌محیطی ^۳ - فناوری‌های نرم و فرهنگی.

• اولویت‌های ب

فناوری: لیزر- فوتونیک- زیست‌حسگرها- حسگرهای شیمیایی- مکاترونیک- اتوماسیون و رباتیک- نیمه‌رساناها- کشتی‌سازی- مواد نوترکیب- پلیمرها- حفظ و احیای ذخایر ژنتیک- اکتشاف و استخراج مواد معدنی- پیش‌بینی و مقابله با زلزله و سیل- پدافند غیرعامل.

علوم پایه و کاربردی: ژئوفیزیک- ایمنی زیستی- بیوانفورماتیک- اپتیک- فیزیک انرژی‌های بالا و ذرات بنیادی- محاسبات و پردازش اطلاعات کوانتومی- نجوم و کیهان‌شناسی- فیزیک اتمی و شتابگرها- علوم ژنتیک- علوم شناختی و رفتاری- محاسبات نرم و سیستم‌های فازی- توپولوژی.

^۱ علوم مورد نیاز هر دسته از فناوری‌ها در همان سطح از اولویت‌ها قرار می‌گیرند.

^۲ از جمله شکافت و گداخت.

^۳ از جمله مدیریت و فناوری آب، خاک و هوا - کاهش آلودگی آب، خاک و هوا - مدیریت پسماند- بیابان‌زدایی - مبارزه با خشکسالی و شوری.

• اولویت‌های ج

فناوری: اپتوالکترونیک- کاتالیست‌ها- مهندسی پزشکی- آلیاژهای فلزی- مواد مغناطیسی- سازه‌های دریایی- حمل و نقل ریلی- ایمنی حمل و نقل- ترافیک و شهرسازی- مصالح ساختمانی سبک و مقاوم- احیا و بهره‌برداری مراتع و جنگل‌ها- فناوری‌های بومی.

همان گونه که مشاهده می‌شود، فناوری‌های "مکاترونیک" و "اتوماسیون و رباتیک" در سند نقشه جامع علمی کشور نیز مد نظر قرار گرفته‌اند.

۱-۲-۱-۲- سند بالاسری صنعت برق کشور

یکی از نیازهای صنعت برق کشور، تهیه و تدوین نظام‌های فنی و اجرایی در قالب استانداردها، دستورالعمل‌ها، آئین‌نامه‌ها و سایر الزامات فنی جهت استاندارد و یکسان نمودن کلیه فعالیت‌های فنی، مهندسی و اجرایی در این زمینه است. در این راستا باید با برنامه‌ریزی مناسب جهت تهیه‌ی این نظام‌ها، مستندات لازم را تا پیش از زمان بهره‌برداری آن‌ها، آماده کرد و در اختیار ذینفعان قرار داد [۳].

پروژه "تهیه و تدوین سند بالاسری صنعت برق کشور" در راستای نیل به هدف فوق تعریف و اجرا گردید و طی آن، فهرست اولیه عناوین ضوابط و معیارهای مورد نیاز صنعت برق کشور حاصل شد.

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور، در سال ۱۳۹۲ با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این سند کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. مجری این سند نیز پژوهشگاه نیرو می‌باشد. محورهای موضوعی به ترتیب اولویت در جدول (۱-۱) ارائه شده است.

جدول ۱-۱- نتایج نهایی اولویت‌بندی محورهای موضوعی

اولویت	عنوان محور موضوعی
۱	رویه گزارش‌دهی و پایش حوادث (تولید، انتقال و توزیع)
۲	هماهنگی قابلیت اطمینان
۳	کنترل اغتشاشات (تولید و انتقال)
۴	تعمیرات و نگهداری شبکه انتقال بر پایه تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور
۵	تعیین شرایط پایش سیستم
۶	رویه اخذ مجوز محیط زیست برای نصب تجهیزات شبکه برق
۷	ضوابط و معیارهای انتخاب نصب تجهیزات بادنسجی جهت احداث نیروگاه‌های بادی
۸	ضوابط و معیارهای تست توربین‌های بادی
۹	ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی کاربرد توربین‌های بادی
۱۰	برنامه مدیریت گیاهان در حریم خطوط انتقال
۱۱	تعیین داده‌های مورد نیاز برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم انتقال
۱۲	ضوابط و معیارهای به‌کارگیری نیروگاه‌های زیست‌توده
۱۳	تدوین رویه‌های گزارش‌دهی و تبادل اطلاعات در شبکه
۱۴	تدوین رویه به‌روز کردن استانداردها و مقررات شبکه
۱۵	دستورالعمل جامع ایمنی در شبکه برق
۱۶	ضوابط و معیارهای به‌کارگیری نیروگاه‌های زمین‌گرمایی
۱۷	آموزش پرسنل سیستم
۱۸	متعادل‌سازی تولید و مصرف توان حقیقی
۱۹	تعیین مشخصات عناصر و تجهیزات حفاظتی در شبکه‌های توزیع و فوق توزیع
۲۰	رویه نگهداری و تست سیستم حفاظت تولید و انتقال
۲۱	ضوابط و معیارهای اتصال به شبکه خارجی
۲۲	هماهنگی حفاظتی شبکه
۲۳	تعیین روش برای تعیین حدود بهره‌برداری شبکه و تعیین حدود بهره‌برداری سیستم
۲۴	ضوابط و معیارهای انتخاب انواع ذخیره‌سازهای انرژی

اولویت	عنوان محور موضوعی
۲۵	بهره‌برداری ژنراتورها برای حفظ برنامه زمانی ولتاژ شبکه
۲۶	تعیین رزرو بهره‌برداری
۲۷	رگولاتور خودکار ولتاژ
۲۸	رویه برنامه‌ریزی توسعه شبکه توزیع
۲۹	تدوین معیارها جهت بررسی، ارزیابی و مستندسازی کفایت منابع تولید
۳۰	تعیین مسئولیت‌ها و حیطه اختیارات بهره‌بردار
۳۱	تدوین برنامه‌های بارزدایی زیر ولتاژ
۳۲	تعیین مشخصات داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز فرآیند برنامه‌ریزی
۳۳	معیارها و ضوابط تخلفات از حد بهره‌برداری سیستم و حد بهره‌برداری مطمئن سیستم
۳۴	امنیت سایبری شبکه
۳۵	رویه برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال و فوق توزیع
۳۶	گزارش داده‌های بار
۳۷	تدوین ضوابط و معیارهای طرح‌های کاهش بار
۳۸	تدوین ضوابط و معیارهای هماهنگی خروج‌های برنامه‌ریزی شده
۳۹	تعیین ظرفیت انتقال در افق برنامه‌ریزی سیستم انتقال
۴۰	رویه گزارش دهی خراب‌کاری‌ها در شبکه
۴۱	رویه بازبینی ظرفیت خالص و ناخالص ژنراتورها
۴۲	رویه‌های برخورد با تخلفات و منازعات
۴۳	شبکه‌های هوشمند
۴۴	سیستم‌های حفاظتی خاص
۴۵	رویه تبادلات

اگر چه در اولویت‌های جدول (۱-۱) به طور مشخص به مقوله کاربرد رباتیک اشاره نشده است، ولی این امر در اولویت‌های مختلف مانند تعمیرات و نگهداری شبکه انتقال و بهره‌برداری به طور غیر مستقیم اثر گذار می‌باشد.

۱-۲-۱-۳- سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو

طرح تدوین سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو که در سال ۱۳۸۹ تهیه شده، مدتی در سطح ستاد وزارتخانه و شرکت‌های مادر تخصصی در جریان بوده است. فاز یک این طرح به مأموریت، چشم‌انداز، ارزش‌ها و راهبردهای وزارت نیرو در بخش‌های پنج‌گانه‌ی "آب"، "برق و انرژی"، "آب و فاضلاب"، "آموزش، پژوهش و فناوری" و "پشتیبانی صنعت آب و برق" پرداخته است. تمامی اسناد طرح توسط کارگروه‌های تخصصی تدوین و توسط کمیته‌ی راهبری و هماهنگی با ریاست جناب آقای مهندس چیت‌چیان اصلاح گردیده است [۴]. در این سند به موارد یاد شده در جدول (۱-۲) پرداخته شده است.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در این سند به طور ضمنی به راهبردهای آموزش، پژوهش و فناوری اشاره شده است که با توجه به پژوهشی بودن روند سند حاضر و ارتباط مستقیم سند با فناوری می‌توان سند مذکور را به عنوان سند بالادستی در نظر گرفت.

با توجه به مطالب ارائه شده، می‌توان نتیجه گرفت موارد اشاره شده در سند جامع علمی کشور که در ارتباط با مباحث مکاترونیک- اتوماسیون و رباتیک در اولویت ب به آنها اشاره شده است در همسویی کامل با این سند قرار دارند. از طرفی در راهبردهای پژوهشی و فناوری سند چشم‌انداز و برنامه‌ی بلند مدت وزارت نیرو، با توجه به فناورانه بودن سند پیش رو، ارتباط سند بالادستی با این سند قابل مشاهده است.

جدول ۱-۲- محوره‌های اصلی چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو

ردیف	موضوع
۱	مأموریت، چشم‌انداز و ارزش‌های وزارت نیرو

موضوع	ردیف
مأموریت و چشم‌انداز بخش آب	۲
مأموریت و چشم‌انداز بخش برق و انرژی	۳
مأموریت و چشم‌انداز بخش آب و فاضلاب	۴
مأموریت و چشم‌انداز بخش آموزش، پژوهش و فناوری	۵
مأموریت و چشم‌انداز بخش پشتیبانی صنعت آب و برق	۶
راهبردهای وزارت نیرو	۷
راهبردهای بخش آب	۸
راهبردهای بخش برق و انرژی	۹
راهبردهای بخش آب و فاضلاب	۱۰
راهبردهای بخش آموزش، پژوهش و فناوری	۱۱
راهبردهای بخش پشتیبانی صنعت آب و برق	۱۲

۱-۲-۲- بررسی توان داخلی کشور

شناسایی توانایی موسسات و سازمان‌های داخلی در توسعه فناوری‌های منتخب می‌تواند به جهت‌گیری صحیح تصمیم‌های نهایی کمک شایانی کند. این مطالعات به ما کمک می‌کند تا به شناسایی جایگاه کشور در این فناوری دست یافته و چشم انداز را با در نظر گرفتن جایگاه فعلی و جایگاهی که قصد دست یافتن به آن را داریم ترسیم نماییم.

به همین منظور توانایی کشور از چهار منظر مورد بررسی قرار گرفت که عبارتند از:

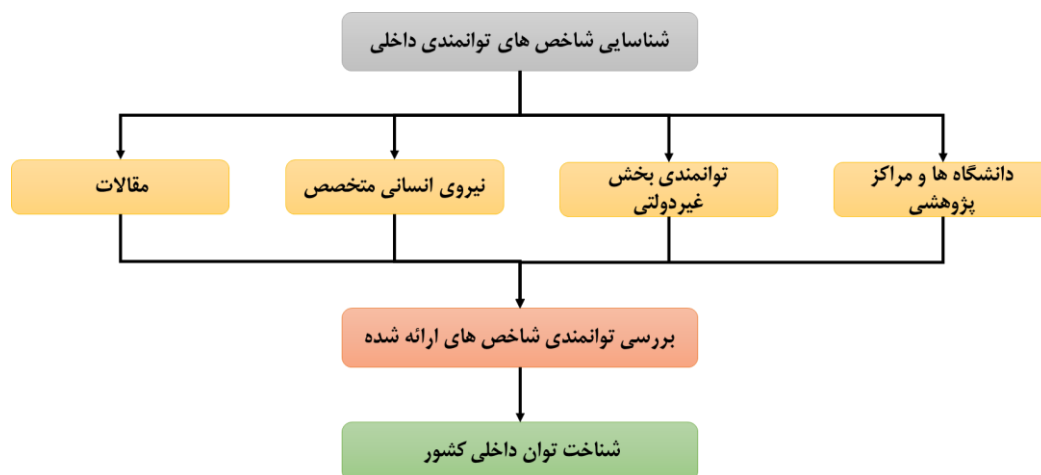
۱- دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی

۲- توانمندی بخش غیر دولتی

۳- نیروی انسانی متخصص

۴- مقالات

که در ادامه به بررسی هر یک از موارد فوق پرداخته می‌شود و بر مبنای اطلاعات بدست آمده توانایی کشور مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. در این راستا جهت اطلاع از نیروی انسانی متخصص و توان علمی کشور لازم بود تا فعالیت‌های دانشگاهی، تعداد فارغ التحصیلان دانشگاهی، مراکز پژوهشی دولتی و مراکز غیر دولتی که در زمینه‌ی فوتونیک و میکروالکترونیک فعالیت داشتند مورد بررسی قرار گیرد که توضیحات آن در ادامه آمده است.



شکل ۱-۲- روند شناخت توان داخلی کشور

۱-۲-۲-۱- دانشگاه‌ها

از میان دانشگاه‌های کشور، دانشگاه‌های زیر طبق شاخص‌های وزارت علوم، قطب علمی در زمینه رباتیک معرفی شده‌اند:

- دانشگاه صنعتی شریف به عنوان قطب طراحی، رباتیک و اتوماسیون
- دانشگاه صنعتی امیرکبیر به عنوان قطب کنترل و رباتیک
- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی به عنوان قطب رباتیک و کنترل

همچنین دانشگاه‌های بسیاری نیز از توان علمی بالایی در زمینه رباتیک برخوردارند که در ادامه آورده شده‌اند:

- گروه هوش مصنوعی و رباتیک آزمایشگاهی دانشگاه تهران در سال ۱۳۷۲ برای هدف‌های آموزشی برای دانشجویان کارشناسی ارشد در زمینه‌های هوش مصنوعی و رباتیک تاسیس شد و گسترش یافت و به طور کامل در سال ۱۳۷۷ به منظور حمایت از تحقیقات پایه و صنعتی بازسازی شده است. جهت‌های پژوهشی حاضر در این مرکز عبارت است از: رباتیک شناختی، یادگیری multiagent، روش‌های یادگیری بیولوژیک الهام گرفته، رباتیک‌های توزیع شده، دستکاری شیء، و ربات‌های تلفن همراه. موسسه پژوهش در هوش مصنوعی، رباتیک و علوم اطلاعات دانشگاه تهران از سال ۱۳۸۵ با هدف همکاری نزدیک با صنعت و انجام پروژه‌های کاربردی شروع به فعالیت نموده است. پروژه‌ای نیز با موضوع طراحی و ساخت اولیه ربات نقاش تیر برق در موسسه رباتیک دانشکده برق دانشگاه تهران انجام شده است.
- دانشگاه آزاد قزوین نیز در زمینه طراحی ربات‌ها و سیستم‌های مکاترونیک فعالیت‌های چشمگیری داشته است. پیشینه دانشگاه آزاد قزوین در تاریخ چند ساله این مسابقات که همه ساله با حضور تیم‌های برگزیده از مراکز علمی معتبر جهان بر پا می‌شود، بسیار غنی است. از این موفقیت‌ها می‌توان موفقیت در مسابقات جهانی رباتیک ایتالیا ۲۰۰۳، پرتغال ۲۰۰۴، آلمان ۲۰۰۶، آمریکا ۲۰۰۷، چین ۲۰۰۸، تایلند ۲۰۰۸، اتریش ۲۰۰۹، سنگاپور ۲۰۱۰، ترکیه ۲۰۱۱، مکزیک ۲۰۱۲ و هلند ۲۰۱۳ را نام برد که جایگاه این دانشگاه را به عنوان قطب قدرتمندی در عرصه هوش مصنوعی و رباتیک نشان می‌دهد.
- دانشگاه صنعتی شاهرود دارای پژوهشکده اتوماسیون و هوش مصنوعی می‌باشد که سه گروه اتوماسیون صنعتی، رباتیک صنعتی و هوش مصنوعی در آن فعال هستند.

- دانشگاه شهید بهشتی دارای گروه روبوکاپ می‌باشد یکی از پرسابقه‌ترین گروه‌های علمی در دانشکده می‌باشد که در چهار رشته شبیه سازی و یک رشته سخت افزاری تا کنون به فعالیت پرداخته است. در قسمت شبیه سازی که عمده فعالیت گروه روبوکاپ دانشکده بر روی آن بوده است رشته‌های شبیه سازی امداد، ربات‌های امدادگر مجازی، شبیه سازی فوتبال سه بعدی و توسعه شبیه ساز سه بعدی فوتبال و در قسمت سخت افزاری رشته ربات‌های فوتبالیست ساینز کوچک دارای تیم بوده اند. هم اکنون تنها تیم‌های شبیه سازی مشغول به فعالیت هستند.
- دانشگاه‌های دولتی صنعتی همدان و صنعتی سیرجان نیز در مقطع کارشناسی پیوسته رشته مهندسی رباتیک دانشجو می پذیرند.

سایر دانشگاه‌هایی که در رشته ارشد کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی و رباتیک پذیرش دانشجو دارند در فهرست زیر آمده‌اند:

- دانشگاه اصفهان، دانشگاه الزهرا گرایش هوش مصنوعی، دانشگاه بوعلی سینا گرایش هوش مصنوعی، دانشگاه شیراز گرایش هوش مصنوعی، دانشگاه سمنان، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه کردستان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، دانشگاه تبریز گرایش هوش مصنوعی، دانشگاه یزد، دانشگاه هرمزگان، دانشگاه شهید باهنر

همچنین در زمینه ساخت ربات‌های زیر آبی دانشگاه‌های کشور از توان بالایی برخوردار می‌باشند که در ادامه معرفی می‌شود:

پژوهشکده علوم و تکنولوژی زیر دریایی دانشگاه صنعتی اصفهان از جمله مراکزی است که از سال ۱۳۶۳ به طراحی و ساخت شناورهای زیر سطحی می‌پرداخته است. این پژوهشکده دارای سه گروه پژوهشی برق و ناوبری، سازه و مواد و هیدرودینامیک می‌باشد. گروه برق و ناوبری این پژوهشکده در دو زمینه طراحی سیستمی و سخت افزار و قدرت فعالیت‌های متعددی داشته است که اهم فعالیت‌های این گروه پژوهشی در این زمینه عبارت است از:

- طراحی سخت افزار جمع آوری داده‌های محیطی بصورت آبی و غیر آبی
- انتخاب تجهیزات دریایی متناسب با کاربرد در ربات‌های زیر آبی (ROVs)
- طراحی سیستم‌های پردازش صوت و تصویر در زیر آب
- طراحی و اجرای سیستم‌های تصویربرداری در زیر آب
- طراحی و اجرای سیستمی بازوی مکانیکی زیر آبی

- طراحی سیستم‌های جمع‌آوری اطلاعات پارامتری هیدرودینامیکی مدل‌های دریایی
 - طراحی و ساخت مدارهای الکتریکی جهت تامین و توزیع انرژی ربات‌های زیر آب
 - طراحی و اجرای سیستم‌های محرکه ربات‌های زیر آب
 - طراحی پانل‌های اصلی و پانل کنترل دستی ROV
- همچنین در گروه پژوهشی هیدرودینامیک در بخش طراحی و دینامیک آن فعالیت‌های زیر صورت می‌گیرد:
- استخراج معادلات حرکت و شبیه‌سازی رفتاری اجسام غوطه‌ور

- تحلیل دینامیکی سیستم‌های Cable-Body
- تحلیل دینامیکی بازوهای چندکاره
- تحلیل دینامیکی ربات‌های زیر آب (ROV)
- تحلیل دینامیکی و حل معادلات حرکتی ربات‌های هوشمند (AUV)
- طراحی محفظه‌های تحت فشار
- طراحی سیستم‌های آب بندی تحت فشار
- طراحی اجزاء بازوهای چند کاره در زیر آب با سه یا چهار درجه آزادی
- جانمایی و طراحی ربات‌های زیر آب

همچنین این پژوهشکده دارای آزمایشگاه هیدروایرودینامیک و حوضچه کشش و کارگاه ساخت می‌باشد.

همچنین می‌توان به مجتمع دانشگاهی علوم و فناوری‌های زیر دریا دانشگاه مالک اشتر اشاره کرد که دارای سه پژوهشکده پیشرانس و انرژی‌های زیر سطحی، پژوهشکده هیدرودینامیک و سازه‌های زیر سطحی و پژوهشکده سامانه‌های نوین زیر سطحی در این خصوص می‌باشد.

مراکز پژوهشی پژوهشکده پیشرانس و انرژی‌های زیر سطحی عبارتند از:

- مرکز پژوهشی منابع انرژی زیر سطح
- مرکز پژوهشی پیشرانس هیبریدی زیر سطحی
- مرکز پژوهشی پیشرانس‌های نوین زیر سطحی

مراکز پژوهشی پژوهشکده هیدرودینامیک و سازه‌های زیر سطحی عبارتند از:

- مرکز پژوهشی علوم و فناوری سازه‌های زیرسطحی
- مرکز پژوهشی علائم و مشخصه‌های زیرسطحی
- مرکز پژوهشی هدایت و ناوبری زیرسطحی
- مرکز پژوهشی هیدرومکانیک و کنترل زیرسطحی

مراکز پژوهشی پژوهشکده سامانه‌های نوین زیر سطحی عبارتند از:

- مرکز پژوهشی علوم و فناوری زیردریایی
- مرکز پژوهشی سامانه‌های نجات زیرسطحی
- مرکز پژوهشی علوم و فناوری تسلیح زیردریایی
- مرکز پژوهشی سامانه‌های سوپرکاویتی
- مرکز پژوهشی سامانه‌های بدون سرنشین زیرسطحی

همچنین مرکز پژوهشی مهندسی دریا دانشگاه صنعتی شریف نیز در زمینه ساختن ربات‌های زیر آبی فعالیت داشته است.

فهرست دانشگاه‌های معتبر فعال در حوزه دریایی ایران به شرح زیر است:

- دانشکده مهندسی دریا دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- مرکز پژوهشی مهندسی دریا دانشگاه صنعتی شریف
- دانشکده علوم و مهندسی دریایی دانشگاه صنعتی اصفهان
- مجتمع دانشگاهی علوم و فناوری‌های زیر دریا دانشگاه صنعتی مالک اشتر
- دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- دانشگاه علوم دریایی و دریانوردی چابهار
- دانشگاه خلیج فارس بوشهر

- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خارک
 - گروه سازه‌های هیدرولیکی و دریایی دانشگاه تربیت مدرس
- مطالب این بخش نشان‌دهنده ظرفیت بالقوه مناسب برای حرکت در حوزه رباتیک است.

۱-۲-۲-۲- نیروی انسانی متخصص در داخل کشور و انتشارات علمی

جهت ترسیم چشم انداز در طرح توسعه ربات‌های صنعت نیاز است که از تعداد نیروی متخصص در این زمینه و همچنین توان علمی کشور که منجر به تولید انتشارات علمی در دنیا می‌شود، اطلاع حاصل شود. لذا در ادامه به بررسی ظرفیت تحصیلی برخی از دانشگاه‌ها که در تربیت نیروی انسانی پیشرو هستند و همچنین جایگاه کشور در تولید انتشارات علمی پرداخته شده است. جداول (۵-۱) و (۶-۱) تعداد دانشجویان مقطع دکتری و کارشناسی ارشد در رشته‌های برق و مکانیک را نشان می‌دهد [۵] که به خوبی نشان‌دهنده ظرفیت بالای علمی و پژوهشی کشور در این زمینه می‌باشد.

ظرفیت پذیرش برای دانشگاه‌های زیر در نظر گرفته شده است:

- دانشگاه ارومیه
- دانشگاه اصفهان
- دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین
- دانشگاه تبریز
- دانشگاه تربیت مدرس
- دانشگاه تهران
- دانشگاه شهید بهشتی
- دانشگاه شیراز
- دانشگاه صنعتی اصفهان
- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- دانشگاه صنعتی سهند تبریز

- دانشگاه صنعتی شریف
- دانشگاه صنعتی شیراز
- دانشگاه علم و صنعت ایران
- دانشگاه فردوسی مشهد

جدول ۱-۳- تعداد دانشجویان دکترای مهندسی برق و مکانیک (بر مبنای پذیرش سال ۹۳)

رشته تحصیلی	ظرفیت پذیرش روزانه	ظرفیت پذیرش نوبت دوم
دکترای مهندسی برق گرایش الکترونیک	۶۶	۱۳
دکترای مهندسی برق گرایش مخابرات (میدان)	۵۱	۱۰
دکترای مهندسی برق گرایش مخابرات (سیستم)	۶۸	۱۲
دکترای مهندسی برق گرایش قدرت	۷۲	۱۹
دکترای مهندسی برق گرایش کنترل	۵۷	۱۱
دکترای مهندسی مکانیک (طراحی کاربردی و ساخت و تولید)	۱۱۶	۲۶
جمع کل	۴۳۱	۹۱

جدول ۱-۴- تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی برق و مکانیک (بر مبنای پذیرش سال ۹۳)

رشته تحصیلی	ظرفیت پذیرش روزانه	ظرفیت پذیرش نوبت دوم
کارشناسی ارشد مهندسی برق الکترونیک	۲۵۲	۸۴
کارشناسی ارشد مهندسی برق مخابرات	۳۳۰	۹۵
کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت	۲۸۰	۹۷
کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل	۱۹۵	۵۶
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک (طراحی کاربردی و ساخت و تولید)	۴۰۷	۱۶۸
جمع کل	۱۴۶۴	۴۹۰

جدول ۱-۵ مقایسه تعداد ژورنال‌ها و مقالات منتشر شده را در زمینه مهندسی کنترل در منطقه خاورمیانه طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ نشان می‌دهد [۶]. جدول ۱-۶ نیز مقایسه تعداد ژورنال‌ها و مقالات را در زمینه مهندسی برق و الکترونیک در منطقه خاورمیانه طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ نشان می‌دهد [۶]. در ادامه جدول ۱-۷ نیز مقایسه تعداد ژورنال‌ها و مقالات منتشر شده در زمینه مهندسی کنترل و جدول ۱-۸ در زمینه مهندسی برق و الکترونیک در دنیا در طی این سال‌ها نشان می‌دهد [۶]. اگرچه در اینجا شاخص‌های مربوط به مهندسی برق و الکترونیک و کنترل آورده شده است و امکان جستجو برای زمینه خاص رباتیک نبوده است، لیکن این ارقام به خوبی بیانگر توان علمی و پژوهشی بالای کشور می‌باشد که از لحاظ میزان ژورنال‌ها و مقالات منتشر شده در منطقه دارای رتبه اول و در دنیا نیز دارای رتبه بسیار خوبی می‌باشد.

جدول ۱-۵- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه مهندسی کنترل در خاورمیانه

	Country	Documents
1	 Iran	7.147
2	 Turkey	5.045
3	 Israel	3.326
4	 Egypt	1.717
5	 Saudi Arabia	1.437
6	 United Arab Emirates	845
7	 Jordan	499
8	 Lebanon	343
9	 Qatar	330
10	 Kuwait	280
11	 Oman	230
12	 Iraq	201
13	 Bahrain	58
14	 Palestine	55
15	 Syrian Arab Republic	47
16	 Yemen	16

جدول ۱-۶- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه مهندسی برق و الکترونیک در خاورمیانه

	Country	Documents
1	 Iran	23,552
2	 Turkey	16,227
3	 Israel	13,366
4	 Egypt	8,674
5	 Saudi Arabia	5,705
6	 United Arab Emirates	2,326
7	 Jordan	1,602
8	 Lebanon	1,328
9	 Qatar	1,068
10	 Kuwait	923
11	 Iraq	759
12	 Oman	557
13	 Palestine	261
14	 Bahrain	230
15	 Syrian Arab Republic	152
16	 Yemen	140

جدول ۱-۷- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه کنترل در دنیا

	Country	Documents
1	 China	173.525
2	 United States	102.086
3	 Japan	38.451
4	 France	26.594
5	 United Kingdom	23.930
6	 Germany	23.416
7	 South Korea	19.592
8	 Italy	18.567
9	 Canada	16.721
10	 Taiwan	16.702
11	 India	15.077
12	 Spain	13.758
13	 Australia	12.477
14	 Russian Federation	10.563
15	 Iran	7.147
16	 Brazil	7.073
17	 Poland	7.071
18	 Netherlands	6.836
19	 Singapore	6.788
20	 Hong Kong	6.566
21	 Sweden	6.022
22	 Turkey	5.045
23	 Mexico	4.995
24	 Switzerland	4.637
25	 Portugal	4.162

جدول ۱-۷- مقایسه تعداد ژورنال و مقالات منتشر شده در زمینه برق و الکترونیک در دنیا

	Country	Documents
1	 United States	520.219
2	 China	442.948
3	 Japan	197.595
4	 Germany	121.608
5	 United Kingdom	108.185
6	 South Korea	95.930
7	 France	94.044
8	 Canada	75.488
9	 Taiwan	74.888
10	 Italy	73.931
11	 India	60.862
12	 Spain	47.984
13	 Russian Federation	47.934
14	 Australia	35.716
15	 Singapore	31.146
16	 Netherlands	29.945
17	 Poland	29.062
18	 Switzerland	25.372
19	 Hong Kong	25.199
20	 Brazil	23.590
21	 Iran	23.552
22	 Sweden	23.488
23	 Belgium	23.051
24	 Finland	16.654
25	 Ukraine	16.294

۱-۲-۳- بررسی توانمندی‌های شرکت‌های داخلی

در زمینه رباتیک شرکت‌های اندکی در داخل کشور فعال هستند و بیشتر ربات‌های ساخته شده و فعالیت‌های صورت گرفته در این زمینه مربوط به کارهای دانشگاهی و مسابقاتی می‌باشد. در ادامه چندین شرکت با زمینه فعالیت رباتیک آورده شده است که در معرفی آنها به اطلاعات قرار گرفته در وب سایت شرکت‌ها اعتماد شده است. به طور یقین شرکت‌های دیگری نیز در این زمینه وجود دارند که در اینجا آورده نشده است و کامل بودن لیست این شرکت‌ها مورد ادعا نیست.

• شرکت مهندسی ربات پارس

این شرکت با هدف طراحی، ساخت و تولید ربات‌های صنعتی و رفع نیاز صنایع گوناگون کشور در خصوص بکارگیری ربات‌های صنعتی تأسیس شده است. با توجه به اهمیت تولید در رشد اقتصادی و زیرساخت‌های بوجود آمده برای تولید و خصوصی سازی برخی صنایع در کشور و نیز رقابتی شدن تولیدات و در نظر گرفتن روند رو به رشد استفاده از ربات‌های صنعتی در ایران و سیاستگذاری‌های به عمل آمده در امر تولید و خودکفایی، این شرکت قصد دارد انواع ربات‌های صنعتی با کاربردهای گوناگون از جمله جوشکاری نقطه‌ای، پالت گذاری قطعات سنگین، پاشش رنگ و مواد عایق و غیره را بر اساس نیاز صنعت تولید نماید [۷].

• شرکت رباتیران

شرکت رباتیران از نخستین شرکت‌های ارائه کننده خدمات مربوط به ربات‌های صنعتی در سطح کشور است که به عنوان همکار منتخب شرکت Eurobots و اجرا کننده پروژه‌های رباتیک مورد تأیید شرکت Cadmo اجرای پروژه‌های اتوماسیون کارخانه را برعهده دارد [۸]. از جمله فعالیت‌های مهم شرکت عبارتند از:

- ارائه مشاوره فنی رایگان جهت انتخاب و پیاده‌سازی سیستم رباتیک
- خریداری و واردات سیستم‌های رباتیک و ادوات مربوطه
- نصب و راه اندازی سیستم‌های رباتیک

کلیه پروژه‌های رباتیک اجرایی در این شرکت عبارتند از:

- نقطه جوشکاری رباتیک
- جوشکاری قوس الکتریکی با ربات

- صیقلکاری سطوح با ربات
- برشکاری رباتیک
- حکاکی با ربات
- مونتاژ با ربات
- چسبکاری رباتیک
- کنترل کیفیت رباتیک با استفاده از پردازش تصاویر

• شرکت فخراندیش آریا

شرکت فخراندیش آریا در زمینه‌های طراحی و اجراء خطوط تولید و فرآیندهای صنعتی جوش و برش آزمون‌های غیر مخرب، اتوماسیون صنعتی، تعمیرات و نگهداری و رباتیک فعالیت دارد [۹]. از جمله فعالیت‌های مهم شرکت عبارتند از:

- اتوماسیون ماشین آلات و خطوط تولید مبتنی بر PLC و PC BASE
- تعمیرات و نگهداری انواع ماشین آلات و خطوط تولید اتوماتیک و نیمه اتوماتیک صنعتی
- ارائه خدمات بازرسی ساخت و نصب تجهیزات ثابت و دوار
- ارائه خدمات آموزشی ربات‌های ABB، KUKA و FANUC
- انجام تعمیرات الکتریکی و مکانیکال ربات‌های ABB، KUKA و FANUC
- برنامه نویسی ربات‌های ABB (ROBOT STUDIO)
- نصب و راه اندازی و پیاده‌سازی خطوط تولید مبتنی بر ربات
- تامین مواد و قطعات مصرفی در فرایند جوش رباتیک

• شرکت اسپروز

شرکت اسپروز در زمینه طراحی و ساخت انواع ربات‌ها، بازوهای صنعتی و تجهیزات پیشرفته آموزشی فعالیت دارد. نوآوری‌های صنعتی، اشتغال‌زایی و موفقیت‌های این شرکت به گونه‌ای بوده که موفق به کسب عنوان کارآفرین برتر بخش صنعت در پنجمین جشنواره ملی کارآفرینان برتر شده است.

یکی از مهم‌ترین فاکتورهای توسعه رباتیک و فناوری‌های نوین در کشور، وجود نیروی انسانی متخصص است. بنابراین واحد آموزش و تجهیز شرکت اقدام به راه اندازی بیش از ۳۰۰ کارگاه استاندارد رباتیک در مراکز آموزش عالی، مراکز آموزش فنی و حرفه ای دولتی و خصوصی، پژوهش‌سراها و مدارس در مقاطع مختلف کرده است [۱۰]. از جمله فعالیت‌های مهم شرکت عبارتند از:

- آنالیز، طراحی و ساخت انواع موبایل ربات‌های عملیاتی
- آنالیز، طراحی و ساخت انواع ربات‌های مینی‌پولاتور صنعتی و ماشین آلات پیشرفته برای کاهش واردات صنعتی
- اجرای پروژه‌های پیشرفته تحقیقاتی کاربردی در حوزه رباتیک و اتوماسیون صنعتی
- طراحی و ساخت قطعات و ماژول‌های صنعتی و رباتیک
- طراحی و تولید انبوه محصولات فرهنگی و ترویجی، کیت‌ها و تجهیزات کمک آموزشی در حوزه رباتیک
- تدوین استاندارد و ساختار آموزشی در سطوح مختلف بر اساس پروتکل‌های سازمان جهانی کار (ISCO)
- ارایه آموزش‌های استاندارد رباتیک در راستای توسعه پایدار کشور در حوزه رباتیک
- فرهنگسازی و تلاش در راستای فراگیری بیش از پیش دانش رباتیک در کشور
- **شرکت مهندسی نوین صنعتگر**

گروه صنعتی نوین صنعتگر فعالیت خود را در زمینه اتوماسیون صنعتی از سال ۱۳۷۶ با نصب کنترل بر روی ماشین ابزارهای مختلف آغاز نمود و در راستای کمک به صنایع ایران اقدام به ارائه مشاوره در صنایع خودرویی و پتروشیمی نموده است که در این زمینه موفق به اخذ قراردادهای مشاوره در زمینه اتوماسیون صنعتی خطوط تولید جهت نصب ربات‌ها و برآورد اقتصادی آن گردیده است [۱۱].

• کاوه ربات صنعت شریف

مجموعه دانش‌بنیان کاوه ربات صنعت شریف را مجموعه‌ای از فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های معتبر تهران تشکیل می‌دهند که دارای مقام‌های برتر در رقابت‌های علمی رباتیک می‌باشند. این گروه تاکنون در ۱۰ رقابت ملی و ۳۲ رقابت بین‌المللی حائز رتبه‌های برتر شده است. کاوه ربات صنعت شریف در زمینه طراحی و پیاده‌سازی ربات‌های صنعتی و اتوماسیون خطوط تولید

فعالیت می‌کند این شرکت تاکنون موفق به طراحی ربات‌های سفارشی فعال در خطوط تولید در کارخانجات معتبر تولیدی از جمله بلور کاوه شده است، این شرکت علاوه بر فعالیت صنعتی در حوزه‌های آموزشی نیز فعالیت می‌کند [۱۲].

• آزمایشگاه رباتیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

آزمایشگاه رباتیک پزشکی گروه رباتیک پزشکی مرکز تحقیقات فناوری های بیومدیکال و رباتیک با بیش از ۱۰ سال سابقه فعالیت در حوزه رباتیک پزشکی مبدا شروع بسیاری از پروژه های موفق و دستاوردهای ملی در حوزه رباتیک پزشکی بوده است. برخی از محصولات این آزمایشگاه عبارتند از:

- سامانه جراحی رباتیک از راه دور با بازخورد نیرو سینا
- ربات دستیار جراح در جراحی لاپاروسکوپی ربولنز
- ربات بازتوانی مچ دست افراد متاثر از سکته مغزی ربوهب
- سامانه آموزش جراحی لاپاروسکوپی در محیط مجازی سیناسیم
- سامانه های آموزش مهارتهای بالینی در محیط مجازی با حس لامسه سه بعدی
- مولاژهای مصنوعی آموزش مهارتهای بالینی
- خدمات طراحی جراحی قبل از عمل و ساخت راهنمای جراحی خاص هر بیمار

• پروژه ربات جراح مغز

طراحی و ساخت ربات جراح مغز از سال ۱۳۸۰ آغاز و در سال ۸۳ پروژه در فرآیند نوآوری به اتمام رسید. پس از آن این ربات از بیمارستان شهدای تجریش تأییدیه لازم را اخذ کرد و اکنون در مرحله تجاری سازی است. ساخت ربات جراح مغز در سایر کشورها انجام شده و موضوع جدیدی نیست اما برای نخستین بار است که این تکنولوژی در ایران ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در جراحی سنتی حال حاضر برای انجام جراحی، تصاویری از مغز گرفته و محل تومور شناسایی می‌شود. سپس جراح با باز کردن قسمتی از مغز برای یافتن تومور تلاش می‌کند. این در حالی است که ربات جراح اطلاعات و تصاویری سه بعدی را در زمان جراحی در اختیار جراح قرار می‌دهد. همچنین این ربات به وسیله بازوی رباتیکی ابزار جراحی را در اختیار جراح قرار داده و هنگام جراحی مکان‌یابی فضای مغز با فضای پردازش شده یکسان می‌شود. بدین ترتیب هنگامی که

جراح ابزار را وارد مغز می‌کند در تصویر می‌بیند ابزار در کجای مغز قرار گرفته است. شرکت فرافن و سازمان گسترش حامی پروژه بوده و این سیستم توسط شرکت فرافن آماده ورود به بازارهای مهندسی پزشکی است.

علاوه بر شرکت‌های فوق شرکت‌های تام خودرو، شرکت پژوهشی صنعتی هوشمند دانا صنعت و شرکت ربات‌سازان صنعت کویر نیز در زمینه اتوماسیون صنعتی فعالیت دارند.

شرکت رباتیک آراد، اسطوره‌سازان، نادکو، رهفا و پارسه در زمینه آموزش رباتیک و ساخت کیت‌های آموزشی و برگزاری مسابقات رباتیک فعالیت دارند.

همچنین شرکت‌های زیادی در زمینه تصویر برداری هوایی با استفاده از ربات‌های پرنده مشغول به فعالیت هستند که می‌توان شرکت‌های زیر را به عنوان نمونه برشمرد: گروه آموت، سیستم‌های پهباد داوین، گروه تصویربرداری هوایی فراپر.

ارزیابی وضعیت داخل کشور:

با توجه به درخت فناوری تهیه شده در مراحل پیشین، از میان ربات‌های کاربردی صنعت برق تنها دو ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر و ربات بازرس سد تا کنون توسط مرکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشور ساخته شده‌اند و برای سایر ربات‌های حوزه صنعت برق موردی مشاهده نگردید.

۱-۲-۳- مطالعات الگو برداری

استفاده از تجارب دیگر کشورها در زمینه توسعه فناوری، روشی دیگر در ترسیم چشم‌انداز است. در این زمینه می‌توان از آینده‌های ترسیم شده در سایر کشورها، مانند هدف‌گذاری‌های بلندمدت، حوزه‌های کاربردی قابل تاکید و غیره برای تعیین افق چشم‌انداز داخلی بهره برد. در زمینه رباتیک، تفاوت میان کشورهای صنعتی پیشرفته و سایر کشورها بسیار چشمگیر است. به عبارتی دیگر اختلاف سرمایه‌گذاری و اهمیت دادن به توسعه رباتیک، در کشورهایی مانند ژاپن، آلمان و آمریکا با سایر کشورها بسیار فاحش است. برای مطالعات الگو برداری، به عنوان نمونه وضعیت سه کشور همجوار عربستان، ترکیه و امارات در زمینه برق و رباتیک بررسی شده‌اند که در ادامه زمینه فعالیت این کشورها آورده شده است. ملاحظه گردید که هیچ یک از این سه کشور نقشه راه مدونی برای توسعه رباتیک نداشتند و در نتیجه در زمینه رباتیک نه تنها سرآمد محسوب نمی‌شوند، بلکه وارد کننده و پیرو کشورهای پیشرفته می‌باشند. در حال حاضر تمرکز این کشورها بیشتر بر توسعه الکترونیک می‌باشد و توسعه رباتیک به معنای واقعی از اولویت بالایی برخوردار نیست.

در عوض کشورهای پیشرفته و صنعتی همانگونه که از نام آنها نیز مشخص است در زمینه رباتیک به پیشرفت‌های چشمگیری دست یافته‌اند و کشور ژاپن را می‌توان یکی از پیشرفته‌ترین کشورها در زمینه رباتیک دانست. سالهاست که ربات‌ها در این کشورها در مشاغل خسته کننده، کثیف و خطرناک و یا در مشاغلی که نیازمند سرعت و دقت بیشتری که از یک انشان معمولی انتظار می‌رود جایگزین شده‌اند. این ربات‌ها تقریباً تمام کارهای مربوطه به جوشکاری، رنگ کردن و اسمبل کردن و ... را در صنایع مختلف انجام می‌دهند.

صرف نظر از اینکه زمینه به خصوصی برای پژوهش در زمینه رباتیک مشخص گردد، تمام کشورهای پیشرفته در زمینه رباتیک دارای حداقل یک یا چند نقشه راه می‌باشد که توسط دولت و یا ارگان‌های تاثیرگذار و یا مجموعه‌ای از دانشگاه‌ها رهبری می‌شود. این امر اهمیت به سزای داشتن یک برنامه‌ریزی منسجم و نقشه‌راه را برای پیشرفت در یک شاخه تکنولوژی نشان می‌دهد. در این کشورها وضعیت صنعت رباتیک به طور مستمر در حال رصد است و در صورتی که مشخص گردد که این کشور در این زمینه پسرفت داشته است، با برنامه‌ریزی سعی در جبران این عقب‌ماندگی می‌شود.

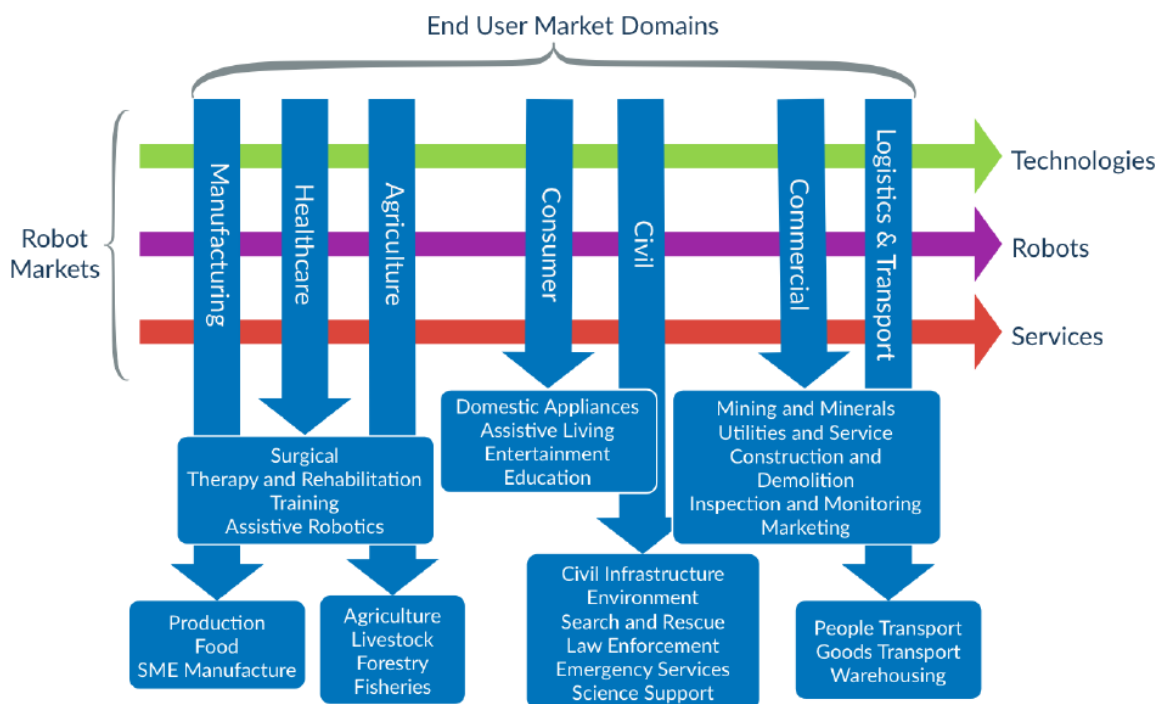
طبق بررسی International State of Robotics R&D که در سال ۲۰۰۶ به چاپ رسید، آمریکا در زمینه حرکت و ناوبری ربات^۱ در محیط‌های بیرونی، معماری ربات‌ها و کاربردهای هوا و فضا، دفاعی، سیستم‌های زیر آبی و مواردی از ربات‌های شخصی و خدماتی پیشتاز است. در واقع تمرکز اصلی آمریکا بر روی ربات‌ها با کاربرد نظامی و دفاعی می‌باشد و در سایر زمینه‌ها تمرکز کمتری وجود داشته است. در نتیجه در می ۲۰۰۹، یک کمیته نقشه راهی برای آمریکا با کاربردهای غیر نظامی در صنایع، پزشکی و سلامت، خدمات خانگی و مشاغل ارائه کرده است. این نقشه راه به طور خلاصه در ادامه آورده شده است و نشان دهنده اهمیت رشد و پیشرفت موضوع رباتیک در تمامی ابعاد در این کشور می‌باشد، هر چند که به خصوص بر روی ربات با کاربرد در صنعت برق متمرکز نشده است.

در سال ۲۰۰۵، European Robotic Technology Platform به منظور تقویت ارتباط صنعت و دانشگاه برای توسعه تحقیقات در بخش رباتیک تشکیل شد. در سال ۲۰۰۹ نیز گروه صنعتی Coordination Action for Robotic in Europe (CARE) دستورکار تحقیقات استراتژیک در زمینه ربات‌ها را منتشر کرد. در اتحادیه اروپا SPARC^۲ وظیفه حفظ و توسعه رهبری اروپا در زمینه رباتیک را بر عهده گرفته است. نقشه راه Robotics 2020 Multi –Annual برای اروپا توسط این

¹ robot navigation

²Public-Private Partnership between the European Commission

گروه تهیه گردیده است. در این نقشه راه نیز مانند نقشه راه آمریکا و ژاپن تمام زمینه‌هایی که یک ربات می‌تواند در آن به کار گرفته شود برنامه ریزی شده است در شکل زیر این حوزه‌ها نمایش داده شده است. علاوه بر آن در سال ۲۰۰۵، European Robotic Technology Platform به منظور تقویت ارتباط صنعت و دانشگاه برای توسعه تحقیقات در بخش رباتیک تشکیل شد. در سال ۲۰۰۹ نیز گروه صنعتی (CARE) Coordination Action for Robotic in Europe دستورکار تحقیقات استراتژیک در زمینه ربات‌ها را منتشر کرد. در شکل زیر موضوعات مهم برای توسعه رباتیک از این نقشه‌راه آورده شده است. در این نقشه راه نیز می‌توان دید که کاربرد ربات در نیروگاه‌ها مورد توجه می‌باشد.



شکل ۱-۳- موارد مورد تاکید در نقشه راه اتحادیه اروپا

در کشور ژاپن نیز، وزارت اقتصاد، بازرگانی و صنعت مامور تهیه یک نقشه راه علمی برای هدایت طولانی مدت تحقیقات و پژوهش علمی در زمینه مربوط به رباتیک می‌باشد. ۲۸ زمینه که در این نقشه راه تکنولوژی بر آنها تاکید شده است در شکل زیر آورده شده است.

device	fiber	drug development, diagnosis	chemical substance management
computing	Green Sustainable Chemistry	medical appliance	energy
network	Robot	regenerative medicine	superconductivity
Intelligent system, interaction	MEMS	utilization of biological function	storage battery
software	design, production, processing	carbon capture and storage, utilization	service engineering
nano-technology	airplane	action against chlorofluorocarbon	contents
component	aerospace	reduce, reuse, recycle	measurement system

شکل ۱-۴ - موارد مورد تاکید در نقشه راه ژاپن

با بررسی وضعیت رباتیک در جهان می‌توان دریافت که ایران نیازمند سرمایه‌گذاری و تحقیقات کاربردی در خصوص استفاده از ربات‌ها در صنعت خود می‌باشد و هر چه سریع‌تر باید در این زمینه برنامه‌ریزی نماید. در ادامه وضعیت کشورهای همجوار و پیشرفته به اختصار شرح داده شده است:

• کشور عربستان سعودی

کشور عربستان سعودی با داشتن حدود ۳۰ میلیون نفر جمعیت در سال ۲۰۱۴، دارای اقتصاد مبتنی بر نفت است. درآمدهای حاصل از صادرات نفت و مواد پتروشیمی، ۹۰ درصد درآمدهای صادراتی و ۸۰ درصد درآمد دولت را تشکیل می‌دهد. کشور عربستان مطابق نقشه راه توسعه فناوری که توسط موسسات Saudi Arabia's national science and technology (S&T) agency و the King Abdulaziz City for Science & Technology (KACST) و Stanford Research Institute (SRI) تهیه شده در نظر دارد که بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰، در ۱۲ فناوری در دنیا پیشرو شود [۱۳]. این فناوری‌ها عبارتند از:

- Water
- Petrol and gas
- Petrochemicals
- Nanotechnologies
- Advanced materials
- Electronics, communications, and photonics

- Biotechnology and genetic engineering
- Information technology
- Aerospace and aviation
- Energy
- Environment
- Math and physics

• کشور ترکیه

اقتصاد ترکیه ترکیبی از صنایع بومی و مدرن است که روز به روز بر دامنه‌اش افزوده می‌شود و با تولیدات فراوان کشاورزی رتبه هفتم جهان را بدست آورده است. بخش خصوصی اقتصاد ترکیه نیز به سرعت در حال رشد است و نقش مهمی در بانکداری، حمل و نقل و ارتباطات دارد. طبق پیش بینی OECD ترکیه در سال ۲۰۱۷ با پیشی گرفتن از هند دومین کشور از لحاظ سرعت رشد اقتصادی در جهان خواهد بود.

ترکیه یکی از ۲۰ کشور برتر جهان از لحاظ تولیدات صنعتی بوده و سهم بخش صنعت در اشتغال ۱۹ درصد، در تولید ملی ۲۹ درصد و در صادرات ۹۴ درصد را به خود اختصاص داده است. بزرگترین صنعت ترکیه نساجی است که ۱۶/۳ درصد کل صنایع ترکیه را شامل می‌شود.

پس از نساجی پالایش نفت (۱۴/۵ درصد)، صنایع غذایی (۱۰/۶ درصد)، صنایع شیمیایی (۱۰/۳ درصد)، صنایع فولاد و ذوب آهن (۸/۹ درصد)، خودروسازی (۶/۳ درصد) و ماشین سازی (۵/۸) بیشترین سهم در صنعت ترکیه را دارند.

صنایع الکترونیکی وستل ترکیه بزرگترین تولید کننده تلویزیون در اروپاست و یک پنجم تلویزیون‌های خریداری شده توسط مشتریان اروپایی توسط وستل تولید می‌شوند. مجموع تولید تلویزیون شرکت وستل و بکو بیشتر از نصف تولید تلویزیون اروپاست. شرکت ترکیه‌ای پروفیلو-تلار نیز سومین تولید کننده تلویزیون در اروپاست. همچنین سهم ترکیه از بازار دستگاه‌های دیجیتالی در اروپا از ۳ درصد به ۱۵ درصد رسیده و لوازم خانگی تولید ترکیه ۱۸ درصد بازارهای اروپا را به تسخیر درآورده است. ترکیه همچنین به اهمیت وجود مراکز تحقیق و توسعه تاکید داشته و اقدام به احداث مراکز تحقیقاتی به صورت خوشه‌ای نموده است. ۳۵ خوشه از این مراکز به بخش الکترونیک اختصاص داشته و ۱۶ خوشه نیز وظیفه هماهنگی بین صنعت و دانشگاه برای توسعه فناوری‌های نوآورانه را به عهده گرفته‌اند.

از طرفی با توجه به سیاست پیشبرد صنایع فناوری میانه در این کشور احتمالاً صنایع الکترونیک با فناوری پیشرفته رشد چندانی نخواهند داشت.

• کشور امارات

کشور امارات با داشتن حدود ۱۰ میلیون نفر جمعیت در سال ۲۰۱۵ که قسمت عمده آن غیر بومی هستند، امروزه به عنوان یک شهر جهانی و تجاری موفق و مهم در منطقه جایگاه خود را پیدا کرده‌است. اگرچه اقتصاد دبی با صنعت نفت رشد کرده، اما بیشتر درآمد دبی از منطقه آزاد جبل علی، فروش ملک به اتباع خارجی در مناطق آزاد، اعطای اقامت، صدور مجدد کالا، ترانزیت مسافر و کالا و همچنین قسمت بزرگی نیز از گردشگری و دیگر خدمات مالی و تجاری تأمین می‌شود. دبی به تازگی توجه جهانیان را از طریق ساخت و سازهای بزرگ و عظیم و همینطور رویدادهای تفریحی و ورزشی هیجان‌انگیز به خود جلب کرده‌است. چشم انداز کشور امارات برای سال ۱۴۰۴ در زمینه فناوری‌های مختلف بصورت زیر است [۱۴]:

- ارسال ماهواره های پژوهشی به فضا
- نخستین شهر سبز جهان در امارات
- دهکده دانش دبی (DKV)
- پارک تحقیق و بیوفناوری دبی
- پارک فناوری سیلیکون اواسیس

که در این میان تاسیس پارک فناوری سیلیکون اواسیس در زمینه تولید و ساخت تجهیزات الکترونیک فعالیت دارد. لازم به ذکر است که کارشناسان و متخصصین توسعه در امارات و بخصوص امیر این کشور بارها در سخنرانی‌های خویش به تبدیل امارات و دبی به سیلیکون ولی خاورمیانه اشاره کرده‌اند.

• کشور ژاپن

ژاپن یکی از پیشرفته‌ترین کشورها در صنعت رباتیک محسوب می‌شود. هر دو سال یک بار در ژاپن نمایشگاه بین‌المللی iREX که بزرگ‌ترین و جامع‌ترین نمایشگاه رباتیک جهان است برگزار می‌شود. مدیریت و سازماندهی آن را اتحادیه‌ی ربات ژاپن (JARA) و شرکت «تیککان کوگیو شیمبون» بر عهده دارند. در جریان آن، شرکت‌های مختلف از ژاپن و دیگر کشورهای جهان در iREX گرد هم می‌آیند تا جدیدترین دستاوردهای‌شان را در زمینه‌ی تکنولوژی ربات به نمایش بگذارند.

در ژاپن وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت فعالیت در زمینه رباتیک را برای زمانی طولانی است که پشتیبانی می‌کند. در سال ۲۰۰۷ یک نقشه راه تکنولوژی ملی توسط این وزارتخانه خواستار نصب یک میلیون ربات در سراسر کشور تا سال ۲۰۲۵ شده است. همچنین ربات‌هایی که در هنگام وقوع بلای طبیعی کاربرد داشته باشند مورد توجه قرار گرفته‌اند. همچنین تصویب قوانینی که به ربات‌ها اجازه کار در بیمارستان‌ها را بدهد مورد توجه قرار گرفته است. قوانین فعلی اجازه چنین کاربردی از ربات‌ها را در بخش سلامت نمی‌دهد. در نتیجه در بخش پردازش صدا و تصویر پیشرفت‌های زیادی باید صورت گیرد.

ربات‌های صنعتی بخش اصلی پروسه تولید در صنعت را برعهده دارند. از این رو همزمان با پیشرفت صنایع لزوم توسعه و بروزرسانی ربات‌های صنعتی نیز به عنوان یک اصل مهم مدنظر قرار دارد. این فرایند موجب شده تا تکنولوژی توسعه ربات‌های مذکور خود به صنعتی شکوفا و پرسود تبدیل شود. از این رو کمپانی‌های تخصصی وارد میدان شده و بازار تولید و توسعه ربات‌های صنعتی را در دست دارند. در ادامه برترین تولیدکنندگان ربات‌های صنعتی در ژاپن و جهان آورده شده است:

Nachi-Fujikoshi کمپانی ژاپنی تولید ربات‌های صنعتی است که در سال ۱۹۶۹ فعالیت خود را آغاز کرده است. تا کنون بالغ بر ۱۰۰ هزار ربات تولیدی این شرکت در جهان نصب و راه اندازی شده است. براساس اطلاعات موجود این کمپانی در سال مالی ۲۰۱۴ فروشی برابر با ۱۵۳,۹۴۵ میلیون دلار داشته است.

اپسون بخشی از کمپانی سیکو اپسون ژاپن است که تا کنون بالغ بر ۴۵ هزار دستگاه ربات صنعتی را در سراسر جهان نصب و راه اندازی کرده است. در سال مالی ۲۰۱۴، سود خالص اپسون برابر با ۱۳۶ میلیون دلار بوده است.

صنایع سنگین کاواساکی به عنوان یکی از فعال‌ترین صنایع تولید ربات‌های صنعتی در ژاپن شناخته می‌شود. بیش از ۴۵ سال سابقه در این حوزه از کاواساکی انتخابی مطمئن ساخته است. تا کنون بالغ بر ۱۲۰ هزار ربات تولید شده توسط این کمپانی در جهان نصب و راه اندازی شده است. سود این کمپانی در سال مالی ۲۰۱۵ برابر با ۱,۱۳ میلیارد دلار اعلام شده است.

Fanuc یکی از بزرگترین سازندگان ربات‌های صنعتی در جهان است. دفتر مرکزی آن در ژاپن قرار دارد. بالغ بر ۲۵۰ هزار ربات صنعتی تولید شده توسط فنوک در جهان نصب و راه اندازی شده است. فروش این کمپانی در سال مالی ۲۰۱۴ به ۱,۵۱ میلیارد دلار رسید.

Yaskawa در سال ۱۹۱۵ تاسیس شده است. دفتر مرکزی آن در کیتاکیوشو کشور ژاپن قرار دارد. تا کنون بالغ بر ۳۰۰ هزار دستگاه ربات صنعتی تولیدی این شرکت در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده است. در سال مالی منتهی به مارس ۲۰۱۵، فروش کمپانی برابر با ۱,۱۳ میلیارد دلار بوده است.

در واقع موارد فوق گوشه‌ای از وضعیت صنعت رباتیک در ژاپن می‌باشد.

• کشور آمریکا

در کشور آمریکا سازمان‌های مشارکت کننده در تهیه نقشه راه عبارتند از:

- Georgia Institute of Technology
- Carnegie Mellon University
- Robotics Technology Consortium
- University of Pennsylvania
- University of Southern California
- Stanford University
- University of California–Berkeley
- University of Washington
- Massachusetts Institute of Technology

خلاصه یافته‌های اصلی نتایج حاصل نقشه راه عبارتند از:

- فن‌آوری رباتیک پتانسیل ایجاد تغییر در آینده یک کشور را دارد و انتظار می‌رود تا چند دهه آینده همانند تکنولوژی کامپیوتر امروزی، همه جا در دسترس باشد.
- با ورود رباتیک در صنعت می‌توان سیستم‌های تولیدی ایجاد نمود که قادر به انجام مراحل تولید در کشورهای با دستمزد پایین‌تر یک کالای رقابتی تولید کنند.
- عامل اصلی اتخاذ تکنولوژی رباتیک جمعیت سالخورده‌ای است که یک نیروی کار سالخورده و بالطبع مشکلات مربوط به سیستم بهداشت و درمان را بوجود می‌آورد.

- فن‌آوری رباتیک به اندازه‌ای پیشرفت کرده است که می‌تواند به یک نیروی کار انسانی در انجام وظایف خطرناک، کسل کننده و کثیف کمک کند. همچنین نسل جدیدی از سیستم‌های پشتیبان خانگی به منظور تسهیل در بهبود کیفیت زندگی قشر وسیعی از مردم در راه است.
- فن‌آوری رباتیک فرصت منحصر به فردی را برای سرمایه‌گذاری در زمینه‌هایی فراهم می‌کند که دارای پتانسیل خوبی جهت شغل‌های جدید، افزایش بهره‌وری و افزایش ایمنی کارگران، در زمان کوتاه می‌باشند. رباتیک علاوه بر اینکه شغل را تسریع خواهد نمود، در بلند مدت کیفیت زندگی جامعه‌ای که از آن انتظار سالخوردگی قابل توجهی می‌رود را بهبود بخشد.
- تمامی حوزه‌ها توسط نقشه راه تعیین شده در برنامه‌های کوتاه و بلند مدت تکنولوژی، تحت پوشش قرار می‌گیرند. از جمله تعیین اهداف ۵، ۱۰ و ۱۵ ساله برای رسیدن به قابلیت‌های حیاتی مورد نیاز جهت فراهم نمودن این برنامه‌های کاربردی و همچنین شناسایی تکنولوژی‌های لازم و اساسی مورد نیاز جهت فعال‌سازی این قابلیت‌های حیاتی.
- در حالی که برخی قابلیت‌های حیاتی و تکنولوژی‌های اساسی و زیرپایه‌ای مربوط به حوزه خاصی هستند، سیستم‌ها در تلاش‌اند تا تعدادی از قابلیت‌های بسیار مهم‌تر که در تمامی حوزه‌ها مشترک هستند را شناسایی نمایند از جمله تصویر سازی سه بعدی قوی، برنامه‌ریزی و جهت‌یابی هوشمند، دستکاری و اعمال نفوذ ماهرانه شبیه انسان، تعامل و ارتباط شهودی انسان و ربات و رفتار ربات به صورت امن و بی‌خطر.

۳-۱- نگارش چشم‌انداز

پیشتر اشاره شد که برای تدوین چشم‌انداز، نیاز است تا محورهای اطلاعاتی زیر بررسی شوند. جمع بندی بررسی‌های انجام شده در خصوص این محورها به شرح زیر است:

✎ **اسناد بالا دستی:** با بررسی سند جامع علمی کشور، سند بالاسری صنعت برق کشور، سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو مشخص شد که فناوری رباتیک مورد تاکید سند بالادستی "نقشه جامع علمی کشور" می‌باشد.

• **توان داخلی کشور:** وضعیت کشور از لحاظ تعداد دانشجویان و دانش‌آموختگانی که هر ساله در رشته‌های مرتبط با برق و مکانیک از دانشگاه وارد بازار کار می‌شود از نقاط قوت کشور محسوب می‌شود. همچنین جایگاه علمی کشور از لحاظ انتشار مقاله در این زمینه بسیار خوب است. این امر نشان‌دهنده توان علمی بالای کشور در بخش پژوهش‌های دانشگاهی می‌باشد. اگر چه کشور در زمینه پژوهش بسیار توانمند می‌باشد، لیکن عدم سرمایه‌گذاری در این زمینه سبب رشد اندک شرکت‌های داخلی شده است.

• **مطالعات الگو برداری:** با توجه به بررسی‌های انجام شده، کاملاً مشخص است که فناوری رباتیک جز اولویت‌های کشورهای پیشرفته می‌باشد و برای نیل به این مقصود دارای نقشه راه مدون می‌باشند. کشورهای منطقه نیز در این زمینه دارای نقشه راه نمی‌باشند و فاصله تکنولوژیکی زیادی دارند. پس در صورت نیاز به رشد و پیشرفت در یک زمینه نیاز به یک برنامه تدوین شده وجود دارد.

• **نظر خبرگان:** رباتیک در صنعت برق در کشور ما در دوره جنینی خود قرار دارد. همچنین تا کنون سرمایه‌گذاری زیادی در این بخش با وجود توان علمی بالا جهت توسعه انجام نشده است. لذا برای توانمند شدن کشور در زمینه رباتیک در صنعت برق می‌بایست به شناسایی، طراحی، ساخت و بکارگیری ربات‌های اولویت‌دار در صنعت برق پرداخت تا زمینه برای رشد و ارتقا این صنعت در داخل کشور مهیا شود.

لذا با توجه به توان علمی کشور، با اتخاذ سیاست‌ها و انجام اقدامات موثر می‌توان به دانش فناوری رباتیک در صنعت برق در یک افق زمانی واقع بینانه (تا سال ۱۴۰۴) دست یافت و در راستای بومی‌سازی ربات‌هایی که در صنعت برق کاربرد دارند حرکت نمود. بر این پایه در نشست‌های کمیته رباتیک توانیر، پس از بررسی و رایزنی در خصوص متن بیانیه چشم‌انداز، بیانیه زیر به عنوان بیانیه اصلی چشم‌انداز به صورت زیر تنظیم گردید:

"با یاری خداوند بزرگ و در راستای ارتقای فناوری داخل کشور، در یک بازه ده ساله تا افق ۱۴۰۴،

جمهوری اسلامی ایران در حوزه فناوری رباتیک صنعت برق، کشوری است:

❖ **برخوردار از دانش فنی طراحی و ساخت ربات‌های با اهمیت در صنعت برق**

❖ **برخوردار از تجربه کاربردی ربات‌های با اهمیت در نیروگاه و صنعت برق"**

در این بیانیه متن چشم‌انداز بر اهداف کسب و انباشت و بومی‌سازی دانش طراحی و ساخت به همراه بکارگیری در پایلوت‌های صنعت برق تاکید دارد که بیانگر لزوم به کارگیری بیشینه توان داخلی کشور در این راستا می باشد. به دیگر روی، نیاز است تا رویکرد کسب دانش تا حد امکان درون‌زا باشد، که در بخش‌های بعدی به آن پرداخته خواهد شد.

فصل دوم: تعیین اهداف کلان توسعه فناوری

۱-۲- مقدمه

پاسخ به این سؤال که برای رسیدن به چشم انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت، بیان کننده‌ی اهداف کلان می‌باشد.

۲-۲- اهداف کلان توسعه ربات‌های صنعت برق

برای تعیین اهداف کلان سند راهبردی "توسعه ربات‌های صنعت برق" نیاز است تا در گام نخست علاوه بر بررسی وضعیت فناوری، ربات‌های الویت‌دار جهت توسعه تعیین گردند. این امر در مرحله دوم با استفاده از ماتریس جذابیت-امکان‌پذیری توسط خبرگان این صنعت صورت گرفت. همچنین مشخص گردید که صنعت رباتیک نه تنها در داخل کشور بلکه در دنیا در مرحله معرفی خود قرار دارد و بسیار نوپاست. لذا اهداف کلانی که برای سایر فناوری‌ها برای دستیابی به آنها مطرح می‌شود با اهداف کلان توسعه ربات‌های صنعت برق بسیار متفاوت می‌باشد. به عبارتی دیگر در این سند از سوی کمیته رباتیک تمرکز بر شناسایی، اولویت‌بندی، بومی‌سازی ربات‌ها، انجام مناسب تعریف پروژه‌ها و پروژه‌ها و سپس بکارگیری ربات‌های ساخته شده در نیروگاه و صنعت برق می‌باشد. موفقیت در دستیابی کامل به این زنجیره در یک بازه زمانی مناسب تضمین کننده رشد و بالندگی این صنعت در داخل کشور می‌باشد. لذا اهداف کلان توسعه ربات‌های صنعت برق به صورت زیر تنظیم گردید:

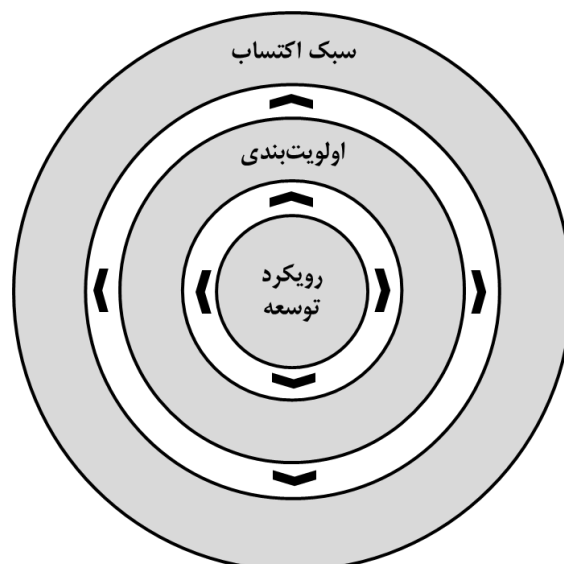
- دستیابی به دانش فنی طراحی و ساخت ربات‌های الویت‌دار صنعت برق و بومی‌سازی این صنعت در داخل کشور
- بکارگیری ربات‌های الویت‌دار در پایلوت نیروگاهی و صنعت برق با تاکید بر ایجاد تجربه مثبت برای استفاده از تکنولوژی‌های جدید در نیروگاه و صنعت
- کمک به توانمند شدن بخش خصوصی در صنعت رباتیک در صنعت برق و کمک به افزایش همکاری میان صنعت و بخش خصوصی و در نتیجه کمک به گسترش بازار کار برای متخصصان فناوری رباتیک
- کمک به استفاده از تکنولوژی‌های جدید در آینده برای کاهش زمان و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در صنعت برق

فصل سوم: تدوین راهبردهای توسعه فناوری

۱-۳- مقدمه

راهبردهای ملی فناوری در برگیرنده‌ی مجموعه‌ای از جهت‌گیری‌هایی است که با معین نمودن خطوط کلی^۱، از عدم قطعیت موجود در توسعه فناوری کاسته و به سوالات اساسی سیاست‌گذاران در مسیر دستیابی به اهداف کلان پاسخ می‌دهد؛ به طوری که راهبردها را می‌توان معین‌کننده مجموعه جهت‌گیری‌های اصلی برای دستیابی به اهداف دانست. این راهبردها به نحوه‌ی دستیابی به آن‌ها می‌پردازد. به عبارت دیگر، راهبرد ملی فناوری معین‌کننده‌ی چپستی و چگونگی توسعه فناوری در سطح کلان است.

شکل (۱-۳) مراحل دستیابی به سبک اکتساب را نشان می‌دهد. مسیر حرکت از درون به بیرون است. پس از مشخص شدن رویکرد (شیوه) توسعه فناوری، اولویت‌بندی بین فناوری‌ها با توجه به محدودیت‌های موجود، صورت گرفته، سپس سبک اکتساب فناوری مشخص می‌شود.



شکل ۱-۳- رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری

^۱ General guidelines

۲-۳- رویکرد توسعه

بسیاری از مدل‌های مطرح در مدیریت فناوری، تنها قادر به استخراج راهبرد برای بنگاه‌ها می‌باشند. اما هدف از به کارگیری مدل مورد نظر، تدوین راهبرد فناوری در سطح ملی، از جانب دولت است. بنابراین بسیاری از مدل‌های رایج، قابلیت استفاده مستقیم در این پروژه را ندارند.

در این روش، سه محور سطح بلوغ فناوری (چرخه عمر فناوری)، توانمندی ملی در حوزه‌ی فناوری (پیشرو و پیرو بودن در فناوری)، و درنهایت گستردگی حوزه‌ی فناورانه (انحصاری یا عمومی بودن فناوری) در خصوص توسعه ربات‌های مورد نیاز در حوزه صنعت برق، تعیین‌کننده‌ی رویکرد مناسب برای توسعه فناوری هستند. با تلفیق این محورها در مورد تجهیزات اولویت دار که پیش از این مشخص شده اند می‌توان رویکرد توسعه مناسب را در خصوص ساخت ربات‌های مورد نیاز در حوزه صنعت برق شناسایی نمود.

۳-۲-۱- چرخه عمر فناوری

همانگونه که در گزارش مرحله یک پروژه نیز اشاره شد، فناوری‌ها یکی پس از دیگری متولد و وارد بازار می‌شوند و در نهایت برخی از آن‌ها با ورود فناوری‌های جایگزین از رده خارج می‌گردند که این مراحل را چرخه عمر فناوری می‌نامند. از چرخه عمر فناوری می‌توان برای برنامه‌ریزی استراتژیک توسعه آن فناوری نیز بهره گرفت. جدول ۳-۱ نشان دهنده چرخه عمر ربات‌های گزینش شده برای صنعت برق می‌باشد.

جدول ۳-۱- چرخه عمر فناوری ربات‌های گزینش شده صنعت برق

ردیف	نام تجهیز	چرخه عمر
۱	ربات بازرس خط فشار قوی	معرفی
۲	ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	معرفی
۳	ربات بازرس پرند	رشد
۴	ربات شستشوی مقره	پروردگی
۵	ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر	معرفی
۶	ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	معرفی
۷	ربات بازرس ژنراتور	معرفی

۳-۲-۲- توانمندی فناوریانه

منظور از ارزیابی توانمندی فناوریانه، ارزیابی پیشرو یا پیرو بودن یک کشور در آن فناوری است. پیشگامی و یا پیروی فناوری با استفاده از معیار زمان توسعه فناوری و یا سهم فروش فناوری تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، زمان شروع توسعه یک فناوری می‌تواند معیار مناسبی برای تشخیص کشوری که هنوز پا در مسیر توسعه فناوری نگذاشته و یا در اوایل آن است، باشد. اما برای مقایسه بین دو کشور که هر دو دارای فناوری مورد نظر هستند لازم است تا برای ارزیابی فناوریانه، معیار دیگری نیز در نظر گرفته شود. در صورتی که دو کشور که از نظر زمان شروع توسعه فناوری همسان باشند، با توجه به اینکه پیشرفته‌تر بودن در حوزه فناوری موجب فروش بیشتر محصول آن فناوری می‌شود، می‌توان میزان فروش را به عنوان شاخصی برای پیشرو یا پیرو بودن آن دو کشور در نظر گرفت.

با توجه به توضیحات بالا و تولید ناچیز ربات‌های صنعتی در کشور و فروش و صادرات آن، می‌توان نتیجه گرفت از بعد توانمندی کشور در وضعیت پیروی قرار دارد. لذا می‌توان جدول ۳-۲ را برای نمایش توانمندی کشور در فناوری ربات‌های صنعت برق معرفی نمود.

جدول ۳-۲- توانمندی کشور در فناوری ربات‌های صنعت برق

ردیف	نام تجهیز	توانمندی (پیشرو / پیرو)
۱	ربات بازرس خط فشار قوی	پیرو
۲	ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	پیرو
۳	ربات بازرس پرنده	پیرو
۴	ربات شستشوی مقره	پیرو
۵	ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر	پیرو
۶	ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	پیرو
۷	ربات بازرس ژنراتور	پیرو

۳-۲-۳- گسترده‌ی حوزه‌ی فناوریانه

حوزه‌های فناوریانه در برگیرنده‌ی دو مفهوم اصلی است:

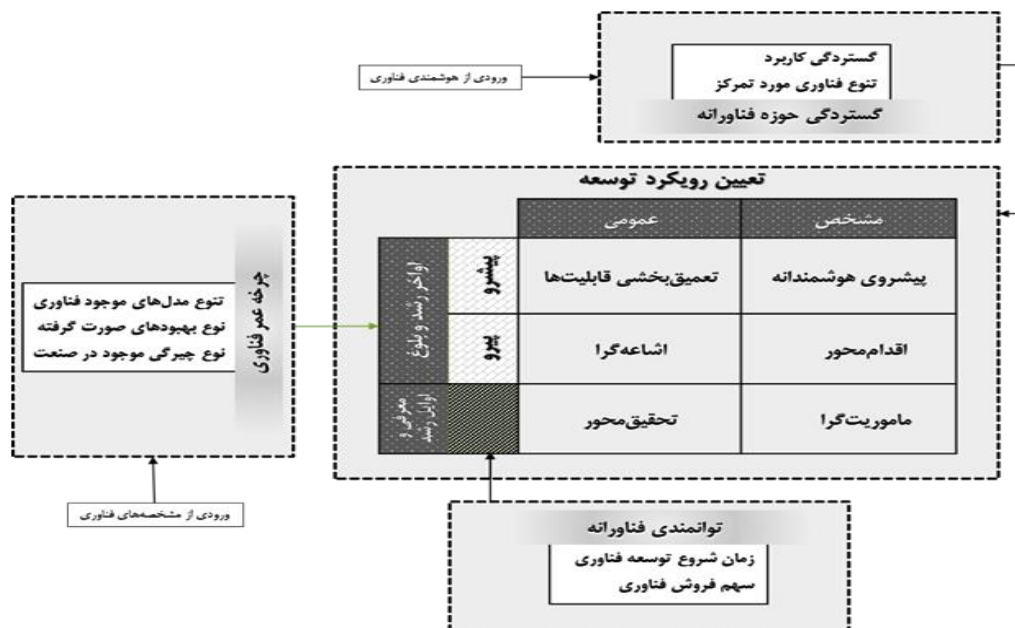
زیرفناوری‌ها، کاربردها، و یا هر دو. در بعضی فناوری‌های راهبردی مانند توربین بادی، منظور از حوزه‌ی فناوریانه، قطعات و زیرفناوری‌های تشکیل دهنده آن است. در گونه‌ای دیگر از فناوری‌های راهبردی مانند نانو فناوری‌ها، حوزه‌های فناوریانه مشتمل بر استفاده از آن‌ها در صنایع الکترونیک، نساجی، پزشکی بوده و معنی کاربرد را به خود می‌گیرد. در نهایت، در فناوری‌های راهبردی مانند پیل سوختی، حوزه‌ی فناوریانه را باید متشکل از کاربرد و زیرفناوری (به صورت توأمان) دانست. علیرغم اینکه تجهیزات فناوری‌های گزینش شده در حوزه صنعت برق در حوزه‌ها و صنایع دیگری نیز می‌توانند کاربرد داشته باشند، ولی در گزارش حاضر با توجه به اینکه فناوری منجر به ساخت یک تجهیز خاص می‌شود لذا می‌توان گفت گسترده‌ی حوزه فناوریانه مشخص می‌باشد.

جدول ۳-۳- گسترده‌ی ربات‌های صنعت برق

ردیف	نام تجهیز	گسترده‌ی حوزه فناوریانه (مشخص/عمومی)
۱	ربات بازرس خط فشار قوی	مشخص
۲	ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	مشخص
۳	ربات بازرس پرنده	مشخص
۴	ربات شستشوی مقره	مشخص
۵	ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر	مشخص
۶	ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	مشخص
۷	ربات بازرس ژنراتور	مشخص

۳-۲-۴- ماتریس تصمیم‌گیری

بر مبنای سه محور بیان شده، می‌توان یک ماتریس سه بعدی ترسیم نمود که به تصمیم‌گیری رویکرد توسعه بپردازد. در این ماتریس، شش حالت امکان پذیر است، که هر یک بیانگر یک نوع رویکرد در توسعه فناوری است. شکل (۳-۲) این ماتریس و شش رویکرد ممکن برای توسعه فناوری را نشان می‌دهد که از برخورد محورهای سه گانه تشریح شده، پدیدار شده‌اند.



شکل ۳-۲- ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه

جدول ۳-۴ بر پایه ویژگی‌های فناوری‌های گزینش شده، رویکرد توسعه مناسب برای ربات‌های صنعت برق را نشان می‌دهد. همانطور که از اطلاعات بدست آمده از ماتریس تصمیم‌گیری مشخص است فناوری تجهیزات مورد مطالعه دارای حوزه فناوری مشخص بوده و تمامی تجهیزات در دوره رشد قرار گرفته‌اند. از طرفی کشور ما در تولید تجهیزات یاد شده در وضعیت پیروی قرار داشته و در حال حاضر اکثر تجهیزات وارد کشور می‌شود و به عبارتی کشور مصرف‌کننده آنها می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد راهبردی که برای توسعه فناوری تجهیزات اولویت‌دار در نظر می‌شود ماموریت‌گرا باشد.

جدول ۳-۴- تصمیم‌گیری رویکرد توسعه ربات‌های صنعت برق

ردیف	نام تجهیز	چرخه عمر	گسترده‌گی	توانمندی	رویکرد
۱	ربات بازرس خط فشار قوی	معرفی	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا
۲	ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر	معرفی	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا
۳	ربات بازرس پرند	رشد	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا
۴	ربات شستشوی مقره	پروردگی	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا
۵	ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر	معرفی	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا
۶	ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر	معرفی	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا
۷	ربات بازرس ژنراتور	معرفی	مشخص	پیرو	ماموریت‌گرا

۳-۲-۵- راهبرد توسعه ربات‌های صنعت برق

همانطور که از اطلاعات بدست آمده از ماتریس تصمیم‌گیری مشخص است، ربات‌های کاربردی حوزه صنعت برق دارای حوزه فناوریانه مشخص بوده و عمدتاً در دوره معرفی قرار گرفته‌اند. از طرفی کشور ما در زمینه رباتیک در وضعیت پیرو قرار دارد. لذا می‌توان راهبرد مناسب برای توسعه فناوری ربات‌های اولویت‌دار در صنعت برق را یک راهبرد ماموریت‌گرا دانست. جدول (۳-۵) ویژگی‌های هریک از رویکردهای شش‌گانه را تشریح می‌کند.

لذا با توجه به اینکه ربات‌های صنعت برق کاربرد خاص منظوره داشته و با در نظر گرفتن پتانسیل بالای داخل کشور و طبق نظر اعضای محترم کمیته راهبری و همچنین بر پایه بیانیه چشم‌انداز، راهبرد توسعه درون‌زا برای کسب دانش فنی ساخت ربات‌های اولویت‌دار برگزیده شد.

جدول ۳-۵- مقایسه ویژگی‌های رویکردهای گوناگون به توسعه فناوری

پیشروی هوشمندانه	تعمیق بخشی قابلیت‌ها	اقدام محور	اشاعه‌گرا	ماموریت‌گرا	تحقیق محور	
هدف	توسعه زیرساخت‌های دانشی و کسب قابلیت‌های علمی در نظام نوآوری	ایجاد یک صنعت بر پایه‌ی فناوری‌های کلیدی نوظهور و امید به زایش‌های فناورانه در حوزه‌های دیگر	اکتساب، انتشار، و پراکندن قابلیت فناورانه در محیط صنعت و کم کردن شکاف توانمندی‌های موجود و مرزهای فناورانه	دستیابی به فناوری در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بهره‌گیری از تجارب کشورهای پیرو	پایدارسازی و عمق-بخشی به قابلیت‌های علمی-صنعتی موجود در ساختار نظام نوآوری	حفظ پیشروی در تولید و توسعه فناوری کنونی با داشتن نگاهی آینده و گزینه‌های جایگزین فناوری
زمان‌بندی ورود	پیشگامی	پیروی هوشمندانه - پیروی منفعلانه	پیروی هوشمندانه	پیشگامی	پیشگامی	پیشگامی
ضرورت اولویت‌بندی	عدم ضرورت	اهمیت بالا	عدم ضرورت	اهمیت بالا	عدم ضرورت	اهمیت بالا
نقش دولت	حمایت بالا و مستقیم از فعالیت‌های تحقیقاتی	حمایت غیرمستقیم از اشاعه فناوری	حمایت غیرمستقیم از اشاعه فناوری	حمایت بالا و مستقیم از فناوری‌های منتخب	حمایت بالا و مستقیم از فعالیت‌های تحقیقاتی	یکپارچه‌سازی و جهت‌دهی به فعالیت‌ها
ساختار نهادی محوری	دانشگاه‌ها و نهادهای تحقیقات ملی	هاب‌های انتشار فناوری دولتی و شرکت‌های بزرگ	هاب‌های انتشار فناوری دولتی و شرکت‌های بزرگ	نهادهای تحقیقاتی ملی	دانشگاه‌ها و نهادهای تحقیقات ملی	شرکت‌های بزرگ، شرکت‌های کوچک و متوسط
نوع و الگوی نوآوری	-	نوآوری فرایند-تدریجی	نوآوری فرایند-تدریجی	نوآوری محصول-بنیادین	نوآوری فرایند-تدریجی	نوآوری فرایند-تدریجی
سطح شبکه‌سازی	تعاملات میان نهادهای تحقیقاتی داخلی	همکاری فناورانه با متحدان خارجی، همکاری میان نهادهای تحقیقاتی با صنعت	همکاری فناورانه با متحدان خارجی و کنش‌گران داخلی صنعت	همکاری میان نهادهای تحقیقاتی داخلی	تعاملات میان نهادهای تحقیقاتی داخلی	همکاری میان نهادهای تحقیقاتی با صنعت
نیروهای پیشران	حمایت مالی دولتی و امید به استفاده از فناوری در آینده	حمایت مالی دولتی، فشار فناوری، و امید به زایش‌های فناوری	حمایت مالی دولتی، فشار فناوری، و امید به زایش‌های فناوری	حمایت مالی دولتی، فشار فناوری، و امید به زایش‌های فناوری	حمایت مالی دولتی و امید به استفاده از فناوری در آینده	حمایت مالی دولتی و امید به استفاده از فناوری در آینده
سبک اکتساب	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه	همکاری فناورانه/خرید فناوری	همکاری فناورانه/خرید فناوری	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه

نتیجه‌گیری

در این گزارش بخش‌های گوناگون ارکان جهت‌ساز که نخستین گام در تصمیم‌گیری‌های راهبردی برای دستیابی به اهداف فناورانه است، معرفی گردید.

در همین راستا به بررسی چشم‌انداز، تعیین اهداف کلان و تدوین راهبرد به عنوان خطوط هدایت‌کننده پرداخته شد. در مرحله‌ی تدوین چشم‌انداز، اسناد بالادستی، امکانات داخلی و الگوبرداری از سایر کشورها بررسی، و در نهایت چشم‌انداز اولیه تدوین شد. این چشم‌انداز می‌تواند با بررسی بیشتر در گام‌های بعدی پروژه، ویرایش شود.

در بخش تعیین اهداف کلان نیاز است تا چشم‌انداز تدوین شده، به صورت کمی نیز تشریح شود که صورت پذیرفت. در پایان نیز، با توجه به اطلاعات به دست آمده از انجام گام‌های یکم و دوم پروژه و همچنین نتایجی که در این گزارش به دست آمد، رویکرد مناسب جهت رسیدن به اهداف کلان، رویکرد درون‌زا تشخیص داده شد.

در گزارش گام چهارم پروژه، بر پایه دستاوردهای گزارش کنونی، اقدامات و سیاست‌های مورد نیاز برای دستیابی به اهداف کلان و چشم‌انداز مورد نظر، شناسایی خواهند شد.

مراجع

- [۱] "نقد پیش نویس سند راهبرد ملی توسعه‌ی فناوری میکروالکترونیک"، مرکز پژوهش‌های صنعت الکترونیک کشور وابسته به شبکه تحلیلگران تکنولوژی کشور، دی ماه ۱۳۸۸.
- [۲] "نقشه جامع علمی کشور"، دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت آموزش و پرورش، مجلس شورای اسلامی، خردادماه ۱۳۹۰.
- [۳] "سند بالاسری صنعت برق کشور"، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۲.
- [۴] "طرح تدوین سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو"، ۱۳۸۹.

[5] www.sanjesh.org

[6] www.scimagojr.com

[7] www.pars-robot.com

[8] www.robotiran.com

[9] www.fakhrandish.com

[10] www.sprooz.com

[11] www.novinid.com

[12] www.kssrobotics.com

[13] www.sri.com/work/projects/national-technology-roadmap-integration-saudi-arabia

[14] www.vision1404.ir/fa

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه
۲	۲- نظام نوآوری فناورانه
۲	۲-۱- تعریف نظام نوآوری
۳	۲-۲- نگاه ساختاری به نظام‌های فناورانه نوآوری
۳	۲-۲-۱- بازیگران
۴	۲-۲-۲- نهادها
۵	۲-۲-۳- فناوری‌ها
۵	۲-۲-۴- روابط و شبکه‌ها
۶	۲-۳- نگاه فرایندی به نظام‌های نوآوری فناورانه
۸	۲-۴- بازیگران، سیاست‌ها، اقدامات
۸	۲-۴-۱- بازیگران
۹	۲-۴-۲- شیوه تدوین سیاست‌ها و اقدامات
۹	۲-۴-۳- چالش‌ها و سیاست‌های توسعه ربات‌های صنعت برق
۱۱	۲-۵- کسب و توسعه دانش
۱۲	۲-۶- انتشار دانش
۱۳	۲-۷- کارآفرینی
۱۴	۲-۸- بازار سازی
۱۶	۲-۹- جهت‌دهی
۱۷	۲-۱۰- مشروعیت بخشی
۱۷	۲-۱۱- تامین منابع
۱۹	۳- اقدامات فنی
۲۰	۴- نتیجه‌گیری
۲۱	مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲.....	شکل ۱- مدل مفهومی نظام نوآوری فناورانه
۶.....	شکل ۲- کارکردهای نظام نوآوری فناورانه
۷.....	شکل ۳- محورهای اصلی مورد بررسی اجزای سیاست‌گذاری توسعه فناوری

فهرست جدول‌ها

۸.....	جدول ۱- بازیگران مرتبط با توسعه ربات‌های صنعت برق
۹.....	جدول ۲- چالش‌ها و سیاست‌های توسعه ربات‌های صنعت برق
۱۰.....	جدول ۳- سیاست‌ها و اقدامات توسعه ربات‌های صنعت برق
۱۲.....	جدول ۴- وظایف بازیگران برای کارکرد کسب و توسعه دانش
۱۳.....	جدول ۵- وظایف بازیگران برای کارکرد انتشار دانش
۱۴.....	جدول ۶- وظایف بازیگران برای کارکرد کارآفرینی
۱۶.....	جدول ۷- وظایف بازیگران برای کارکرد شکل‌گیری بازار
۱۷.....	جدول ۸- وظایف بازیگران برای کارکرد جهت‌دهی بازار
۱۷.....	جدول ۹- وظایف بازیگران برای کارکرد مشروعیت‌بخشی
۱۸.....	جدول ۱۰- وظایف بازیگران برای کارکرد تامین منابع
۲۰.....	جدول ۱۱- پروژه‌های طرح ربات‌های اولویت‌دار صنعت برق

۱- مقدمه

پس از بحث و بررسی در خصوص چرایی لزوم تهیه سند راهبردی ربات‌های با کاربرد در صنعت برق، با پرداختن به منظرهای اقتصادی و اجتماعی موضوع و همچنین مشخص نمودن چهارچوب سند در گزارش مرحله یکم پروژه [۱]، شناسایی و رده‌بندی ربات‌های با کاربرد در صنعت برق بر پایه سنج‌های جذابیت و امکان‌سنجی در گزارش مرحله دوم صورت گرفت [۲]. در گزارش مرحله سوم پروژه نیز چشم‌انداز و اهداف کلان سند تعیین شد. راهبرد اصلی توسعه ربات‌ها نیز راهبرد توسعه درون‌زا برگزیده شد [۳].

در این مرحله از پروژه به سیاست‌ها و اقداماتی پرداخته خواهد شد که بستر مناسب برای دستیابی به اهداف سند را هموار می‌کند. چگونگی دستیابی به فناوری‌های مورد نظر و نشر دانش مربوطه، بازارسازی، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی بازار برای به کارگیری محصولات بومی‌سازی شده، کارآفرینی و تامین منابع برای انجام پروژه‌های سند راهبردی از موضوعات اصلی این مرحله از پروژه می‌باشند. همچنین نقش و وظایف بازیگران موضوع با جزئیات بیشتر بررسی و برای همسوسازی عملکرد آن‌ها برنامه‌ریزی خواهد شد. حرکت همسوی بازیگران می‌تواند شبکه‌ای یکپارچه و کارآمد را برای دستیابی به اهداف سند ایجاد نماید.

در ادامه و بر پایه متدولوژی به کار گرفته شده برای انجام پروژه، در این گزارش کارکردهایی مطرح و به آن‌ها پرداخته خواهد شد. هر یک از این کارکردها موفقیت آمیز بودن برنامه‌های سند را از منظری ویژه مورد بررسی قرار می‌دهد و نقش و اقدامات بازیگران گوناگون سند را مشخص می‌کند. در واقع این کارکردها به چگونگی برپایی یک نظام نوآوری فناورانه (Technological Innovation System) با بیان سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز می‌پردازد [۴].

۲- نظام نوآوری فناورانه

هدف نظام نوآوری فناورانه، تحقق اهداف فرآیند نوآوری است. این اهداف شامل دستیابی، انتشار و بهره‌برداری از دانش فناوری است که در قالب توسعه‌ی فناورانه، به ظهور می‌رسد.

دسته‌های مختلف فعالیت‌هایی که بر توسعه‌ی فناوری اثر می‌گذارند، کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نام می‌گیرد. کارکردها، فرایندهایی هستند که وجود آن‌ها در شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه ضروری است. هر یک از این کارکردها، می‌تواند از طریق فعالیت‌های گوناگون برآورده شوند. در راستای شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه برای یک فناوری، ۷ کارکرد گوناگون باید برآورده گردد. از طرفی، این کارکردها بر یکدیگر اثرگذار هستند و می‌توانند منجر به تقویت و یا تضعیف یکدیگر شوند. همچنین می‌توانند دارای هم پوشانی و فعالیت‌های یکسان در برخی موارد باشند.

در ادامه به معرفی این کارکردها برای سند راهبردی ربات‌ها با کاربرد در صنعت برق پرداخته خواهد شد.

۱-۲- تعریف نظام نوآوری

طبق تعریف برخی از محققان که بر نظام‌های فناورانه نوآوری تمرکز کرده اند، نظیر Carlsson و Stankiewicz (۱۹۹۱) نظام نوآورانه عبارت است از:

«شبکه‌ای پویا از عواملان که در یک ناحیه‌ی اقتصادی/صنعتی تحت زیر ساخت‌های نهادی خاص با یکدیگر در تعامل بوده و در تولید، انتشار و بهره‌برداری از فناوری سهیم هستند»



شکل ۱- مدل مفهومی نظام نوآوری فناورانه

مدل مفهومی نظام نوآوری فناورانه در شکل ۱ نشان داده شده است.

نقطه‌ی آغاز تحلیل یک نظام فناورانه نوآوری بر یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی متمرکز نیست، بلکه بر یک فناوری یا یک زمینه فناورانه متمرکز است. رویکرد نظام نوآوری فناورانه دارای مشخصه‌های عمومی رویکردهای نظام نوآوری است. با این وجود، دو مشخصه، این رویکرد را از رویکردهای دیگر متمایز می‌سازد. اولین مشخصه، تأکید رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر نقش شایستگی اقتصادی، توانایی توسعه و استفاده از فرصت‌های جدید کسب و کار به‌عنوان جنبه‌ی مهم از نوآوری فناورانه می‌باشد. این رویکرد بر کافی نبودن تحریک جریان‌های دانش برای رخداد تغییرات فناورانه و عملکرد اقتصادی تأکید می‌کند. تحریک جریان‌های دانش برای تحریک فعالانه‌ی دانش‌های موجود به منظور ایجاد فرصت‌های جدید کسب و کار، لازم است. این جنبه‌ی رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر اهمیت اشخاص به‌عنوان منابع نوآوری تأکید می‌کند. (Schumpeter, ۱۹۳۴).

مشخصه‌ی دوّم متمایزکننده‌ی مطالعات مربوط به نظام نوآوری فناورانه از رویکردهای دیگر، تمرکز زیاد آن بر پویایی سیستم است. تمرکز بر اقدام کارآفرینانه، پژوهشگران حوزه نظام فناورانه نوآوری را تشویق به نگرستن به آن به‌عنوان چیزی کرده است که در طول زمان ایجاد می‌گردد. بنابراین تعداد فزاینده‌ی آن از پژوهشگران، آغاز به تمرکز بر پویایی نظام فناورانه نوآوری کرده اند. (Bergek, ۲۰۰۲؛ Carlsson و Jacobsson, ۱۹۹۷؛ Hekkert و همکاران, ۲۰۰۷؛ Jacobsson و Bergek, ۲۰۰۴؛ Jacobsson و Johnson, ۲۰۰۰؛ Negro و همکاران, ۲۰۰۷؛ Negro و همکاران, ۲۰۰۸؛ Rickne, ۲۰۰۰).

در نهایت همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، می‌توان این‌طور استنتاج کرد که هدف هر نظام نوآوری از جمله نظام نوآوری فناورانه، تحقق اهداف فرایند نوآوری است. این اهداف شامل خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری است که در قالب توسعه‌ی فناورانه، به ظهور می‌رسد.

۲-۲- نگاه ساختاری به نظام‌های فناورانه نوآوری

در این بخش به چهار دسته از عوامل ساختاری موجود در نظام‌های فناورانه نوآوری پرداخته خواهد شد. این چهار دسته عبارتند از بازیگران، نهادها، فناوری‌ها و روابط و شبکه‌ها.

۲-۲-۱- بازیگران

دسته‌ی بازیگران شامل هر سازمانی است که در ظهور فناوری به‌طور مستقیم به عنوان توسعه دهنده و یادگیرنده‌ی فناوری یا به‌طور غیرمستقیم به‌عنوان تنظیم‌کننده، تأمین‌کننده‌ی مالی و دیگر نقش‌ها مهم هستند. در حقیقت، این بازیگران، یک نظام

نوآوری فناورانه هستند که با انتخاب‌ها و تصمیمات خود، فناوری‌هایی را ایجاد، منتشر و بهره برداری می‌کنند. ایجاد یک نظام فناورانه نوآوری وابسته به حضور مهارت‌ها و اشتیاق بازیگران آن برای انجام اقدامات مختلف است. برخی از بازیگران در توسعه یک فناوری نقش پیشرو را دارند و سایر بازیگران، پیرو هستند. بازیگران پیشرو آن‌هایی هستند که کاملاً در توسعه‌ی یک فناوری خاص وارد شده‌اند و به موفقیت آن فناوری وابسته می‌باشند. در طرف مقابل، بازیگران پیرو کاملاً در توسعه‌ی یک فناوری درگیر نشده‌اند و می‌توانند بین گزینه‌های مختلف، دست به انتخاب بزنند. به‌طور معمول، پیشروان توسعه‌ی یک فناوری، متشکل از واحدهای صنعتی و توسعه‌دهندگان فناوری کوچک هستند که تنها در حوزه‌ی یک فناوری به ایفای نقش مشغولند. در طرف مقابل، پیروان را می‌توان متشکل از تنظیم‌گران، تأمین‌کنندگان مالی، کاربران و بنگاه‌های بزرگ با قابلیت حمایت از انواع مختلفی از گزینه‌های فناورانه دانست.

۲-۲-۲- نهادها

نگاه به نهادها به‌عنوان قواعد بازی در یک جامعه یا به‌طور رسمی‌تر «تنگناهای تدبیر شده‌ی انسانی که شکل دهنده‌ی تعاملات انسان‌ها می‌باشد» (North، ۱۹۹۰) رایج است. می‌توان بین نهادهای رسمی و غیررسمی تمایز قائل شد (North، ۱۹۹۰). در رابطه با نهادهای رسمی می‌توان گفت که آن‌ها قواعدی مدون شده هستند و توسط واجدین شرایط وادار به اجرا شدن می‌گردند. از طرفی، نهادهای غیررسمی ضمنی‌تر هستند و در نتیجه‌ی فرایند تعامل بازیگران شکل می‌گیرند. نهادهای غیررسمی می‌توانند هنجاری یا شناختی باشند. قواعد هنجاری همان ارزش‌ها و هنجارهای اجتماعی با جنبه‌های اخلاقی هستند، درحالی‌که قواعد شناختی را می‌توان چارچوب‌های ذهنی و پارادایم‌های اجتماعی دانست (Scott، ۲۰۰۱). مثال‌هایی از نهادهای رسمی عبارتند از قوانین دولتی و تصمیمات سیاستی و یا بخش نامه‌ها یا قراردادهای بنگاه‌ها. مثالی در رابطه با قواعد هنجاری، مسئولیت احساس شده توسط یک شرکت در رابطه با عدم تولید ضایعات و یا پاکیزه سازی آن‌ها است. مثال‌هایی در رابطه با قواعد شناختی نیز جستجوی ذهنی (ابتکاری) یا رویه‌های حل مسئله هستند (Dosi، ۱۹۸۲ و ۱۹۸۴). همچنین می‌توان نگاه‌ها و انتظارات بازیگران درون نظام را نیز در این دسته جای داد.

۳-۲-۲- فناوری‌ها

عوامل فناورانه متشکل از مصنوعات و زیرساخت‌های فناورانه (که خود آن‌ها نیز مصنوع به شمار می‌روند) به صورتی یکپارچه هستند. عملکرد فنی اقتصادی این مصنوعات که شامل ساختارهای هزینه، ایمنی، قابلیت اطمینان، اثرات افزایش مقیاس و موارد دیگر هستند از اهمیت حیاتی برای فهم فرایند تغییر فناورانه برخوردارند.

در صورت عدم در نظر گرفتن وجوه فناورانه به‌عنوان بخشی از نظام نوآوری فناورانه، یک سازوکار بازخوردی مهم (بین تغییر فناورانه و تغییر نهادی) مغفول واقع می‌شود. برای مثال، در صورت ایجاد بهبود در ایمنی و قابلیت اطمینان در نتیجه ایجاد یک طرح، ارائه‌ی یارانه برای تحقیق و توسعه در حمایت از یک فناوری نوظهور، راه را برای اجرای طرح‌های حمایتی با جزئیات بیشتر (شامل نمایش‌های علمی) هموار خواهد کرد. این اقدام نیز می‌تواند منجر به بهبودهای فناورانه بیشتر گردد.

۴-۲-۲- روابط و شبکه‌ها

مؤلفه‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه، صرفاً سنگ بنای آن محسوب می‌شوند. این بخش فراهم آورنده یک نگاه مفهومی به تمامی روابط ممکن است.

روابط ممکن بین مؤلفه‌های ساختاری دارای انواع گوناگونی می‌باشند. می‌توان این روابط را به روابط بین بازیگران، بین نهادها، بین فناوری‌ها و همچنین بین بازیگران و نهادها، بین بازیگران و فناوری‌ها و بین فناوری‌ها و نهادها تقسیم کرد. رابطه‌ی بین بازیگران شامل روابطی از فعالیت‌ها همچون مبادلات مالی، همکاری‌ها، طرح ریزی‌ها و ساخت‌وسازها هستند، درحالی که روابط بین فناوری‌ها و روابط بین نهادها شامل روابطی از جنس طراحی است (Frenken و Murmann، ۲۰۰۶).

در برخی موارد خاص، روابط موجود در یک گروه از بازیگران، نهادها و فناوری‌ها از روابط موجود در خارج از گروه، قوی‌تر است. در صورتی که این مؤلفه‌های ساختاری باعث ایجاد یک پیکربندی متراکم گردند، می‌توان آن را یک ساختار شبکه‌ای یا یک شبکه نامید. مثالی در این رابطه می‌تواند ائتلاف بنگاه‌هایی برای کاربرد یک فناوری نوظهور باشد (قواعد فناورانه) که به وسیله‌ی مجموعه‌ای از روش‌های حل مسئله هدایت می‌شود و توسط برنامه‌های یارانه‌ای حمایت می‌شود (قواعد نهادی). همچنین، انجمن‌های صنعتی، جوامع تحقیقاتی، شبکه‌های سیاستی، روابط عرضه‌کننده و کاربر نیز مثال‌هایی از این شبکه‌ها به شمار می‌روند.

۳-۲- نگاه فرایندی به نظام‌های نوآوری فناورانه

هدف نظام نوآوری فناورانه، تحقق اهداف فرایند نوآوری است. این اهداف شامل خلق، انتشار و بهره برداری از فناوری است که در قالب توسعه‌ی فناورانه، به ظهور می‌رسد. حال دسته‌های مختلف فعالیت‌هایی که بر توسعه‌ی فناوری اثر می‌گذارند، کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نام می‌گیرد، این کارکردها در شکل (۲) قابل ملاحظه است.



شکل ۲- کارکردهای نظام نوآوری فناورانه

کارکردها، فرایندهایی هستند که وجود آنها در شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه ضروری است. هریک از این کارکردها، می‌تواند از طریق فعالیت‌های گوناگون برآورده شوند. در راستای شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه برای یک فناوری، ۷ کارکرد گوناگون باید برآورده گردد که در شکل (۳) نشان داده شده است. از طرفی، این کارکردها بر یکدیگر اثرگذار هستند و می‌توانند منجر به تقویت و یا تضعیف یکدیگر شوند. در نتیجه‌ی چنین تعاملاتی میان کارکردها، حلقه‌های علی و معلولی متفاوتی قابل شناسایی هستند.

با توجه به این که هریک از این کارکردها، اجزای اصلی سیاست‌گذاری توسعه فناوری را شکل می‌دهند، در این مرحله از ابعاد مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است که در ادامه به اساسی‌ترین موضوعات مورد بررسی در قالب پاسخ به هفت پرسش محوری نمایش داده شده در شکل (۳) پرداخته شده است. اگرچه برای توسعه ربات‌های صنعت برق تمام محورهای هفتگانه ممکن است کاربرد نداشته باشد که در جای خود به آن پرداخته می‌شود.



شکل ۳- محوره‌های اصلی مورد بررسی اجزای سیاست‌گذاری توسعه فناوری

۴-۲- بازیگران، سیاست‌ها، اقدامات

۴-۲-۱- بازیگران

بازیگران مرتبط با توسعه ربات‌های صنعت برق به طور کلی به پنج دسته اصلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

- سیاست‌گذار و حاکمیتی
- مجریان
- همکاران
- تأمین کنندگان مالی
- کاربران و مشتریان

طی بررسی‌های انجام شده و با توجه به مباحثی که در جلسات کمیته راهبری صورت گرفت، می‌توان بازیگران اصلی را در قالب این دسته‌بندی جای داد که در نقش‌های تعریف شده با یکدیگر در تعامل بوده و وظایف عنوان شده را به عهده می‌گیرند. بازیگران مرتبط با توسعه ربات‌های صنعت برق در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱- بازیگران مرتبط با توسعه ربات‌های صنعت برق

سیاست‌گذار و حاکمیتی	- شرکت مادر تخصصی توانیر
مجریان	- شرکت‌های زیر مجموعه توانیر
همکاران	- دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، شرکت‌های دانش بنیان و شرکت‌های خصوصی دارای صلاحیت
تأمین کنندگان مالی	- اعتبارات صنعت برق و بخش خصوصی و صندوق‌های حمایت از تجاری‌سازی
کاربران و مشتریان	- بهره‌برداران بخش بهره‌برداری، نصب و تعمیرات و مجموعه صنعت برق

۲-۴-۲- شیوه تدوین سیاست‌ها و اقدامات

به منظور تبیین سیاست‌های (راهکارهای کلان) مناسب برای دستیابی به اهداف در نظر گرفته شده در سند، در جلسات کمیته راهبری سیاست‌های اجرایی مناسب اتخاذ گردیده است که در ادامه با توجه به هفت کارکرد نظام نوآوری مطابق شکل ۳ توضیح داده شده است.

۲-۴-۳- چالش‌ها و سیاست‌های توسعه ربات‌های صنعت برق

چالش‌های توسعه ربات‌های کاربردی صنعت برق در جلسات کمیته راهبری مورد شناسایی قرار گرفت. فهرست این چالش‌ها به همراه سیاست‌های آن در قالب هفت کارکرد نظام نوآوری در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۲- چالش‌ها و سیاست‌های توسعه ربات‌های صنعت برق

چالش‌ها و سیاست‌های توسعه ربات‌های صنعت برق بر اساس کارکردهای نظام نوآوری فناورانه		
سیاست‌ها	چالش‌ها	
تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی	نبود محصولات رباتیک با کاربرد صنعتی در داخل به سبب عدم پذیرفته شدن از سوی مشتریان	کارآفرینی
کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها	بهای بالای تولید محصولات داخلی به سبب هزینه‌های پژوهشی ابتدایی بالا	
کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها	نبود حمایت کافی برای شرکت‌های نوپا و در حال نمو	
تشویق بهره‌برداران نیروگاهی به استفاده از ربات‌های تولیدی در صنعت	عدم مقبولیت در محیط‌های صنعتی و نیروگاهی	
تشکیل کمیته‌های مناسب راهبری و نظارتی برای اجرای نقشه راه	نبود یک مرکز هدایت کننده و هماهنگ کننده فعالیت‌های پژوهشی در راستای ایجاد دانش طراحی و ساخت ربات‌های صنعت برق	خلق دانش
انجام پروژه‌ها با ساز و کار فراخوان	نبود بانک اطلاعاتی از شرکت‌های رباتیک داخلی	
تشکیل کمیته‌های مناسب جهت مدیریت دانش	نبود یک سامانه فراگیر کارآمد مدیریت دانش در حوزه پژوهش کشور	انتشار دانش
تدوین آیین نامه و دستورالعمل‌های ثبت پتنت‌های حاصل از پروژه‌های انجام شده	ناکارا بودن ساز و کار مالکیت مادی و معنوی به نحوی که منتشرکننده دانش اطمینان داشته باشد که از اندوخته‌ی دانشی آنها حمایت می‌شود	
انجام پروژه‌ها با ساز و کار فراخوان	نبود ساز و کار فراگیر آگاه‌سازی شرکت‌ها ذیصلاح برای حضور در حوزه‌های پژوهشی	
تشکیل کمیته‌های راهبری و نظارتی مناسب برای همسو سازی بازیگران کلیدی	نبود هماهنگی‌های لازم برای همسو سازی بازیگران حوزه رباتیک صنعت برق کشور	جهت دهی
کمک به تولید محصولات با کیفیت و فرهنگ سازی مناسب	همسو نبودن مشتریان با سیاست‌های افزایش توان ساخت داخل	

چالش‌ها و سیاست‌های توسعه ربات‌های صنعت برق بر اساس کارکردهای نظام نوآوری فناورانه		
سیاست‌ها	چالش‌ها	
تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی	نبود محصولات رباتیک با کاربرد صنعتی در داخل به سبب عدم پذیرفته شدن از سوی مشتریان	بازارسازی
کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها	بهای بالای تولید محصولات داخلی به سبب هزینه‌های پژوهشی ابتدایی بالا	
تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی	نبود اعتماد به محصولات رباتیک تولید داخل در حوزه صنعت برق	
تامین اعتبار ساز و کار برگزیده جهت انجام تبلیغات فرهنگی	نبود سیاست‌های فرهنگی مناسب برای افزایش باور به کیفیت محصولات داخلی	مشروعیت بخشی
به کارگیری بودجه‌های پژوهشی وزارت نیرو و دفتر علمی و فناوری ریاست جمهوری برای کمک به شرکت‌های واجد شرایط داخلی، برای بومی سازی ربات‌های منتخب	عدم اطمینان سرمایه‌گذاران از بازگشت سرمایه	بسیج منابع
	عدم اطمینان از حمایت تولید داخل توسط مسئولان مربوطه با وجود کیفیت مناسب	
	نبود یک برنامه و طرح فراگیر برای بکارگیری ربات‌ها در صنعت برق	

جدول ۳- سیاست‌ها و اقدامات توسعه ربات‌های صنعت برق

سیاست‌ها و اقدامات توسعه ربات‌های صنعت برق بر اساس کارکردهای نظام نوآوری فناورانه		
اقدامات	سیاست‌ها	
- نیازسنجی جهت تعیین حوزه‌های نیازمند پژوهش - معرفی اساتید برگزیده برای شرکت در کمیته‌های تخصصی	تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی	کارآفرینی
ایجاد یک کمیته برای کمک به اختصاص بودجه‌های پژوهشی وزارت نیرو و دفتر علمی و فناوری ریاست جمهوری برای کمک به شرکت‌های واجد شرایط داخلی، برای بومی‌سازی ربات‌های منتخب	کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها	
تدوین آیین‌نامه‌های تشویقی برای بکارگیری ربات‌ها در صنعت برق برای بهره‌برداران	تشویق بهره‌برداران نیروگاهی به استفاده از ربات‌های تولیدی در صنعت	
- معرفی اساتید برگزیده و خبرگان صنعت برای شرکت در کمیته‌های تخصصی	تشکیل کمیته‌های مناسب راهبردی و نظارتی برای اجرای نقشه راه	خلق دانش
تهیه بانک اطلاعاتی مراکز و شرکت‌های رباتیک	انجام پروژه‌ها با ساز و کار فراخوان	انتشار دانش
تشکیل کمیته‌های مناسب جهت مدیریت دانش با استفاده از اساتید برگزیده دانشگاه و خبرگان صنعت	تشکیل کمیته‌های مناسب جهت مدیریت دانش	
تدوین آیین‌نامه و دستورالعمل‌های ثبت پتنت‌های حاصل از پروژه‌های انجام شده	تدوین آیین‌نامه و دستورالعمل‌های ثبت پتنت‌های حاصل از پروژه‌های انجام شده	
تهیه بانک اطلاعاتی مراکز و شرکت‌های رباتیک	انجام پروژه‌ها با ساز و کار فراخوان	

سیاست‌ها و اقدامات توسعه ربات‌های صنعت برق بر اساس کارکردهای نظام نوآوری فناورانه		
اقدامات	سیاست‌ها	
معرفی اساتید برگزیده و خبرگان صنعت برای شرکت در کمیته‌های تخصصی	تشکیل کمیته‌های راهبردی و نظارتی مناسب برای همسو سازی بازیگران کلیدی	جهت دهی
- نیازسنجی جهت تعیین حوزه‌های نیازمند پژوهش - معرفی اساتید برگزیده برای شرکت در کمیته‌های تخصصی	کمک به تولید محصولات با کیفیت و فرهنگ سازی مناسب	
- نیازسنجی جهت تعیین حوزه‌های نیازمند پژوهش - معرفی اساتید برگزیده برای شرکت در کمیته‌های تخصصی	تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی	بازارسازی
ایجاد یک کمیته برای کمک به اختصاص بودجه‌های پژوهشی وزارت نیرو و دفتر علمی و فناوری ریاست جمهوری برای کمک به شرکت‌های واجد شرایط داخلی، برای بومی‌سازی ربات‌های منتخب	کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها	
تدوین آیین نامه‌های تشویقی برای بکارگیری ربات‌ها در صنعت برق برای بهره‌برداران	تعیین ساز و کار برگزیده جهت انجام تبلیغات فرهنگی	مشروعیت بخشی
ایجاد یک کمیته برای کمک به اختصاص بودجه‌های پژوهشی وزارت نیرو و دفتر علمی و فناوری ریاست جمهوری برای کمک به شرکت‌های واجد شرایط داخلی، برای بومی‌سازی ربات‌های منتخب	بکارگیری بودجه‌های پژوهشی وزارت نیرو و دفتر علمی و فناوری ریاست جمهوری برای کمک به شرکت‌های واجد شرایط داخلی برای بومی‌سازی ربات‌های منتخب	بسیج منابع

۵-۲- کسب و توسعه دانش

کسب و توسعه دانش در برگیرنده فعالیت‌هایی است که به دستیابی فناوری‌ها خواهد انجامید. شیوه‌های گوناگونی در این زمینه وجود دارد که رایج‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- کسب دانش فنی با خرید و انتقال فناوری
- کسب دانش فنی با کمک افراد متخصص خارجی
- کسب دانش فنی توسط سازمان‌های پژوهشی دولتی
- کسب دانش فنی با استفاده از ظرفیت دانشگاهی کشور
- کسب دانش فنی توسط شرکت‌های ذیصلاح داخلی

با توجه به گزینش راهبرد "توسعه درون‌زا" برای کسب دانش فنی در مرحله سوم پروژه، گزینه‌های یکم و دوم کنار رفته و سه گزینه دیگر بر جا می‌مانند. جدول ۴، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۴- وظایف بازیگران برای کارکرد کسب و توسعه دانش

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - نیازسنجی جهت تعیین حوزه‌های نیازمند کسب و توسعه دانش - راهبری تهیه پیشنهاد پروژه‌های (RFP) طراحی و ساخت ربات‌های منتخب صنعت برق - امکان‌سنجی انجام پروژه‌های تحقیقاتی مشترک با خارج از کشور - برگزاری فراخوان و ارائه ساز و کار شناسایی متقاضیان انجام پروژه‌های طراحی و ساخت ربات‌ها و انجام اقدامات واگذاری پروژه‌ها
۲	دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و شرکت‌های ذیصلاح	<ul style="list-style-type: none"> - شرکت در فراخوان انجام پروژه‌های رباتیک صنعت برق - ارائه مستندات پیشنهادی کاری و اثبات توانایی انجام کار - انجام پروژه‌های طراحی و ساخت ربات در صورت برگزیده شدن

۶-۲- انتشار دانش

کارکرد انتشار دانش دربرگیرنده‌ی مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با هدف تسهیم و به اشتراک‌گذاری دانش و اطلاعات در میان بازیگران مختلف موجود در سیستم است. به منظور انتشار و به اشتراک‌گذاری اطلاعات پروژه‌ها (فنی و یا غیر فنی)، ایجاد کمیته‌هایی متشکل از بازیگران کلیدی ضروری می‌باشد. نشست این کمیته‌ها باید در دوره‌های زمانی مشخص، برگزار شده و اطلاعات بین بازیگران کلیدی مبادله شود. در نتیجه تشکیل و برپایی کمیته‌ی ناظران تخصصی پروژه‌ها برای دستیابی به اهداف ضروری می‌باشد. اعضای این کمیته بایستی در بازه‌های زمانی مشخص از شرکت یا نهاد انجام دهنده پروژه بازدید کرده و همواره وضعیت پروژه را پایش می‌کنند. در نشست دوره‌ای کمیته ناظران تخصصی، میزان پیشرفت، مشکلات و سایر موضوعات مربوط به پروژه‌ها گزارش شده و تصمیمات مناسب گرفته خواهد شد.

با برگزاری نشست‌های منظم و دوره‌ای، اطلاعات بخش‌های گوناگون مرتبط با طرح بین بازیگران کلیدی مبادله شده و حرکت بازیگران در راستای اهداف سند راهبردی همسو خواهد شد. جدول ۳، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۵- وظایف بازیگران برای کارکرد انتشار دانش

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - تدوین آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های تشکیل و برگزاری کمیته‌های ناظرین تخصصی - شرکت نمایندگان کمیته و مجریان در کمیته‌های ناظرین تخصصی - چاپ نتایج پروژه‌ها در نشریات تخصصی - ایجاد وب سایت برای نمایش روند و نتایج پروژه - برگزاری سمینار و همایش برای معرفی دستاوردهای پروژه‌ها - برگزاری کارگاه‌های آموزشی مرتبط با پروژه‌ها
۲	دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و شرکت‌های ذیصلاح	<ul style="list-style-type: none"> - معرفی اساتید برگزیده برای شرکت در کمیته‌های ناظرین تخصصی
۳	مجموعه بهره‌برداران صنعت برق	<ul style="list-style-type: none"> - شرکت بهره‌برداران خبره در کمیته‌های ناظرین تخصصی

۷-۲- کارآفرینی

کارآفرینان از بازیگران کلیدی در نظام‌های نوآوری به شمار می‌روند. فعالیت کارآفرینی عبارتست از تبدیل دانش فنی موجود به کسب و کارهای جدید. این کار از طریق انجام پروژه‌های اجرایی انجام می‌شود. بنابراین، از لازمه‌های انجام فعالیت کارآفرینی، وجود دانش فنی است. نکته‌ی قابل بیان آن است که هر بازیگری (شامل هر بازیگری در بخش خصوصی یا عمومی و یا بازیگران دولتی، دانشگاهی و یا صنعتی) که به انجام فعالیت‌های کارآفرینی مبادرت ورزد، در آن مقطع خاص به عنوان کارآفرین شناخته می‌شود. بنابراین، در برخی موارد، حتی دولت‌ها نیز می‌توانند در نقش کارآفرین ظاهر شوند.

به طور کلی می‌توان دو زیرکارکرد را برای فعالیت‌های کارآفرینی متصور شد:

- ایجاد فرصت‌های کاری جدید
- شناساندن فرصت‌های کاری جدید

در ایجاد فرصت‌های کاری جدید، کسب سود به طور مستقیم مورد هدف قرار می‌گیرد؛ درحالی‌که در شناساندن فرصت‌های کاری جدید، ایجاد مشروعیت برای آن محصول یا خدمت (در سطحی بالاتر برای تکنولوژی) هدف اصلی فعالیت است. در این حالت، با ایجاد مشروعیت برای محصول یا خدمت ارائه شده، زمینه‌ای برای کسب سود فراهم می‌شود.

می‌توان گفت که فعالیت‌های کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که بطور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. درحقیقت، این فعالیت است که یک نظام نوآوری را از یک نظام تنها پژوهشی متمایز می‌سازد. لازم به ذکر است که انجام فعالیت‌های کارآفرینی می‌تواند منجر به شکل‌گیری دانش‌های جدید از فناوری‌های موجود گردد. بنابراین، از یک‌سو توسعه‌ی دانش لازمه‌ی انجام فعالیت‌های کارآفرینانه است و از سوی دیگر، فعالیت‌های کارآفرینانه با افزایش دانش فنی در رابطه با فناوری همراه است.

از آنجا که ربات‌های صنعت برق با هدف خاص منظوره طراحی می‌شوند و صنعت بسیار نوپایی در داخل کشور محسوب می‌شوند، می‌توان گفت که منظور از کارکرد کارآفرینی در اینجا، ایجاد فرهنگ‌سازی و ترغیب برای استفاده از ربات در حوزه‌های مختلف صنعت برق و شناساندن آن به عنوان ابزاری مطمئن و موثر در صنعت برق است.

فرهنگ‌سازی استفاده از رباتیک در صنعت برق به صورت بکارگیری سیاست‌های مناسب بازاریابی، جهت‌دهی بازار و همچنین مشروعیت بخشی محصولات، می‌تواند نقش مهمی در کار آفرینی ایجاد کرده و فرصت‌های جدیدی را برای شرکت‌ها و متخصصین در سایر حوزه‌ها نیز به وجود آورد. به دیگر روی، سایر بخش‌های صنعت با مشاهده اثرات مثبت بکارگیری رباتیک در صنعت به این فناوری توجه نشان داده و زمینه برای ورود شرکت‌ها و متخصصین مهیا می‌گردد. جدول ۴، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۶- وظایف بازیگران برای کارکرد کارآفرینی

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - هدایت و راهبری پروژه‌ها به نحوی که نیازهای بهره‌برداران را از نظر مشخصات فنی و کاربردی و استانداردهای صنعتی به صورت کامل پوشش دهد. - برگزاری دوره‌های کارآموزی و کسب مهارت در زمینه رباتیک

۸-۲- بازار سازی

مجموعه‌ی فعالیت‌هایی با هدف رقابت‌پذیر ساختن محصولات پروژه‌ها که عموماً با فناوری نوین و آینده‌دار همراه هستند، نسبت به محصولات مشابه خارجی که هم اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرند، با موضوع شکل‌گیری بازار در پیوند می‌باشند.

از آنجا که موضوع رباتیک در صنعت برق بسیار جدید می‌باشد، می‌بایست با روش‌های سنتی قبل برای جایگزینی رقابت کند. لذا نباید انتظار داشت که محصولات تولید داخل، در ابتدای کار، توانایی رقابت با روش‌های موجود را داشته باشند. بنابراین نیاز است شرایطی قابل رقابت برای آن را پدید آورد. در واقع نیاز است، با انجام مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، زمینه را برای بکارگیری ربات‌ها در صنعت برق پدید آورد.

درحقیقت، یک محصول تولید داخل در کسب سهم بازار مناسب، نیازمند دستیابی به ویژگی‌هایی است که به واسطه‌ی آن‌ها بتواند در بازار نفوذ نماید. این ویژگی‌ها عبارتند از:

➤ مشخصات فنی

همان گونه که گفته شد، مشخصات فنی ربات‌ها بایستی به نحوی باشد که نیاز بهره برداران را در صنعت برق تامین نماید. بنابراین نیاز است تا هنگام تعریف پروژه‌های مربوطه، این موضوع در نظر گرفته شده و استانداردهای صنعتی مورد نظر بهره بردار نیز دیده شود. فناوری طراحی و ساخت محصول نیز باید با کاربرد مورد نظر سازگار بوده و مورد پذیرش بهره‌برداران قرار گیرد. در همین راستا هنگام گزینش انجام دهندگان پروژه نیز باید دقت لازم انجام شده و توانایی آن‌ها در انجام پروژه‌ها با فناوری‌های مورد نظر، با بررسی پیشینه کاری آنان راستی آزمایی شود. انجام نظارت مناسب بر عملکرد مجریان در مراحل پروژه و همچنین ملزم نمودن مجریان به اخذ تاییدیه‌های آزمون‌های عملکردی و صنعتی نیز می‌تواند کیفیت محصول نهایی را تضمین نماید.

➤ بهای محصول

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های رقابت‌پذیری، بهای محصول می‌باشد. با وجود داشتن مزیت‌های فنی، اگر ربات‌های تولید داخل دارای بهای مناسب نباشد، امکان رقابت با روش‌های فعلی را نخواهد داشت. برای ربات‌های صنعت برق فعالیت کارآفرینی و شکل‌گیری بازار همپوشانی کامل دارد.

جدول (۵)، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۷- وظایف بازیگران برای کارکرد شکل‌گیری بازار

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - هدایت و راهبری پروژه‌ها به نحویکه نیازهای بهره‌برداران را از نظر مشخصات فنی و کاربردی و استانداردهای صنعتی به صورت کامل پوشش دهد. - ایجاد مشوق‌های لازم جهت بکارگیری محصولات نهایی توسط بهره‌برداران - پیشنهاد تدوین آیین‌نامه‌های بکارگیری مکانیزه تعمیرات و نگهداری در صنعت برق
۲	بهره‌برداران صنعت برق	<ul style="list-style-type: none"> - کمک به تکمیل مشخصات دقیق برای پیشنهاد پروژه‌های ربات‌های صنعت برق

۹-۲- جهت‌دهی

جهت‌دهی مجموعه‌ای از فعالیت‌هایی را در بر می‌گیرد که بازیگران طرح را همسو نموده و همچنین مشتریان را به سمت بکارگیری محصولات داخلی سو دهد.

در مورد ربات‌های صنعت برق این امر به معنی بکارگیری ربات‌ها توسط بهره‌برداران صنعت برق به جای روش‌های سنتی فعلی می‌باشد که همانند بازاریابی می‌باشد. انجام این کار را با اتخاذ شیوه‌های زیر امکان پذیر است:

➤ مزایای فنی و کاربردی

در صورتیکه ربات تولید شده دارای برتری‌های فنی و کاربردی نسبت روش‌های جایگزین باشد، انگیزه بهره‌برداران محصول در بکارگیری آن بیشتر خواهد شد. همانطور که گفته شد این امر می‌تواند با تعریف پروژه‌های طراحی و ساخت به صورت دقیق و کاربردی و پیاده‌سازی این پروژه‌ها با کیفیت بالا صورت گیرد. در همین راستا، دریافت نظرات بهره‌برداران محصول، و گنجاندن خواسته‌های آنان در مشخصات محصول، هنگام تعریف پروژه مربوطه می‌تواند کارساز باشد.

➤ مزایای اقتصادی

همان گونه که در بخش شکل‌گیری بازار اشاره شد، انجام اقدامات مناسب برای کاهش بهای محصول می‌تواند بهره‌برداران را برای به کارگیری محصولات داخلی تشویق نماید.

جدول (۶)، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۸- وظایف بازیگران برای کارکرد جهت دهی بازار

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	- تشکیل کمیته‌های ناظرین تخصصی برای راهبری و هدایت بهینه پروژه‌ها

۱۰-۲- مشروعیت بخشی

آن دسته از فعالیتهایی که به دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای بکارگیری محصولات ساخته شده داخلی هستند و می‌توانند منجر به تغییر نگرش بهره‌برداران در استفاده از روش‌های موجود شوند، موضوع محور مشروعیت بخشی می‌باشند. استفاده از یک روش جدید، ممکن است با مقاومت بهره‌برداران برای کنار گذاشتن این روش‌ها شود، بنابراین، نیاز است بر این لختی غلبه نمود.

کارکرد مشروعیت بخشی، مانند یک کاتالیزور عمل می‌کند و به فرایند توسعه‌ی نظام نوآوری سرعت می‌بخشد. این امر می‌تواند از طریق تشویق سیاست‌گذاران، به ایجاد بستر مناسب و پشتیبانی از بکارگیری ربات‌ها در صنعت صورت پذیرد. لذا ارایه سیاست‌های تشویقی و فرهنگ‌سازی برای به کارگیری ربات‌ها در صنعت ضروری است. جدول (۷)، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۹- وظایف بازیگران برای کارکرد مشروعیت بخشی

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	- ارائه ساز و کار مناسب برای ترغیب بهره‌برداران برای بکارگیری ربات‌ها در صنعت - شناساندن نتایج و قابلیت‌های محصولات نهایی پروژه‌ها با برگزاری همایش‌ها و سمینارهای معرفی محصول

۱۱-۲- تامین منابع

کارکرد تامین منابع، مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین اعتبارات، نیروی انسانی، زیرساخت‌ها، مواد و تجهیزات مورد نیاز برای اجرایی نمودن سند راهبردی را در بر می‌گیرد.

دسترسی به منابع مورد نیاز، یکی از ضروری‌ترین نیازهای توسعه نظام‌های نوآوری فناورانه است. فعالیت‌هایی که در این کارکرد صورت می‌پذیرد، بیشتر از جنس سرمایه‌گذاری‌هایی است که در فرآیند توسعه انجام می‌شوند. در صورت عدم وجود منابع مالی و ابزارهای مورد نیاز تضمینی برای اجرای مفاد سند راهبردی وجود نخواهد داشت. بنابراین، این کارکرد دارای اهمیت فراوانی در روند توسعه می‌باشد.

همان گونه که اشاره شد، کارکرد بسیج منابع در چهار بعد زیر، امکان‌پذیر است:

➤ **منابع مالی:** تأمین و هماهنگ‌سازی بودجه‌ها و اعتبارات موردنیاز برای توسعه‌ی فناوری

محل اصلی تأمین منابع مالی برای طراحی و ساخت ربات‌های الویت‌دار صنعت برق از بودجه تحقیقات شرکت‌های برق منطقه‌ای می‌باشد.

➤ **منابع انسانی:** تأمین و هماهنگ‌سازی افراد علمی یا فنی موردنیاز برای توسعه‌ی فناوری

با توجه به راهکار گزینش شده برای اعلام فراخوان از شرکت‌های ذیصلاح و دانشگاه‌ها برای انجام پروژه‌ها، منابع انسانی مورد نیاز تأمین خواهد شد.

➤ **منابع مادی:** تأمین و هماهنگ‌سازی مواد (و در پاره‌ای اوقات، قطعات) مورد نیاز برای توسعه‌ی فناوری

با توجه به راهکار گزینش شده برای اعلام فراخوان از شرکت‌های دانش بنیان و دانشگاه‌ها برای انجام پروژه‌ها، هزینه‌های تأمین مواد، قطعات و تجهیزات در پروژه‌ها دیده خواهد شد.

➤ **منابع مکمل:** تأمین و هماهنگ‌سازی زیرساخت‌ها، محصولات و یا خدمات مکمل مورد نیاز برای توسعه‌ی فناوری

با توجه به راهکار گزینش شده برای اعلام فراخوان از شرکت‌های ذیصلاح و دانشگاه‌ها برای انجام پروژه‌ها، هزینه‌های استفاده از آزمایشگاه‌ها و دیگر خدمات مکمل در تعریف پروژه‌ها دیده خواهد شد.

جدول (۸)، وظایف بازیگران اصلی این کارکرد را معرفی می‌کند.

جدول ۱۰- وظایف بازیگران برای کارکرد تأمین منابع

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	- بررسی و تایید اعتبارات مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها به تفکیک هر پروژه و تفکیک هزینه‌های نیروی انسانی، مواد و تجهیزات و آزمون‌ها
۲	سندوق‌های حمایت از تجاری‌سازی و بخش خصوصی	- تأمین منابع مالی پروژه‌های توسعه ربات‌های الویت‌دار صنعت برق

۳- اقدامات فنی

همان‌طور که در گزارش مرحله‌ی سوم نیز ارائه شد، از میان ربات‌های شناسایی شده در صنعت برق، ۷ تجهیز رباتیک به عنوان ربات‌های الویت‌دار برگزیده شد که می‌توان برنامه‌ی اقدامات فنی زمان بندی شده برای بدست آوردن دانش فنی طراحی و ساخت آنها را در قالب یک طرح با عنوان "ربات‌های الویت‌دار صنعت برق" ارائه نمود. پروژه‌هایی که می‌بایست در قالب اقدامات فنی این طرح انجام شوند در جدول ۹ آورده شده است. این اقدامات فنی از سوی کمیته به صورت زیر نیز دسته‌بندی شده است که از آن در مرحله پنجم استفاده خواهد شد:

- طرح تله ربات‌ها

- طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مفره

- طرح موبایل ربات‌ها

- طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر

- طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)

- طراحی و ساخت ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)

- طرح ربات‌های پرنده

- طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (نوع پرنده)

- طرح ماجولار ربات‌ها

- طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر

- طرح میکرو ربات‌ها

- طراحی و ساخت ربات بازرس ژنراتور

جدول ۱۱- پروژه‌های طرح ربات‌های اولویت‌دار صنعت برق

ردیف	نام تجهیز
۱	ربات بازرس خط فشار قوی
۲	ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر
۳	ربات بازرس پرنده
۴	ربات شستشوی مقره
۵	ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر
۶	ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر
۷	ربات بازرس ژنراتور

۴- نتیجه‌گیری

در این گزارش سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز برای برپایی یک نظام نوآوری فناورانه، برای سند راهبردی توسعه ربات‌ها در صنعت برق مورد بررسی قرار گرفت.

در همین راستا ابتدا نظام نوآوری فناورانه و کارکردهای این نظام معرفی، سپس بازیگران و فعالیت‌های مربوطه به تفکیک هر کارکرد ارائه شدند. در ادامه اقدامات فنی مورد نظر نیز در قالب طرح و پروژه‌های اجرایی، بر گرفته از نتایج گزارش مرحله سوم پروژه معرفی گردید.

مراجع

[۱] گزارش مرحله اول پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه ربات‌ها در صنعت برق" پژوهشگاه نیرو، اردیبهشت ۱۳۹۴

[۲] گزارش مرحله دوم پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه ربات‌ها در صنعت برق" پژوهشگاه نیرو، خرداد ۱۳۹۴

[۳] گزارش مرحله سوم پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه ربات‌ها در صنعت برق" پژوهشگاه نیرو، تیر ۱۳۹۴

[۴] ناصر باقری مقدم، سید مسلم موسوی درچه، مسعود نصری و عنایت الله معلمی "موتورهای محرک نوآوری چارچوبی خلاقانه برای تحلیل پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه" مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، ۱۳۹۲

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه.....
۲	۲- مبنای شکستن اقدامات.....
۳	۱-۲- ابزارهای شکستن اقدامات.....
۵	۳- تدوین پروژه‌های اجرایی.....
۶	۱-۳- تشریح و هدف از اجرای طرح‌ها و پروژه‌ها.....
۶	۱-۱-۳- طرح تله ربات‌ها.....
۷	۱-۱-۱-۳- طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مفره.....
۸	۲-۱-۳- طرح موبایل ربات‌ها.....
۹	۱-۲-۱-۳- طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر.....
۱۰	۲-۲-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی.....
۱۱	۳-۲-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر.....
۱۲	۳-۱-۳- طرح ربات‌های پرنده.....
۱۲	۱-۳-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (نوع پرنده).....
۱۳	۴-۱-۳- طرح ربات‌های Handheld.....
۱۴	۱-۴-۱-۳- طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر.....
۱۵	۵-۱-۳- طرح میکرو ربات‌ها.....
۱۵	۱-۵-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرس ژنراتور.....
۱۶	۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی.....
۱۶	۱-۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی طرح تله ربات.....
۱۶	۲-۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی طرح ربات پرنده.....
۱۷	۳-۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی طرح موبایل ربات.....
۱۷	۴-۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی طرح ربات Handheld.....
۱۸	۵-۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی طرح میکرو ربات.....
۱۸	۳-۳- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب).....
۲۲	۴-۳- ترسیم نقشه راه.....
۲۲	۱-۴-۳- پیامدهای مورد انتظار.....
۲۲	۲-۴-۳- نتایج مورد انتظار.....
۲۳	۳-۴-۳- اقدامات مدیریتی.....
۲۳	۴-۴-۳- برنامه‌های تعریف پروژه.....
۲۴	۵-۴-۳- برنامه پروژه‌های چالش فنی (POC).....

صفحه	عنوان
۵۶	۴- نتیجه‌گیری:
۵۷	پیوست شماره‌ی یک
۵۷	شناسنامه طرح‌ها

فهرست شکل‌ها

۱	شکل ۱- دو فرمت پر کاربرد برای تدوین رهنگاشت
۵۵	شکل ۲- نقشه‌ی راه توسعه ربات‌های صنعت برق

فهرست جدول‌ها

۱۶	جدول ۱- پیشرفت بودجه‌ریزی و زمانبندی طرح تله ربات
۱۷	جدول ۲- پیشرفت بودجه‌ریزی و زمانبندی طرح ربات پرنده
۱۷	جدول ۳- پیشرفت بودجه‌ریزی و زمانبندی طرح موبایل ربات
۱۷	جدول ۴- پیشرفت بودجه‌ریزی و زمانبندی طرح ربات HANDHELD
۱۸	جدول ۵- پیشرفت بودجه‌ریزی و زمانبندی طرح میکرو ربات
۱۹	جدول ۶- وظایف بازیگران برای کارکرد کسب و توسعه دانش
۱۹	جدول ۷- وظایف بازیگران برای کارکرد انتشار دانش
۱۹	جدول ۸- وظایف بازیگران برای کارکرد کارآفرینی
۲۰	جدول ۹- وظایف بازیگران برای کارکرد شکل‌گیری بازار
۲۰	جدول ۱۰- وظایف بازیگران برای کارکرد جهت‌دهی بازار
۲۰	جدول ۱۱- وظایف بازیگران برای کارکرد مشروعیت بخشی
۲۰	جدول ۱۲- وظایف بازیگران برای کارکرد تامین منابع
۲۱	جدول ۱۳- مجریان پروژه‌های کسب و انباشت دانش فنی ربات

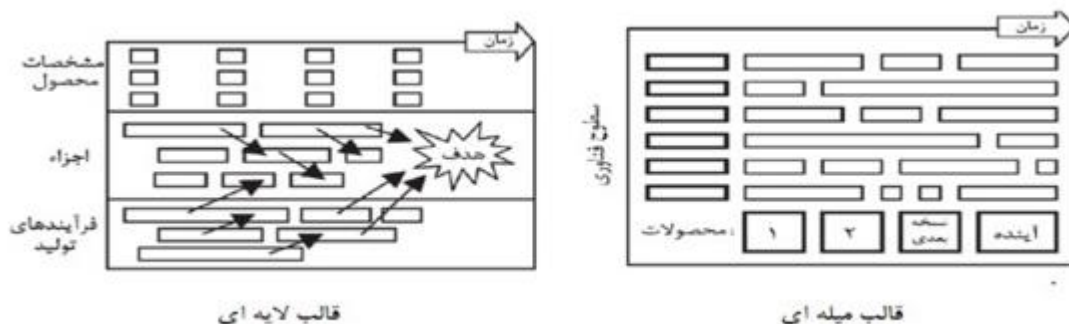
۱- مقدمه

در مراحل پیشین تدوین سند راهبردی، شناسایی ربات‌های صنعت برق، تدوین ارکان جهت‌ساز، تدوین سیاست‌ها و اقدامات صورت گرفت. در این مرحله به ارائه مدلی جهت تعیین گام‌های لازم جهت تکمیل فرآیند برنامه عملیاتی پرداخته می‌شود که در نهایت منجر به دستیابی به یک رهنگاشت در راستای چشم‌انداز سند خواهد شد. همچنین لازم است به منظور تدوین رهنگاشت برای دستیابی به فناوری ساخت ربات‌های الویت‌دار صنعت برق، به نحوه شکستن اقدامات به فعالیت‌هایی مجزا، تعیین میزان هزینه، زمان مورد نیاز و تعیین مجریان و ناظران این اقدامات نیز پرداخته شود. در تدوین نقشه راه دو نکته مهم و حیاتی وجود دارد:

۱- فرایند و روش مورد استفاده: برای ایجاد نقشه‌راه تاکنون فرایندها و روش‌های مختلفی تعریف شده که این فرایندها توسط سازمان‌ها و دانشمندان مختلف تعریف شده‌اند. نکته مشترک تمامی این روش‌ها هدف آن‌ها می‌باشد که چگونه از وضع موجود به وضع مطلوب برسیم. از معروف‌ترین روش‌ها و فرایندها می‌توان به روش T-plan و روش آزمایشگاه Sandia اشاره نمود. روش T-plan توسط آقای Phaal تعریف شده است که یکی از اساتید دانشگاه کمبریج است.

۲- قالب یا template نقشه‌راه: نقشه‌راه فناوری را می‌توان در قالب‌های مختلفی تهیه نمود. معروف‌ترین این قالب‌ها عبارتند از قالب لایه‌ای و قالب میله‌ای.

در نتیجه باید با توجه به نیازها و اهداف قالب مناسبی برای رهنگاشت انتخاب گردد.



شکل ۱- دو فرمت پرکاربرد برای تدوین رهنگاشت

۲- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن اقدامات می‌بایست شکسته شوند. اینکه چه مبنایی برای شکستن اقدامات مورد توجه قرارگیرد، بر اساس عوامل مختلفی می‌تواند تعیین شود. در ادامه به با اهمیت‌ترین این مبناها پرداخته می‌شود.

- ساختار و فرهنگ حاکم:

اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌تواند مبنای شکستن پروژه‌های اجرایی را جهت‌دهی نماید.

- نیازمندی‌های فعلی:

لازم به ذکر است که نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است.

- منافع اقتصادی:

میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد و درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنا قرار گیرد. به عنوان مثال ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

- نظرات ذینفعان:

از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات مورد توجه قرارگیرد. در صورتی که تصمیم گرفته شود که تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیر فعالیت‌هایشان شکسته شوند، می‌توان در شکستن دوم از مبنای دیگری استفاده نمود.

به طور کلی برای شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی می‌توان از یک و یا ترکیبی از عوامل فعلی استفاده کرد. در این سند مبنای نیازمندی‌های فعلی مهم‌ترین مبنای شکستن اقدامات می‌باشد.

۱-۲- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم اصلی شکستن اقدامات مورد توجه قرار گرفت. در این بخش چند ابزار برای انجام این امر معرفی می‌گردد.

- تجزیه و تحلیل فرایند استاندارد:

در ادبیات برخی از اقدامات، فرآیند تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش قرار گرفته است. چنین فرایندهایی فرایند استاندارد نامیده می‌شود. در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرایند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن به‌عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

- بهینه کاوی:

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرایند استاندارد وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه کاوی استفاده می‌شود. بهینه کاوی به معنی بررسی تجربه‌های انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگویی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین از منظر ابعاد گوناگون با یکدیگر تفاوت داشته باشند. یکی از مسائل مهم در به کارگیری 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 قابل قبول دست یافت، می‌توان از ابزار علی معلولی استفاده نمود.

- تحلیل علی معلولی:

هدف این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین رو ضروری است استفاده از این ابزار با حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه صورت گیرد. چگونگی استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان به شرح زیر می‌باشد:

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 تشکیل دهنده‌اش شکسته می‌شوند. از همین رو بهتر است از بیان مواردی که خود زیرفعالیت پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند اجتناب ورزند. چنانچه تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری فرایند جاری در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی دیگر 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 به‌دست آمده از دو ابزار دیگر به ویژه بهینه‌کاوی استفاده نمود (ممکن است بتوان در مورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علیرغم این‌که در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه بخش نبوده باشد).

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 می‌باشد که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابه قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه را در مجموعه‌هایی جمع کرده که مجموعه‌های جایگزینی نامیده می‌شوند. سرانجام می‌باید 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 باید 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 حذف می‌گردند (در صورت لزوم در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد مورد استفاده قرار می‌گیرند). در غیراینصورت لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شود که دربرگیرنده زیرفعالیت مزبور باشد.

در نهایت پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده می‌باید دارای دو ویژگی باشند:

- در یک سطح باشند
 - غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی باید بدون همپوشانی باشند. در غیر این صورت می‌باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد که همپوشانی موجود حذف شود.
- در ادامه پروژه‌های تدوین شده به تفصیل ارائه خواهند شد.

۳- تدوین پروژه‌های اجرایی

در این بخش به تعیین پروژه‌ها و یا مجموعه پروژه‌ها با تعیین اولویت‌بندی در زمان اجرا پرداخته می‌شود. بدین منظور و برای تحقق اهداف مرتبط با توسعه ربات‌های صنعت برق لازم است تا پروژه‌های اجرایی مورد نیاز در قالب طرح‌های تعیین شده تعریف گردند. همانطور که پیشتر نیز بیان گردید انواع مختلفی از ربات‌ها وجود دارند و دسته‌بندی آن‌ها براساس نوع حرکت، مکانیزم و میزان خودمختار بودن انجام می‌شود. دسته‌بندی زیر با توجه به پیشنهاد ربات‌های اولویت‌دار در کمیته رباتیک صورت گرفته است. این دسته‌بندی به صورت زیر است:

- تله ربات‌ها (tele robots)
- موبایل ربات‌ها (mobile robots)
- ربات‌های پرنده (drones)
- ربات‌های Handheld
- میکرو ربات‌ها (micro robots)

در ادامه به هر طرح و زیر پروژه‌های اجرایی آن پرداخته می‌شود. از آنجا که بعضی از ربات‌ها به دلیل برخورداری از برخی ویژگی‌های مشترک می‌توانند جز زیر مجموعه بیش از یک طرح در نظر گرفته شود، سعی شده که در نزدیک‌ترین طرح ممکن از نظر دارا بودن ویژگی جای داده شوند.

۱. طرح تله ربات‌ها

- طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مقره

۲. طرح موبایل ربات‌ها

- طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر

- طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)

- طراحی و ساخت ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)

۳. طرح ربات‌های پرنده

- طراحی و ساخت ربات بازرس خط (نوع پرنده)

۴. طرح ربات‌های Handheld

- طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر

۵. طرح میکرو ربات‌ها

- طراحی و ساخت ربات بازرس ژنراتور

۱-۳- تشریح و هدف از اجرای طرح‌ها و پروژه‌ها

۳-۱-۱- طرح تله ربات‌ها

هر رباتی که بتواند در حوزه وسیعی از فضای اطراف حرکت کند و نحوه‌ی حرکت آن از راه دور کنترل شود در شمار تله‌رباتیک به حساب می‌آید. تله‌ربات نوعی ربات است، که از طریق کانال ارتباطی مشخص توسط کاربر از مسافتی دور کنترل می‌شود. در این راستا حسگرهای مستقر بر روی ربات، متصدی را از چگونگی و نتایج انجام حرکات ربات مطلع می‌سازد. فناوری تله‌ربات‌ها

کاربردهای وسیعی را در صنایع مختلف به خود اختصاص داده‌است، از جمله صنایع نظامی، جراحی‌های از راه دور، علوم فضانوردی. می‌توان گفت هر جایی که دسترسی مستقیم انسان محدود است، می‌توان از ماشینی به نام دور ربات استفاده کرد. یکی از مباحث مهم و اصلی در شبکه‌ی برق شستن مفره‌ها است که هم اکنون توسط نیروی انسانی انجام می‌شود. از آنجایی که ربات‌ها می‌توانند کارهای سخت و خطرناک را به جای انسان انجام دهند می‌توان از آن‌ها جهت شستن مفره‌ها استفاده نمود.

فعالیت مرتبط با طرح :

✓ طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مفره

۳-۱-۱-۱- طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مفره

مفره‌ها معمولاً در هوای آزاد نصب می‌شوند. بنابراین همواره در معرض هوای آلوده و تغییرات جوی مختلف از جمله تغییرات درجه حرارت، رطوبت، تابش آفتاب، بارش باران، وزش باد، گرد و غبار و باران‌های اسیدی و ... می‌باشند. این موضوع به موقعیت جغرافیایی، فصول سال، طول شب و روز و میزان و نوع آلاینده‌ها بستگی دارد. از طرفی وجود آلودگی در مفره‌ها باعث کاهش مقاومت و تخریب و شکست ساختار مفره می‌گردد. لذا شستن و تمیز نگه داشتن سطح مفره‌ها به عنوان یک عامل مهم و موثر در کارکرد خطوط انتقال بشمار می‌رود.

مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین راه حل جهت بازگرداندن مفره‌های آلوده به حالت عادی تمیز کردن مفره‌ها می‌باشد. غالباً شستشو به دو صورت دستی توسط نیروی انسانی و یا استفاده از فشار آب از راه دور انجام می‌شود. شستشو به صورت دستی در خطوطی انجام می‌شود که امکان بی برق کردن وجود داشته باشد. در نتیجه علاوه بر هزینه‌های شستشو و خطرناک بودن روش، هزینه‌های قطعی برق را نیز در نظر گرفت که در مجموع روش پر هزینه‌ای است. لذا با توجه به پیشرفت فناوری رباتیک، امید است بتوان با بکارگیری ربات به جای انسان هزینه‌ها را تا حد امکان کاهش داد. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت ربات بر روی خط انتقال گرم به منظور شستشوی مفره می‌تواند هزینه‌ها و خطرات ناشی از برق گرفتگی و یا سقوط از ارتفاع برای کارگران را به حداقل برساند.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

۱- تعریف پروژه POC

۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه

۳- نظارت بر پروژه POC

۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی

۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی

۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی بازوی مکانیکی شستشوی مفره

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۲-۱-۳- طرح موبایل ربات‌ها

ربات متحرک یک دستگاه خودکار می‌باشد که قادر به حرکت در محیطی است که برایش تعریف شده است. ربات‌های متحرک دو گروه هستند.

ربات‌های غلتنده : این ربات‌ها چرخ‌هایی برای حرکت به اطراف دارند و سریع و آسان در اطراف جستجو می‌کنند. این ربات‌ها برای زمین‌های هموار مناسب هستند.

ربات‌های راه رونده : ربات‌های پادار معمولاً زمانی بکار می‌روند که مسیر حرکتشان هموار نباشد.

ربات‌های پرنده : کلیه ربات‌هایی که به هر نحو توانایی بلند شدن از زمین یا به عبارت دیگر قابلیت پرواز را داشته باشند، در این رده قرار می‌گیرند.

با توجه به گستردگی شبکه خطوط انتقال در ایران، هزینه‌های بازرسی، تعمیر و نگهداری این خطوط که توسط نیروهای خدماتی بر روی زمین و یا دکل‌های بسیار بلند و یا مناطق بسیار دور افتاده انجام می‌شود، قابل توجه است. در حال حاضر معمولاً برای چنین کارهایی از نیروی خدماتی ماهر یا هلی کوپتر برای ارتفاعات استفاده می‌شود.

استفاده از تکنولوژی‌های جدید مانند رباتیک اگر چه بصورت مستقیم در صنعت برق کاربرد ندارند ولی در حل مشکلات صنعت برق و یا در ارائه سرویس و نگهداری تجهیزات صنعت برق می‌توانند موثر واقع شوند. در واقع می‌توان از علم رباتیک جهت

افزایش بهره‌وری و تولید، بهبود کیفیت انجام کار، افزایش دقت و سرعت، جلوگیری از اتلاف نیروی انسانی، کاهش هزینه و ضایعات استفاده کرد. همچنین ربات‌ها می‌توانند کارهای سخت و خطرناک را به جای انسان انجام دهند.

فعالیت‌های مرتبط با طرح موبایل ربات‌ها به شرح زیر می‌باشد:

✓ طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر

✓ طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)

✓ طراحی و ساخت ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)

۱-۲-۱-۳- طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر

چراغ‌های روشنایی معابر به دلیل وجود گرد و غبار، دوده و سایر ذرات معلق در هوا، ورود حشرات و سایر عوامل ناخواسته نیاز به شستشو دارند. شستشوی چراغ‌های نصب شده در کوچه و معابر فرعی که معمولاً با یک یا دو بازو به تیر سیمانی متصل می‌گردد با کمک بالابر و استفاده از نیروی انسانی به سهولت صورت می‌گیرد. ولی شستشوی روشنایی معابر اصلی و بزرگراه‌ها نیاز به بالابرها بزرگ دارد که به دلیل ترافیک بالای مسیر دشواری‌های زیادی را ایجاد می‌نماید، که از جمله می‌توان به بستن لاین سرعت بزرگراه، اختلال در ترافیک و احتمال بروز سوانح رانندگی اشاره نمود. همچنین بالابرها مورد نیاز بلند و گرانبه هستند. لذا در دسترس بودن یک ربات کارآمد که توسط کاربر قابل حمل و راه‌اندازی باشد، مزایای اقتصادی قابل توجهی خواهد داشت. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر می‌تواند هزینه‌ها را به حداقل برساند.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

۱- تعریف پروژه POC

۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه

۳- نظارت بر پروژه POC

۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی

۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی

۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۲-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی

خطوط انتقال نیرو توسط گروه‌های اجرایی در چهار فصل سال مورد بازدید عینی قرار می‌گیرد. این کار به منظور پیشگیری از حوادث شبکه و بر اساس برنامه زمانبندی انجام می‌شود. شکستگی مقره، زدگی سیم، آلودگی ایزولاتورها، شل شدن اتصالات، سرقت نبشی دکل‌ها و ... از جمله عواملی است که اگر به موقع به آن رسیدگی نشود، منجر به بروز خسارت‌های غیر قابل جبران خواهد شد. معمولاً بدی آب و هوا، تخریب جاده، دسترسی و صعب‌العبور بودن مسیرها باعث عدم توانایی افراد در بازدید دقیق و به موقع همه اجزاء خطوط می‌گردد. از طرفی گستردگی شبکه‌های انتقال عملیات بازدید توسط افراد را بسیار پرهزینه و مشکل ساز کرده است. لذا استفاده از ربات‌ها جهت اجرای این امر می‌تواند بسیار مفید واقع گردد. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت رباتی با مشخصات حرکت روی خط برق‌دار، مجهز به دوربین مناسب جهت عکسبرداری و وسایل مدرن ارتباطی جهت انتقال اطلاعات به مرکز می‌تواند هزینه‌ها را به حداقل برساند.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

- ۱- تعریف پروژه POC
- ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه
- ۳- نظارت بر پروژه POC
- ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی
- ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی
- ۶- نظارت بر پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی دستگاه ربات بازرس خط فشار قوی

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۳-۲-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرسی لوله‌های دیواره بویلر

بویلر یکی از تجهیزات اصلی نیروگاه‌های سوخت فسیلی است و توقف کار آن سبب اختلال در فرآیند تولید نیروگاه می‌شود. بنا بر آمار، خروج بویلر اولین دلیل توقف واحدهای نیروگاه‌های سوخت فسیلی در دنیا می‌باشد. تقریباً نیمی از این خروج‌ها به خاطر نشتی لوله‌های سوپرهیتر و نیمی به خاطر نشتی لوله‌های واتروال است. حداقل ۱۲ ساعت طول می‌کشد تا بویلر آنقدر خنک شود که بتوان برای تعمیر داخل آن رفت. فاصله توقف تا راه‌اندازی و گرفتن بار نامی در ساده‌ترین حالت ۲۴ ساعت است. خسارت تعمیر به اضافه خسارت عدم تولید برای این مورد با توجه به تکرار آن در طول سال قابل توجه است. به همین خاطر انجام بازرسی برای پیشگیری به موقع و کاهش دفعات اشکال، دلیل منطقی برای ارائه طرح‌های بازرسی بویلر می‌باشد. می‌توان از ربات بالارونده که تجهیزات تست روی آن سوار شده است برای بازرسی لوله‌های دیواره‌ای بویلر استفاده کرد. این وسیله می‌تواند علاوه بر حذف داربست، تضمین ایمنی و بهبود شرایط محیط کار باعث توسعه مناطق بازرسی و کامل‌تر بودن آن شود. همچنین اطلاعات ربات یا نتایج بازرسی با توجه به مختصات هر نقطه در کامپیوتر ذخیره می‌گردد. کاهش زمان کولینگ نیز ارزش مطالعه دارد و جذابیت زیادی برای طراحان ربات داشته است. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت ربات بازرسی لوله‌های دیواره بویلر می‌تواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری در بویلر را به حداقل برساند.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

- ۱- تعریف پروژه POC
- ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه
- ۳- نظارت بر پروژه POC
- ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی
- ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی
- ۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی ربات بازرسی لوله‌های دیواره بویلر

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۳-۱-۳- طرح ربات‌های پرنده

کلیه ربات‌هایی که به هر نحو توانایی بلند شدن از زمین یا به عبارت دیگر قابلیت پرواز را داشته باشند، در این رده قرار می‌گیرند. در مورد هدایت این نوع ربات‌ها در هوا نیز می‌توان از ارتباط بی‌سیم یا ابزارهای مشابه استفاده نمود. در بعضی از مواقع بعضی از این ربات‌ها برای انجام عملیات پروازی خاصی برنامه‌ریزی شده و به طور کاملاً اتوماتیک مأموریت مورد نظر را انجام می‌دهد. برای اهدافی مانند عکس برداری هوایی، تهیه نقشه‌های زمین شناسی و حمل قطعات و ابزار آلات از این نوع ربات‌ها استفاده شده است. ربات‌های پرنده در واقع وسایل پرنده‌ی عمود پروازی هستند که به صورت خودکار، نیمه خودکار و یا دستی کنترل می‌شوند. با توجه به ابعاد کوچک، عدم نیاز به باند پرواز و فرود، قابلیت حمل اجسام و قدرت مانور بالای این ربات‌ها، امروزه کاربردهای فراوانی در بخش‌های مختلف از جمله امداد و نجات، تصویر برداری و حمل و نقل و غیره پیدا کرده است.

بکارگیری تکنولوژی‌های جدید مانند استفاده از ربات‌های صنعت برق، که قادر باشند به متخصصان نگهداری خطوط برای بازرسی کمک نمایند، هزینه‌های نهایی را کاهش خواهد داد.

فعالیت مرتبط با طرح :

- طراحی و ساخت ربات بازرسی خط فشار قوی (نوع پرنده)

۳-۱-۳-۱- طراحی و ساخت ربات بازرسی خط (نوع پرنده)

گسترش شبکه‌های انتقال به حدی رسیده که بازدید آن‌ها توسط افراد و روش‌های بازدید عینی پر نقص و خسته کننده است. لذا جهت پیشگیری از حوادث ناخواسته شبکه که خسارت‌های مالی و اجتماعی را در پی خواهد داشت، بهتر است از تکنولوژی‌های پیشرفته و ربات‌ها به جای روش‌های سنتی استفاده گردد.

بدون شک کارایی و توانایی ربات‌ها موجب تحول شگرفی در نگهداری و بهره برداری شبکه‌های انتقال خواهد شد. استفاده از ربات به جای روش‌های قبلی (بازدید عینی) باعث افزایش سرعت و کیفیت عیب‌یابی شبکه انتقال می‌گردد و این امر در پیشگیری از حوادث خط (قطع خط) و به تبع آن کاهش خسارت‌های فنی و اقتصادی موثر خواهد بود. در این راستا کسب دانش

فنی طراحی و ساخت ربات بازرسی خط فشار قوی (نوع پرنده) می‌تواند هزینه‌ها را در بازرسی خطوط به حداقل برساند و دقت و سرعت انجام کار را افزایش دهد.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

- ۱- تعریف پروژه POC
- ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه
- ۳- نظارت بر پروژه POC
- ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی
- ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی
- ۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی ربات بازرسی خط فشار قوی (نوع پرنده)

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۴-۱-۳- طرح ربات‌های Handheld

به دستگاه‌هایی که توسط اپراتور قابل حمل باشد تا یک سری برنامه‌های از پیش مشخص شده را انجام دهد، ربات Handheld گویند. در واقع این دستگاه دارای حرکت خودکار نیست و برای حرکت نیاز به اپراتور دارد. لذا برخی آن را ربات نمی‌دانند ولی برخی دیگر به دلیل کاربرد دقت زیاد این دستگاه‌ها که می‌تواند به جای نیروی انسانی یک سری فعالیت را انجام دهد، به عنوان ربات در نظر می‌گیرند.

استفاده از این تکنولوژی‌های جدید می‌تواند در حل برخی از مشکلات صنعت برق و یا در ارائه سرویس و نگهداری تجهیزات صنعت برق موثر واقع شوند. در واقع می‌توان از علم رباتیک جهت بهبود کیفیت انجام کار، افزایش دقت و سرعت، جلوگیری از اتلاف نیروی انسانی و کاهش هزینه استفاده کرد.

فعالیت مرتبط با طرح ربات‌های ماجولار به شرح زیر می‌باشد:

- طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر

۱-۴-۱-۳- طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر

یکی از مسائلی که بیشترین نقش در توقف‌های ناخواسته و بدون برنامه بویلر را دارد نشتی لوله‌های سوپرهیتر یا واتروال است. گاهی آمار خرابی لوله‌ها بالا می‌رود به صورتی که تعداد زیادی لوله در یک نوبت تعویض می‌گردد. معمولاً در پایان کار پس از خلوت نمودن محیط و فراهم نمودن شرایط ایمنی، اقدام به تست محل‌های جوش به روش رادیوگرافی با اشعه ایکس می‌شود. در مواردی نیز تعدادی از جوش‌ها دارای حباب یا نقاط ضعف است که باید مجدداً لوله بریده و جوشکاری شود. اگر تعداد زیاد باشد همه لوله‌ها را نمی‌توان تست نمود و تصادفی مورد آزمایش قرار می‌دهند که بعداً در حین کار واحد نقاط ضعف مشکل ساز می‌شود. کمپانی Alstom Inspection Robotics جهت تست جوش لوله‌های بویلر، یک ربات دستی ابداع و به صورت تجاری به بازار عرضه کرده است.

مزیت‌های این روش این است که: انجام تست در حضور نیروهای انسانی هیچگونه خطری ندارد و نیاز به تعطیلی محیط کار نیست. از طرفی نیازی به اتمام جوشکاری لوله‌ها و تست یکباره آن‌ها نیست و می‌توان بلافاصله پس از جوشکاری، تست جوش را انجام داد و در صورت نیاز آن را اصلاح نمود. لذا به دست آوردن دانش فنی طراحی و ساخت چنین رباتی می‌تواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد و در بهداشت و ایمنی محیط کار بسیار موثر باشد.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

- ۱- تعریف پروژه POC
- ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه
- ۳- نظارت بر پروژه POC
- ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی
- ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی
- ۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۵-۱-۳- طرح میکرو ربات‌ها

میکرو ربات یا ریز ربات اساساً یک ربات کوچک در ابعاد بسیار کوچک است، که توانایی کار کردن در این ابعاد را دارا می‌باشد. استفاده از میکرو ربات می‌تواند در مواردی که نیاز به مانیتورینگ و عیب‌یابی مکان‌هایی که دستیابی به آن‌ها دشوار است مانند بازرسی روتور داخل یک ژنراتور موثر واقع شود. در واقع می‌توان از این نوع ربات‌ها جهت جلوگیری از آسیب دیدگی تجهیزات و بازرسی سریع‌تر و در نتیجه کاهش هزینه در صنعت برق استفاده کرد.

فعالیت مرتبط با طرح ربات‌های ماجولار به شرح زیر می‌باشد:

فعالیت مرتبط با طرح میکرو ربات‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- طراحی و ساخت ربات بازرسی ژنراتور

۱-۵-۱-۳- طراحی و ساخت ربات بازرسی ژنراتور

انجام برخی عیب‌یابی‌ها، بازدیدها و تست‌های غیر مخرب ژنراتور مستلزم خارج نمودن روتور از درون استاتور است. خارج کردن روتور و انجام بازرسی نه تنها مدت توقف واحد و خسارت عدم تولید را افزایش می‌دهد، بلکه احتمال وارد آمدن خسارت در حین این عملیات نیز وجود دارد. اخیراً برخی سازندگان ژنراتور مانند آلستوم و جنرال الکتریک و هیتاچی اقدام به طراحی ربات‌هایی نموده‌اند که در حین توقف ژنراتور و بدون خارج کردن روتور بتوانند از فاصله دندان‌ها یا برجستگی شین‌ها حرکت کنند و تصویر بفرستند یا حتی برخی تست‌های غیرمخرب را انجام دهند.

به دست آوردن دانش فنی طراحی و ساخت رباتی است که سهولت و امکان بازرسی ژنراتورها را بدون خارج نمودن روتور فراهم نماید می‌تواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد.

اقدامات مرتبط با فعالیت :

۱- تعریف پروژه POC

۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه

۳- نظارت بر پروژه POC

۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی

۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی

۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی

خروجی مورد انتظار :

بومی‌سازی ربات بازرسی ژنراتور

معیار پذیرش :

پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC و نیمه صنعتی

۲-۳- بودجه ریزی و زمانبندی

از آنجا که منابع مالی مستمر یکی از اصلی‌ترین و شاید مهم‌ترین عوامل توسعه موفق فناوری‌ها است، ضروری است تا پیش‌بینی منابع مالی لازم برای هر یک از اقدام‌ها و سیاست‌های تعریف شده مشخص شده و بودجه مشخصی برای آن‌ها پیش‌بینی گردد. به منظور پایدار نمودن و قابل پیش‌بینی نمودن برنامه‌های حمایتی، مناسب است تا برنامه‌ها برای دوره‌های زمانی مشخص و محدود طراحی و اجرا شوند. با این کار می‌توان به روشن و در کنترل بودن بودجه مورد نیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتر نتایج و دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان، اشاره کرد.

۱-۲-۳- زمانبندی طرح تله ربات

جزئیات مربوط به پروژه‌ها، فعالیت‌ها و زمان در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- زمانبندی طرح تله ربات

زمان (ماه)	پروژه	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مفره
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	

۲-۲-۳- زمانبندی طرح ربات پرنده

جزئیات مربوط به پروژه‌ها، فعالیت‌ها و زمان در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲- زمانبندی طرح ربات پرنده

زمان (ماه)	پروژه	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت ربات بازرسی خط فشار قوی (نوع پرنده)
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	

۳-۲-۳- زمانبندی طرح موبایل ربات

جزئیات مربوط به پروژه‌ها، فعالیت‌ها و زمان در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳- زمانبندی طرح موبایل ربات

زمان (ماه)	پروژه	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معاير
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت ربات بازرسی خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت ربات بازرسی لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	

۳-۲-۴- زمانبندی طرح ربات Handheld

جزئیات مربوط به پروژه‌ها، فعالیت‌ها و زمان در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴- زمانبندی طرح ربات Handheld

زمان (ماه)	پروژه	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	

۵-۲-۳- زمانبندی طرح میکرو ربات

جزئیات مربوط به پروژه‌ها، فعالیت‌ها و زمان در جدول (۵) آمده است.

جدول ۵- زمانبندی طرح میکرو ربات

زمان (ماه)	پروژه	
۱۲	پروژه‌های POC	طراحی و ساخت ربات بازرسی ژنراتور
۲۴	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
۱۲	پروژه‌های تولید محصول صنعتی	

۳-۳- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)

این مولفه با نگاشت نهادی بر اقدام‌ها و سیاست‌های تعریف شده، مشخص‌کننده‌ی وظایفی است که کنش‌گران درگیر در توسعه فناوری باید از آن پیروی کنند. در قالب تقسیم کار ملی، لازم است تا هم متولی اصلی توسعه فناوری (پیش‌برنده و هماهنگ‌کننده برنامه‌ها) معین گردد و هم مسئول سایر نقش‌های پشتیبان مشخص گردد. در این بخش به شناسایی مجریانی که می‌توانند این پروژه‌ها را انجام دهند پرداخته خواهد شد تا با یک نگاشت نهادی مطلوب و تقسیم کار ملی بهینه، بنگاه‌ها و موسسات و سازمان‌های مختلف کشور در زمینه فناوری مورد نظر، هر یک نقش خویش را در جهت برآوردن اهداف نقشه راه فناورانه ایفا نمایند. در جدول‌های (۶) تا (۱۳) تقسیم کار ملی (وظایف بازیگران کلیدی) سیاست‌های تعریف شده برای کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و در جدول (۱۳) مجریان پروژه‌های کسب و انباشت دانش فنی طراحی و ساخت ربات‌های مورد نیاز صنعت برق درج شده است.

جدول ۶- وظایف بازیگران برای کارکرد کسب و توسعه دانش

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - نیازسنجی جهت تعیین حوزه‌های نیازمند کسب و توسعه دانش - راهبری تهیه پیشنهاد پروژه‌های (RFP) طراحی و ساخت ربات‌های منتخب صنعت برق - امکان‌سنجی انجام پروژه‌های تحقیقاتی مشترک با خارج از کشور - برگزاری فراخوان و ارائه ساز و کار شناسایی متقاضیان انجام پروژه‌های طراحی و ساخت ربات‌ها و انجام اقدامات واگذاری پروژه‌ها
۲	دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و شرکت‌های ذیصلاح	<ul style="list-style-type: none"> - شرکت در فراخوان انجام پروژه‌های رباتیک صنعت برق - ارائه مستندات پیشینه کاری و اثبات توانایی انجام کار - انجام پروژه‌های طراحی و ساخت ربات در صورت برگزیده شدن

جدول ۷- وظایف بازیگران برای کارکرد انتشار دانش

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - تدوین آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های تشکیل و برگزاری کمیته‌های ناظرین تخصصی - شرکت نمایندگان کمیته و مجریان در کمیته‌های ناظرین تخصصی - چاپ نتایج پروژه‌ها در نشریات تخصصی - ایجاد وب سایت برای نمایش روند و نتایج پروژه - برگزاری سمینار و همایش برای معرفی دستاوردهای پروژه‌ها - برگزاری کارگاه‌های آموزشی مرتبط با پروژه‌ها
۲	دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و شرکت‌های ذیصلاح	<ul style="list-style-type: none"> - معرفی اساتید برگزیده برای شرکت در کمیته‌های ناظرین تخصصی
۳	مجموعه بهره‌برداران صنعت برق	<ul style="list-style-type: none"> - شرکت بهره‌برداران خیره در کمیته‌های ناظرین تخصصی

جدول ۸- وظایف بازیگران برای کارکرد کارآفرینی

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> - هدایت و راهبری پروژه‌ها به نحوی که نیازهای بهره‌برداران را از نظر مشخصات فنی و کاربردی و استانداردهای صنعتی به صورت کامل پوشش دهد. - برگزاری دوره‌های کارآموزی و کسب مهارت در زمینه رباتیک

جدول ۹- وظایف بازیگران برای کارکرد شکل‌گیری بازار

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> هدایت و راهبری پروژه‌ها به نحویکه نیازهای بهره‌برداران را از نظر مشخصات فنی و کاربردی و استانداردهای صنعتی به صورت کامل پوشش دهد. ایجاد مشوق‌های لازم جهت بکارگیری محصولات نهایی توسط بهره‌برداران پیشنهاد تدوین آیین‌نامه‌های بکارگیری مکانیزه تعمیرات و نگهداری در صنعت برق
۲	بهره‌برداران صنعت برق	<ul style="list-style-type: none"> کمک به تکمیل مشخصات دقیق برای پیشنهاد پروژه‌های ربات‌های صنعت برق

جدول ۱۰- وظایف بازیگران برای کارکرد جهت دهی بازار

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> تشکیل کمیته‌های ناظرین تخصصی برای راهبری و هدایت بهینه پروژه‌ها

جدول ۱۱- وظایف بازیگران برای کارکرد مشروعیت بخشی

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> ارائه ساز و کار مناسب برای ترغیب بهره‌برداران برای بکارگیری ربات‌ها در صنعت شناساندن نتایج و قابلیت‌های محصولات نهایی پروژه‌ها با برگزاری همایش‌ها و سمینارهای معرفی محصول

جدول ۱۲- وظایف بازیگران برای کارکرد تامین منابع

ردیف	بازیگران	وظیفه
۱	شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مجری زیر مجموعه	<ul style="list-style-type: none"> بررسی و تایید اعتبارات مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها به تفکیک هر پروژه و تفکیک هزینه‌های نیروی انسانی، مواد و تجهیزات و آزمون‌ها
۲	اعتبارات صنعت برق و بخش خصوصی و صندوق‌های حمایت از تجاری‌سازی	<ul style="list-style-type: none"> تامین منابع مالی پروژه‌های توسعه ربات‌های الویت‌دار صنعت برق

جدول ۱۳- مجریان پروژه‌های کسب و انباشت دانش فنی ربات

مجری	عنوان پروژه / اقدام	
	طرح تله ربات	
	طراحی و ساخت بازوی مکانیکی	۱
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	۱,۱
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	شستشوی مفره
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		
	طرح ربات پرنده	
	طراحی و ساخت ربات بازرس خط	۲
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	۲,۱
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	فشار قوی (نوع پرنده)
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		
	طرح موبایل ربات	
	طراحی و ساخت ربات شستشوی	۳
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	۳,۱
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	چراغ‌های روشنایی معابر
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		
	طراحی و ساخت ربات بازرس	۳,۲
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		
	طراحی و ساخت ربات بازرس	۳,۳
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		
	طرح ربات‌های Handheld	
	طراحی و ساخت ربات دستی تست	۴
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	۴,۱
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	جوش لوله‌های بویلر
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		
	طرح میکرو ربات	
	طراحی و ساخت ربات بازرس ژنراتور	۵
POC های پروژه‌های	پروژه‌های POC های	۵,۱
دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها	پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی	
شرکت‌ها - مراکز پژوهشی		

۴-۳- ترسیم نقشه راه

رهنگاشت یا نقشه راه برنامه عملیاتی، بیانگر ارتباط میان اهداف کلان، اهداف خرد، راهبردها، راه‌کارها، سیاست‌های کلان، سیاست‌های پشتیبان، منابع و مجریان است که در طول مراحل قبلی استخراج شده‌اند. با ترسیم این نقشه، تصویری کلان از مسیر توسعه متشکل از بخش‌های مختلف آن و ارتباط بخش‌ها با هم مشخص می‌گردد.

نقشه راه، یکی از انعطاف‌پذیرترین روش‌های متداول برنامه‌ریزی و آینده‌نگری است. یکی از انواع نقشه راه، نقشه راه فناوری است که ابزاری ساختار یافته برای کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فناوری‌های در حال توسعه در طول زمان می‌باشد. از آنجا که نقشه راه فناوری در سطوح مختلف و با اهداف گوناگون قابلیت تدوین دارد، دارای الگوهای متفاوتی از منظر هدف و قالب است. انتخاب الگوی نادرست، می‌تواند از کارآمدی این ابزار توانمند بکاهد. لذا شناخت دقیق اشکال و رویکردهای تدوین نقشه راه از اهمیت زیادی برخوردار است. در شکل (۲) نقشه راه تهیه شده نشان داده شده است. در ادامه توضیحات مربوط به بخش‌های مختلف نقشه راه پروژه‌های کسب و انباشت دانش فنی طراحی و ساخت ربات‌های مورد نیاز صنعت برق ارائه می‌گردد.

۱-۴-۳- پیامدهای مورد انتظار

لایه‌ی پیامدهای مورد انتظار مشخص می‌کند که توسعه‌ی بکارگیری فناوری ربات چه پیامدها و نتایجی را برای کشور به همراه دارد. با شروع طرح‌های اجرایی در سال ۱۳۹۶ تحقیق و توسعه به مدت سه سال به انجام خواهد رسید و تحقیق و توسعه در پایان سال ۱۳۹۸ به اتمام می‌رسد و با انجام فعالیت‌های مورد نظر در طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۲ انتظار می‌رود مراحل ساخت ربات‌های صنعت برق به پایان برسد به طوری که بتوان از آن‌ها در سال‌های ۱۴۰۳ تا ۱۴۰۴ در حوزه‌های مختلف صنعت برق استفاده کرد.

۲-۴-۳- نتایج مورد انتظار

نتایج مورد انتظار نتایجی هستند که از انجام اقدامات موجود در سند توسعه ربات‌های صنعت برق انتظار می‌رود. بر مبنای نتایج مورد انتظار پیشی‌بینی می‌شود طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۴ کسب و انباشت دانش فنی طراحی و ساخت ربات‌های الویت‌دار صنعت برق و بکارگیری آن‌ها در صنعت برق حاصل آید.

۳-۴-۳- اقدامات مدیریتی

اقدامات مدیریتی در قالب ۵ فعالیت زیر به انجام می‌رسد:

۱. گزینش مجری
۲. برپایی کمیته‌های راهبری و ناظرین
۳. انجام فراخوان و گزینش مجریان
۴. تامین اعتبار
۵. گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی

اقدامات ۵ گانه مدیریتی برای هر دسته از طرح‌ها به ترتیب زیر انجام می‌شود.

- طرح موبایل ربات :

در این طرح گزینش مجری، برپایی کمیته‌های راهبری و ناظرین، انجام فراخوان و گزینش مجریان و تامین اعتبار در سال ۱۳۹۶ و گزینش مجریان پروژه‌های نیمه‌صنعتی در سال ۱۳۹۷ به انجام خواهد رسید.

- طرح‌های تله ربات و ربات Handheld:

در این دو طرح گزینش مجری، برپایی کمیته‌های راهبری و ناظرین، انجام فراخوان و گزینش مجریان و تامین اعتبار در سال ۱۳۹۷ و گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی در سال ۱۳۹۸ به انجام خواهد رسید.

- طرح‌های ربات پرنده و میکرو ربات:

در این طرح‌ها گزینش مجری، برپایی کمیته‌های راهبری و ناظرین، انجام فراخوان و گزینش مجریان و تامین اعتبار در سال ۱۳۹۸ و گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی در سال ۱۳۹۹ به انجام خواهد رسید.

۳-۴-۴- برنامه‌های تعریف پروژه

- طرح موبایل ربات :

تعریف پروژه POC این طرح در سال ۱۳۹۶ به انجام خواهد رسید و تعریف پروژه‌های نیمه‌صنعتی در سال ۱۳۹۷ در نظر گرفته شده است.

- طرح‌های تله ربات و ربات Handheld:

در سال ۱۳۹۷ و همزمان با انجام اقدامات مدیریتی، پروژه POC این دو طرح تعریف شده و در سال ۱۳۹۸ پروژه‌های نیمه صنعتی تعریف می‌شود.

- طرح‌های ربات پرنده و میکرو ربات:

پروژه POC این طرح‌ها در سال ۱۳۹۸ و پروژه‌های نیمه صنعتی آنها در سال ۱۳۹۹ تعریف می‌گردد.

۵-۴-۳- برنامه پروژه‌های چالش فنی (POC)

- طرح موبایل ربات :

پس از تعریف پروژه‌های POC طرح موبایل ربات در سال ۱۳۹۶، اجرای این پروژه در سال ۱۳۹۷ و طی مدت یک سال برنامه ریزی شده است.

- طرح‌های تله ربات و ربات‌های Handheld:

پروژه POC این طرح‌ها نیز پس از تعریف پروژه در سال ۱۳۹۷ در سال ۱۳۹۸ به اجرا خواهد رسید.

- طرح‌های ربات پرنده و میکرو ربات:

اجرای پروژه POC طرح‌های ربات پرنده و میکرو ربات در سال ۱۳۹۹ و به مدت یکسال برنامه ریزی شده است.

۳-۴-۶- برنامه تولید محصول نیمه صنعتی و صنعتی

پس از اجرای پروژه‌های POC نوبت به اجرای برنامه تولید محصول نیمه صنعتی و صنعتی می‌رسد.

همانطور که پیش از این گفته شد، اجرای پروژه‌های POC هر یک از طرح‌ها طی مدت یک سال به انجام خواهد رسید و پس از آن زمانبندی در نظر گرفته شده برای تولید نیمه‌صنعتی دو سال و برای تولید صنعتی یک سال می‌باشد که این مراحل به ترتیب به اجرا در خواهد آمد که روند زمانی هر یک از طرح‌ها به شرح زیر می‌باشد.

- طرح موبایل ربات :

اجرای برنامه تولید محصول نیمه صنعتی این طرح از ابتدای سال ۱۳۹۸ آغاز شده و در پایان سال ۱۳۹۹ به اتمام خواهد رسید و پس از آن اجرای برنامه تولید صنعتی شروع شده و طی مدت یک سال و در سال ۱۴۰۰ خاتمه می‌یابد.

- طرح‌های تله ربات و ربات Handheld:

این طرح برنامه تولید نیمه صنعتی خود را از ابتدای سال ۱۳۹۹ آغاز می‌نماید و روند اجرای آن تا پایان سال ۱۴۰۰ ادامه خواهد یافت و پس از اتمام برنامه تولید نیمه صنعتی در سال ۱۴۰۱ تولید صنعتی این طرح به اجرا در خواهد آمد.

- طرح‌های ربات پرنده و میکرو ربات:

پس از پایان پروژه POC این طرح در سال ۱۳۹۹ برنامه تولید نیمه صنعتی آغاز شده و در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به اجرا خواهد رسید و پس از آن برنامه تولید نیمه صنعتی در سال ۱۴۰۲ به ثمر خواهد رسید.

نقشه راه توسعه ربات‌های صنعت برق		تاریخ تهیه ۱۳۹۵/۰۷/۰۱							
سال	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۴
بافت مورد انتظار	تحقیق و توسعه	تحقیق و توسعه	تحقیق و توسعه	تحقیق و توسعه	بومی سازی ۳۰ درصد	بومی سازی ۲۰ درصد	بومی سازی ۱۰ درصد	بومی سازی ۱۰ درصد	بومی سازی ۱۰ درصد
توسعه مورد انتظار	کسب و انباشت دانش فنی، بکارگیری ربات در صنعت برق								
فازهای هدف سند	ربات های مربوط به طرح موبایل ربات								
اطلاعات مدیریتی	گرایش مجری طرح موبایل ربات و ربات‌های Handheld	گرایش مجری طرح تله ربات	گرایش مجری طرح ربات برنده و میکرو ربات	گرایش مجریان پروژه های نیمه صنعتی طرح ربات برنده و میکرو ربات	نظارت بر انجام پروژه ها و مدیریت ساز و کارهای حمایتی				
	بررسی کمنه های راهبردی و ناظرین فنی طرح تله ربات و ربات‌های Handheld	بررسی کمنه های راهبردی و ناظرین فنی طرح ربات برنده و میکرو ربات	بررسی کمنه های راهبردی و ناظرین فنی طرح ربات برنده و میکرو ربات	نظارت بر انجام پروژه ها و مدیریت ساز و کارهای حمایتی					
	انجام فرآیند و گرایش مجریان پروژه های ربات و ربات‌های Handheld	انجام فرآیند و گرایش مجریان پروژه های ربات و ربات‌های Handheld	انجام فرآیند و گرایش مجریان پروژه های ربات و ربات‌های Handheld	نظارت بر انجام پروژه ها و مدیریت ساز و کارهای حمایتی					
	نماین اعتبار طرح موبایل ربات	نماین اعتبار طرح تله ربات و ربات‌های Handheld	نماین اعتبار طرح ربات برنده و میکرو ربات	نظارت بر انجام پروژه ها و مدیریت ساز و کارهای حمایتی					
	گرایش مجریان پروژه های نیمه صنعتی طرح موبایل ربات	گرایش مجریان پروژه های نیمه صنعتی طرح موبایل ربات	گرایش مجریان پروژه های نیمه صنعتی طرح موبایل ربات	نظارت بر انجام پروژه ها و مدیریت ساز و کارهای حمایتی					
	تعریف پروژه های POC طرح موبایل ربات	تعریف پروژه های POC طرح تله ربات و ربات‌های Handheld	تعریف پروژه های POC طرح ربات برنده و میکرو ربات	تعریف پروژه های نیمه صنعتی طرح ربات برنده و میکرو ربات					
برنامه های (قابل پیوسته) POC	طرح موبایل ربات	طرح های تله ربات و ربات‌های Handheld	طرح های ربات برنده و میکرو ربات	طرح های ربات برنده و میکرو ربات					
برنامه تولید محصول نیمه صنعتی		طرح های تله ربات و ربات‌های Handheld	طرح های ربات برنده و میکرو ربات	طرح های ربات برنده و میکرو ربات					
برنامه تولید محصول صنعتی			طرح موبایل ربات	طرح های تله ربات و ربات‌های Handheld	طرح های ربات برنده و میکرو ربات	طرح های ربات برنده و میکرو ربات			طرح های ربات برنده و میکرو ربات
ساخت ها	تعیین ساز و کارهای حمایت و تشویق بکارگیری ربات در صنعت برق								
منابع	استفاده از اعتبارات صنعت برق، بخش خصوصی و صندوق‌های حمایت از تجاری‌سازی								

شکل ۲- نقشه‌ی راه توسعه ربات‌های صنعت برق

۴- نتیجه‌گیری :

در این فصل با توجه به نتایج فصل چهارم سند توسعه ربات‌های صنعت برق (سیاست‌ها و اقدامات) اقدام به تعریف پروژه و بیان وظایف در نظر گرفته شده برای هر یک از بازیگران اصلی سند نموده و با توجه به شیوه شکستن پروژه‌ها، اکتساب دانش فنی طراحی و ساخت ربات در قالب پنج طرح جامع ارائه شد.

در مرحله بعد هر یک از طرح‌ها و پروژه‌های زیرمجموعه آن‌ها تشریح گردیده و هدف از اجرای آن، خروجی مورد انتظار و معیار پذیرش پروژه (در قالب پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی) می‌باشد. در گام بعد بودجه مورد نیاز برای پروژه‌ها تعیین شده و نهایتاً زمانبندی اجرای آن‌ها در قالب ره نگاشت بیان گردید.

پیوست شماره‌ی یک

شناسنامه طرح‌ها

کد طرح: ۱	عنوان طرح: طرح تله ربات
<p>تشریح طرح و هدف از اجرا:</p> <p>هر رباتی را که بتوان در حوزه وسیعی از فضای اطراف حرکت کند و مسیر حرکت آن توسط پردازشگر از راه دور کنترل شود در شمار تله رباتیک به حساب می‌آید. تله‌ربات نوعی ربات است که از طریق کانال ارتباطی مشخص توسط کاربر از مسافتی دور کنترل می‌شود. در این راستا حسگرهای مجهز، مستقر بر روی ربات، متصدی را از چگونگی و نتایج انجام حرکات ربات مطلع می‌سازد. فناوری تله‌ربات‌ها کاربردهای وسیعی در صنایع مختلف را به خود اختصاص داده‌است، از جمله صنایع نظامی، جراحی‌های از راه دور، علوم فضانوردی. در واقع هر جایی که دسترسی مستقیم انسان محدود است، می‌توان از ماشینی به نام تله ربات استفاده کرد.</p> <p>یکی از مباحث مهم و اصلی در شبکه‌ی برق شستن مقرها است که هم اکنون توسط نیروی انسانی انجام می‌شود. از آنجایی که ربات‌ها می‌توانند کارهای سخت و خطرناک را به جای انسان انجام دهند می‌توان از آن‌ها جهت شستن مقرها استفاده نمود.</p> <p>فعالیت‌های مرتبط با طرح:</p> <p>✓ طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مقره</p>	
بودجه تخصیصی:	
مدت زمان اجرای طرح: ۴۸ ماه	
کد طرح:	عنوان طرح پیش نیاز: -

عنوان طرح: طرح تله ربات		کد طرح: ۱					
عنوان فعالیت: طراحی و ساخت بازوی مکانیکی شستشوی مفره		کد فعالیت: ۰۱					
<p>نوع فعالیت: <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/> نظام نوآوری</p> <p>تشریح فعالیت و هدف از اجرا:</p> <p>مقره‌ها معمولاً در هوای آزاد نصب می‌شوند بنابراین همواره در معرض هوای آلوده و تغییرات جوی مختلف از جمله تغییرات درجه حرارت، رطوبت، تابش آفتاب، بارش باران، وزش باد، گرد و غبار و باران‌های اسیدی و ... می‌باشند. این موضوع به موقعیت جغرافیایی، فصول سال، طول شب و روز میزان و نوع آلاینده‌ها بستگی دارد. از طرفی وجود آلودگی در مقره‌ها باعث کاهش مقاومت و تخریب و شکست ساختار مفره می‌گردد لذا شستن و تمیز نگه داشتن سطح مقره‌ها به عنوان یک عامل مهم و موثر در کارکرد خطوط انتقال بشمار می‌رود. مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین راه حل جهت بازگرداندن مقره‌های آلوده به حالت عادی تمیز کردن مقره‌ها می‌باشد. غالباً شستشو به دو صورت دستی توسط نیروی انسانی و یا استفاده از فشار آب از راه دور انجام می‌شود. شستشو به صورت دستی در خطوطی انجام می‌شود که امکان بی برق کردن وجود داشته باشد چنانچه بی برق کردن ممکن نباشد، علاوه بر هزینه‌های شستشو و خطرناک بودن روش هزینه‌های قطعی برق را نیز باید در نظر گرفت که در مجموع روش پر هزینه‌ای است لذا با توجه به پیشرفت فناوری رباتیک، امید است بتوان با بکارگیری ربات به جای انسان هزینه‌ها را تا حد امکان کاهش داد</p> <p>اقدامات مرتبط با فعالیت:</p> <ol style="list-style-type: none"> ۱- تعریف پروژه POC ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه ۳- نظارت بر پروژه POC ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی ۶- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی 							
<p>خروجی مورد انتظار فعالیت: بومی‌سازی ربات شستشوی مفره</p>							
شاخص ارزیابی خروجی:	حدود معیار پذیرش:	منبع:					
پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی	پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی	پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی					
<p>مجری:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ پروژه‌های POC (دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها) ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها - مراکز پژوهشی) 							
<p>همکار:</p>							
<p>بودجه تخصیصی:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ پروژه‌های POC: ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی: 							
نیروی انسانی		زمین و ساختمان	تجهیزات و ماشین آلات	رویداد:		هزینه جاری:	
تعداد	هزینه	متراژ	هزینه	تعداد	هزینه	تعداد	هزینه
<p>مدت زمان اجرای فعالیت:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ پروژه‌های POC: ۱ سال ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی: ۲ سال 							
عنوان فعالیت پیش نیاز:		کد فعالیت:					

کد طرح: ۱	عنوان طرح: ربات‌های Handheld
<p>تشریح طرح و هدف از اجرا:</p> <p>به دستگاه‌هایی که توسط اپراتور قابل حمل باشد تا یک سری برنامه‌های از پیش مشخص شده را انجام دهد ربات Handheld گویند در واقع این دستگاه دارای حرکت خودکار نیست و برای حرکت نیاز به اپراتور دارد لذا برخی آن را ربات نمی‌دانند ولی برخی دیگر به دلیل کاربرد این دستگاه‌ها که می‌تواند به جای نیروی انسانی یک سری فعالیت را انجام دهد، به عنوان ربات در نظر می‌گیرند.</p> <p>استفاده از این تکنولوژی‌های جدید می‌تواند در حل برخی از مشکلات صنعت برق و یا در ارائه سرویس و نگهداری تجهیزات صنعت برق موثر واقع شوند. در واقع می‌توان از علم رباتیک جهت بهبود کیفیت انجام کار، افزایش دقت و سرعت، جلوگیری از اتلاف نیروی انسانی و کاهش هزینه استفاده کرد.</p> <p>فعالیت‌های مرتبط با طرح:</p> <p>✓ طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر</p>	
بودجه تخصیصی:	
مدت زمان اجرای طرح: ۴۸ ماه	
کد طرح:	عنوان طرح پیش نیاز: -

کد طرح: ۱		عنوان طرح: طرح ربات‌های Handheld									
کد فعالیت: ۰۱		عنوان فعالیت: طراحی و ساخت ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر									
		نوع فعالیت: نظام نوآوری <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/>									
		تشریح فعالیت و هدف از اجرا:									
		<p>یکی از مسائلی که بیشترین نقش در توقف‌های ناخواسته و بدون برنامه بویلر را دارد نشتی لوله‌های سوپرهیتر یا واتروال است. گاهی آمار خرابی لوله‌ها بالا می‌رود به صورتی که تعداد زیادی لوله در یک نوبت تعویض می‌گردد. معمولاً در پایان کار پس از خلوت نمودن محیط و فراهم نمودن شرایط ایمنی اقدام به تست محل‌های جوش به روش رادیوگرافی با اشعه ایکس می‌نمایند. در مواردی نیز تعدادی از جوش‌ها دارای حباب یا نقاط ضعف است که باید مجدداً لوله بریده و جوشکاری شود. اگر تعداد زیاد باشد همه لوله‌ها را نمی‌توان تست نمود و تصادفی مورد آزمایش قرار می‌دهند که بعداً در حین کار واحد نقاط ضعف مشکل ساز می‌شود. استفاده از ربات دستی تست جوش مزیت‌های زیادی دارد از جمله انجام تست در حضور نیروهای انسانی هیچگونه خطری ندارد و نیاز به تعطیلی محیط کار نیست. نیازی به اتمام جوشکاری لوله‌ها و تست یکباره آنها نیست و می‌توان بلافاصله پس از جوشکاری و ادامه کار، تست جوش انجام و در صورت نیاز آن را اصلاح نمود.</p> <p>اقدامات مرتبط با فعالیت:</p> <p>۷- تعریف پروژه POC</p> <p>۸- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه</p> <p>۹- نظارت بر پروژه POC</p> <p>۱۰- تعریف پروژه نیمه صنعتی</p> <p>۱۱- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی</p> <p>۱۲- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی</p>									
		خروجی مورد انتظار فعالیت: بومی‌سازی ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر									
منبع:		حدود معیار پذیرش:		شاخص ارزیابی خروجی:							
پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی							
		مجری:									
		<p>✓ پروژه‌های POC (دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها)</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها - مراکز پژوهشی)</p>									
		همکار:									
		بودجه تخصیصی:									
		<p>✓ پروژه‌های POC:</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی:</p>									
		هزینه جاری:		رویداد:		تجهیزات و ماشین آلات:		زمین و ساختمان:		نیروی انسانی:	
		تعداد		تعداد		تعداد		مترای		هزینه	
		هزینه		هزینه		هزینه		هزینه		تعداد	
		مدت زمان اجرای فعالیت:									
		<p>✓ پروژه‌های POC: ۱ سال</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی: ۲ سال</p>									
کد فعالیت:		عنوان فعالیت پیش نیاز:									

کد طرح: ۱	عنوان طرح: طرح میکرو ربات
<p>تشریح طرح و هدف از اجرا:</p> <p>میکرو ربات یا ریز ربات اساساً یک ربات کوچک در ابعاد بسیار کوچک است که توانایی کار کردن در این ابعاد را دارا می‌باشد. استفاده از این تکنولوژی‌های جدید می‌تواند در مواردی که نیاز به مانیتورینگ و عیب‌یابی مکان‌هایی که دستیابی به آن‌ها دشوار است مانند بازرسی روتور داخل یک ژنراتور موثر واقع شوند. در واقع می‌توان از این علم جهت جلوگیری از آسیب دیدگی تجهیزات و بازرسی سریع‌تر آن‌ها و در نتیجه کاهش هزینه در صنعت برق استفاده کرد.</p> <p>فعالیت‌های مرتبط با طرح:</p> <p>✓ طراحی و ساخت ربات بازرسی ژنراتور</p>	
بودجه تخصیصی:	
مدت زمان اجرای طرح: ۴۸ ماه	
کد طرح:	عنوان طرح پیش‌نیاز: -

عنوان طرح: طرح میکرو ربات		کد طرح: ۱
عنوان فعالیت: طراحی و ساخت ربات بازرس ژنراتور		کد فعالیت: ۰۱
<p>نوع فعالیت: نظام نوآوری <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/></p> <p>تشریح فعالیت و هدف از اجرا:</p> <p>انجام برخی عیب‌یابی‌ها، بازدیدها و تست‌های غیر مخرب ژنراتور مستلزم خارج نمودن روتور از درون استاتور است. خارج کردن روتور و انجام بازرسی نه تنها مدت توقف واحد و خسارت عدم تولید را افزایش می‌دهد بلکه احتمال وارد آمدن خسارت در حین این عملیات نیز وجود دارد. اخیراً برخی سازندگان ژنراتور مانند آلستوم و جنرال الکتریک و هیتاچی اقدام به طراحی روبات‌هایی نموده‌اند که در حین توقف ژنراتور و بدون خارج کردن روتور بتوانند از فاصله دندانه‌ها یا برجستگی شین‌ها حرکت کنند و تصویر بفرستند یا حتی برخی تست‌های غیرمخرب را انجام دهند.</p> <p>به دست آوردن دانش فنی طراحی و ساخت روباتی است که سهولت و امکان بازرسی ژنراتورها را بدون خارج نمودن روتور فراهم نماید می‌تواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری را به حداقل برساند.</p> <p>اقدامات مرتبط با فعالیت:</p> <p>۱۳- تعریف پروژه POC ۱۴- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه ۱۵- نظارت بر پروژه POC ۱۶- تعریف پروژه نیمه صنعتی ۱۷- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی ۱۸- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی</p>		
خروجی مورد انتظار فعالیت: بومی‌سازی ربات بازرس ژنراتور		
شاخص ارزیابی خروجی:	حدود معیار پذیرش:	منبع:
پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی	پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی	پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی
<p>مجری:</p> <p>✓ پروژه‌های POC (دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها) ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها - مراکز پژوهشی)</p>		
همکار:		
<p>بودجه تخصیصی:</p> <p>✓ پروژه‌های POC: ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی:</p>		
نیروی انسانی		هزینه جاری:
تعداد	هزینه	تعداد
مترای	هزینه	تعداد
تعداد	هزینه	تعداد
تعداد	هزینه	تعداد
<p>مدت زمان اجرای فعالیت:</p> <p>✓ پروژه‌های POC : ۱ سال ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی : ۲ سال</p>		
عنوان فعالیت پیش نیاز:		کد فعالیت:

کد طرح: ۱	عنوان طرح : طرح موبایل ربات‌ها
<p>تشریح طرح و هدف از اجرا :</p> <p>ربات متحرک یک دستگاه خودکار می‌باشد که قادر به حرکت در محیطی است که برایش تعریف شده است. با توجه به گستردگی شبکه خطوط انتقال در ایران، هزینه‌های بازرسی، تعمیر و نگهداری این خطوط که توسط نیروهای خدماتی بر روی زمین و یا دکل‌های بسیار بلند و یا مناطق بسیار دور افتاده انجام می‌شود، قابل توجه است. در حال حاضر معمولاً برای چنین کارهایی از نیروی خدماتی ماهر یا هلی‌کوپتر برای ارتفاعات استفاده می‌شود. استفاده از تکنولوژی‌های جدید مانند رباتیک اگر چه بصورت مستقیم در صنعت برق کاربرد ندارند ولی در حل مشکلات صنعت برق و یا در ارائه سرویس و نگهداری تجهیزات صنعت برق می‌توانند موثر واقع شوند. در واقع می‌توان از علم رباتیک جهت افزایش بهره‌وری و تولید، بهبود کیفیت انجام کار، افزایش دقت و سرعت، جلوگیری از اتلاف نیروی انسانی، کاهش هزینه و ضایعات استفاده کرد. همچنین ربات‌ها می‌توانند کارهای سخت و خطرناک را به جای انسان انجام دهند.</p> <p>فعالیت‌های مرتبط با طرح :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر ✓ طراحی و ساخت ربات بازرسی خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی) ✓ طراحی و ساخت ربات بازرسی لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها) 	
بودجه تخصیصی :	
مدت زمان اجرای طرح : ۴۸ ماه	
کد طرح:	عنوان طرح پیش نیاز :-

کد طرح: ۱		عنوان طرح : طرح موبایل ربات							
کد فعالیت: ۰۱		عنوان فعالیت : طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر							
نوع فعالیت : نظام نوآوری <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/>									
تشریح فعالیت و هدف از اجرا :									
چراغ‌های روشنایی معابر به دلیل وجود گرد و غبار، دوده و سایر ذرات معلق در هوا، ورود حشرات و سایر عوامل ناخواسته نیاز به شستشو دارند. شستشوی چراغ‌های نصب شده در کوچه و معابر فرعی که معمولاً یک یا دو بازو به تیر سیمانی متصل می‌گردد با کمک بالابر و استفاده از نیروی انسانی به سهولت صورت می‌گیرد ولی شستشوی روشنایی معابر اصلی و بزرگراه‌ها نیاز به بالابرهای بزرگ دارد که به دلیل ترافیک بالای مسیر دشواری‌های زیادی را ایجاد می‌نماید که می‌توان به بستن لاین سرعت بزرگراه، اختلال در ترافیک و احتمال بروز سوانح رانندگی اشاره نمود. همچنین بالابرهای مورد نیاز بلند و گرانقیمت هستند. لذا در دسترس بودن یک روبات کارآمد که توسط کاربر قابل حمل و راه اندازی باشد، مزایای اقتصادی قابل توجهی خواهد داشت. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر می‌تواند هزینه‌های مورد نظر در این زمینه را به حداقل برساند.									
اقدامات مرتبط با فعالیت :									
۱۹- تعریف پروژه POC									
۲۰- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه									
۲۱- نظارت بر پروژه POC									
۲۲- تعریف پروژه نیمه صنعتی									
۲۳- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی									
۲۴- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی									
خروجی مورد انتظار فعالیت : بومی‌سازی ربات شستشوی مقرر									
منبع :		حدود معیار پذیرش :			شاخص ارزیابی خروجی :				
پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی			پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی				
مجری :									
✓ پروژه‌های POC (دانشگاه ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها)									
✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها- مراکز پژوهشی)									
همکار :									
بودجه تخصیصی :									
✓ پروژه‌های POC:									
✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی :									
هزینه جاری :		رویداد :		تجهیزات و ماشین آلات		زمین و ساختمان		نیروی انسانی	
تعداد	هزینه	تعداد	هزینه	تعداد	هزینه	مترائز	هزینه	تعداد	هزینه
مدت زمان اجرای فعالیت :									
✓ پروژه‌های POC : ۱ سال									
✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی : ۲ سال									
کد فعالیت:		عنوان فعالیت پیش نیاز :							

کد طرح: ۱		عنوان طرح: طرح موبایل ربات							
کد فعالیت: ۰۲		عنوان فعالیت: طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)							
		نوع فعالیت: نظام نوآوری <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/>							
		تشریح فعالیت و هدف از اجرا: خطوط انتقال نیرو توسط گروه‌های اجرایی در چهار فصل سال مورد بازدید عینی قرار می‌گیرد. این کار به منظور پیشگیری از حوادث شبکه و بر اساس برنامه زمانبندی انجام می‌شود. شکستگی مقره، زدگی سیم، آلودگی ایزولاتورها، شل شدن اتصالات، سرقت نبشی دکل‌ها و ... از جمله عواملی است که اگر به موقع به آن رسیدگی نشود منجر به بروز خسارت‌های غیر قابل جبران خواهد شد. معمولاً بدی آب و هوا، تخریب جاده دسترسی و صعب‌العبور بودن مسیرها باعث عدم توانایی افراد در بازدید دقیق و به موقع همه اجزاء خطوط می‌گردد. از طرفی گستردگی شبکه‌های انتقال عملیات بازدید توسط افراد را بسیار پرهزینه و مشکل ساز کرده است لذا استفاده از ربات‌ها جهت اجرای این امر می‌تواند بسیار مفید واقع گردد. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت رباتی با مشخصات حرکت روی خط برق دار، مجهز به دوربین مناسب جهت عکسبرداری و وسایل مدرن ارتباطی جهت انتقال اطلاعات به مرکز می‌تواند هزینه‌ها را کاهش دهد. اقدامات مرتبط با فعالیت:							
		۱- تعریف پروژه POC ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه ۳- نظارت بر پروژه POC ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی ۶- نظارت بر پروژه نیمه صنعتی							
		خروجی مورد انتظار فعالیت: بومی‌سازی دستگاه ربات بازرس خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی)							
منبع:		حدود معیار پذیرش:		شاخص ارزیابی خروجی:					
پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی					
		مجری:							
		✓ پروژه‌های POC (دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها) ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها - مراکز پژوهشی)							
		همکار:							
		بودجه تخصیصی:							
		✓ پروژه‌های POC: ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی:							
		هزینه جاری:		زمین و ساختمان		تجهیزات و ماشین آلات		نیروی انسانی	
		تعداد		هزینه		تعداد		تعداد	
		هزینه		تعداد		هزینه		تعداد	
		مدت زمان اجرای فعالیت:							
		✓ پروژه‌های POC: ۱ سال ✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی: ۲ سال							
کد فعالیت:		عنوان فعالیت پیش نیاز:							

عنوان طرح: طرح موبایل ربات		کد طرح: ۱	
عنوان فعالیت: طراحی ساخت ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)		کد فعالیت: ۰۳	
نوع فعالیت: نظام نوآوری <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/>			
<p>تشریح فعالیت و هدف از اجرا:</p> <p>بویلر یکی از تجهیزات اصلی نیروگاه‌های سوخت فسیلی است و توقف کار آن سبب اختلال در فرآیند تولید نیروگاه می‌شود. بنا بر آمار، خروج بویلر اولین دلیل توقف واحدهای نیروگاه‌های سوخت فسیلی در دنیا می‌باشد. تقریباً نیمی از این خروج‌ها به خاطر نشستی لوله‌های سوپرهیتر و نیمی به خاطر نشستی لوله‌های واتروال است. حداقل ۱۲ ساعت طول می‌کشد تا بویلر آنقدر خنک شود که بتوان برای تعمیر داخل آن رفت. فاصله توقف تا راه اندازی و گرفتن بار نامی در ساده‌ترین حالت ۲۴ است. خسارت تعمیر به اضافه خسارت عدم تولید برای این مورد با توجه به تکرار آن در طول سال قابل توجه است. به همین خاطر انجام بازرسی برای پیشگیری به موقع و کاهش دفعات اشکال، دلیل منطقی برای ارائه طرح‌های بازرسی بویلر می‌باشد روبات‌های بالارونده یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مطرح در بازرسی، است. طراحی و ساخت روبات بالارونده که تجهیزات تست روی آن سوار شده برای بازرسی لوله‌های دیواره‌ای بویلر است. این وسیله می‌تواند علاوه بر حذف داربست، تضمین ایمنی و بهبود شرایط محیط کار باعث توسعه مناطق بازرسی و کامل‌تر بودن آن شود.</p> <p>اقدامات مرتبط با فعالیت:</p> <ol style="list-style-type: none"> ۱- تعریف پروژه POC ۲- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه ۳- نظارت بر پروژه POC ۴- تعریف پروژه نیمه صنعتی ۵- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی ۶- نظارت بر پروژه نیمه صنعتی 			
<p>خروجی مورد انتظار فعالیت: بومی‌سازی ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها)</p>			
شاخص ارزیابی خروجی:		منبع:	
پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی	
حدود معیار پذیرش:		پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی	
<p>مجری:</p> <p>✓ پروژه‌های POC (دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها)</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها - مراکز پژوهشی)</p>			
همکار:			
<p>بودجه تخصیصی:</p> <p>✓ پروژه‌های POC:</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی:</p>			
نیروی انسانی		زمین و ساختمان	
تجهیزات و ماشین آلات		رویداد:	
هزینه جاری:		هزینه جاری:	
تعداد	هزینه	تعداد	هزینه
مدت زمان اجرای فعالیت:			
✓ پروژه‌های POC: ۱ سال			
✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی: ۲ سال			
عنوان فعالیت پیش نیاز:		کد فعالیت:	

کد طرح: ۱	عنوان طرح : طرح ربات پرنده
<p>تشریح طرح و هدف از اجرا :</p> <p>کلیه ربات‌هایی که به هر نحو توانایی بلند شدن از زمین یا به عبارت دیگر قابلیت پرواز را داشته باشند، در این رده قرار می‌گیرند. در مورد هدایت این نوع روبات‌ها در آسمان نیز می‌توان از ارتباط بی‌سیم یا ابزارهای مشابه استفاده نمود. در بعضی از مواقع بعضی از این ربات‌ها برای انجام عملیات پروازی خاصی برنامه‌ریزی شده و به طور کاملا اتوماتیک ماموریت مورد نظر را انجام می‌دهد. برای اهدافی مانند عکس برداری هوایی، تهیه نقشه‌های زمین شناسی و حمل قطعات و ابزار آلات از این نوع ربات‌ها استفاده شده است. ربات‌های پرنده در واقع وسایل پرنده‌ی عمود پروازی هستند که به صورت خودکار، نیمه خودکار و یا دستی کنترل می‌شوند. با توجه به ابعاد کوچک، عدم نیاز به باند پرواز و فرود، قابلیت حمل اجسام و قدرت مانور بالای این ربات‌ها، امروزه کاربردهای فراوانی در بخش‌های مختلف از جمله امداد و نجات، تصویر برداری و حمل و نقل پیدا کرده است.</p> <p>بکارگیری تکنولوژی‌های جدید مانند استفاده از ربات‌ها در صنعت برق، که قادر باشند در شرایط اضطراری به متخصصان نگهداری خطوط کمک کند تا به سرعت وارد عمل شوند، هزینه‌های نهایی را کاهش خواهد داد.</p> <p>فعالیت های مرتبط با طرح :</p> <p>✓ طراحی ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (نوع پرنده)</p>	
بودجه تخصیصی :	
مدت زمان اجرای طرح : ۴۸ ماه	
کد طرح:	عنوان طرح پیش نیاز :-

عنوان طرح: طرح ربات پرنده		کد طرح: ۱	
عنوان فعالیت: طراحی ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (نوع پرنده)			
نوع فعالیت: نظام نوآوری <input type="checkbox"/> فنی <input type="checkbox"/>			
<p>تشریح فعالیت و هدف از اجرا:</p> <p>گسترش شبکه‌های انتقال به حدی رسیده که بازدید آنها توسط افراد و روش‌های بازدید عینی پر نقص و خسته کننده شده است. جهت پیشگیری از حوادث ناخواسته شبکه که خسارت‌های مالی زیادی را در پی خواهد داشت بهتر است هر چه سریع‌تر از تکنولوژی‌های پیشرفته و ربات‌ها به جای روش‌های سنتی استفاده گردد. بدون شک کارایی و خستگی ناپذیری ربات‌ها و نیز دقت بالای آنها موجب تحول شگرفی در نگهداری و بهره برداری شبکه‌های انتقال خواهد شد. خصوصاً افزایش قابلیت‌های آن در گام‌های بعدی (انجام برخی تعمیرات on line) می‌تواند خاموشی‌های اضطراری و حتی برنامه‌ریزی شده سرویس و تعمیرات شبکه را کاهش دهد. استفاده از ربات به جای روش‌های قبلی (بازدید عینی) خطوط انتقال باعث افزایش سرعت و کیفیت عیب‌یابی و حتی رفع برخی نواقص on line شبکه انتقال می‌گردد و این امر در پیشگیری از حوادث خط (قطع خط) و به تبع آن کاهش خسارت‌های فنی واقتصادی و اجتماعی بسیار موثر خواهد بود. در این راستا کسب دانش فنی طراحی و ساخت ربات بازرس خط فشار قوی (نوع پرنده) می‌تواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری را به حداقل برساند.</p> <p>اقدامات مرتبط با فعالیت:</p> <p>۲۵- تعریف پروژه POC</p> <p>۲۶- انجام فراخوان و گزینش مجری پروژه</p> <p>۲۷- نظارت بر پروژه POC</p> <p>۲۸- تعریف پروژه نیمه صنعتی</p> <p>۲۹- گزینش مجریان پروژه‌های نیمه صنعتی</p> <p>۳۰- نظارت بر انجام پروژه نیمه صنعتی</p>			
<p>خروجی مورد انتظار فعالیت: بومی‌سازی ربات بازرس خط فشار قوی (نوع پرنده)</p>			
<p>شاخص ارزیابی خروجی:</p> <p>پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی</p>		<p>حدود معیار پذیرش:</p> <p>پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی</p>	
<p>منبع:</p> <p>پیوست فنی تعریف پروژه‌های POC، نیمه صنعتی و صنعتی</p>			
<p>مجری:</p> <p>✓ پروژه‌های POC (دانشگاه‌ها - مراکز پژوهشی - شرکت‌ها)</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی (شرکت‌ها - مراکز پژوهشی)</p>			
<p>همکار:</p>			
<p>بودجه تخصیصی:</p> <p>✓ پروژه‌های POC:</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی:</p>			
<p>نیروی انسانی</p> <p>تعداد</p>		<p>زمین و ساختمان</p> <p>متراژ</p>	
<p>تجهیزات و ماشین آلات</p> <p>تعداد</p>		<p>هزینه جاری:</p> <p>تعداد</p>	
<p>هزینه</p>		<p>هزینه</p>	
<p>تعداد</p>		<p>تعداد</p>	
<p>مدت زمان اجرای فعالیت:</p> <p>✓ پروژه‌های POC: ۱ سال</p> <p>✓ پروژه‌های تولید محصول نیمه صنعتی: ۲ سال</p>			
<p>کد فعالیت:</p>		<p>عنوان فعالیت پیش نیاز:</p>	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	۱- مقدمه.....
۱.....	۲- تدوین ساختار نظارت و به‌روزرسانی، مکانیزم ارزیابی و شاخص‌های عملکردی و اثر بخشی.....
۳.....	۱-۲- شاخص‌های عملکردی و اثر بخشی.....
۳.....	۲-۲- ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند.....
۴.....	۳-۲- مکانیزم ارزیابی و به روز رسانی سند توسعه ربات‌های صنعت برق.....
۶.....	۳- نتیجه‌گیری.....

فهرست شکل‌ها

۴.....	شکل ۱- ساختار ارزیابی سند توسعه ربات‌های صنعت برق.....
۵.....	شکل ۲- مکانیزم نظارت و ارزیابی سند توسعه ربات‌های صنعت برق.....
۶.....	شکل ۳- مکانیزم به‌روزرسانی سند توسعه ربات‌های صنعت برق.....

۱- مقدمه

معمولاً هیچ تضمینی برای اینکه سیاست‌ها و برنامه‌های اتخاذ شده بتوانند به توسعه موفق فناوری منجر شوند، وجود ندارد. بنابراین، گاهی پس از آن که سیاستی اجرا شد، ذینفعان، سیاستگذاران و یا تحلیل‌گران تصمیم می‌گیرند که میزان یا چگونگی تحقق اهداف مورد نظر را ارزیابی کنند.

در این فصل به منظور ارزیابی و به‌روزرسانی پروژه‌های تعریف شده در مراحل قبل که در راستای دستیابی به اهداف سند تدوین شده‌اند، ابتدا شاخص‌های عملکردی و اثربخشی متناسب با اهداف سند تعیین شده و سپس ساختار مورد نیاز برای ارزیابی و به‌روزرسانی سند ارائه می‌گردد. نهایتاً مکانیزمی برای ارزیابی و به‌روزرسانی بیان می‌شود تا شیوه ارزیابی و به‌روزرسانی سند به صورت شماتیک مشخص گردد.

۲- تدوین ساختار نظارت و به‌روزرسانی، مکانیزم ارزیابی و شاخص‌های عملکردی و

اثربخشی

ارزیابی، بررسی نظام‌مند و هدفمند تأثیرات یک سیاست، راهکار و برنامه بر روی اهدافی است که سازمان می‌خواهد به آن‌ها دست پیدا کند.

برای ارزیابی و به‌روز رسانی، پیشنهاد می‌شود که ملاحظات زیر انجام گیرند:

- ارزیابی زمانی تأثیرگذار است که همراستا با مأموریت و اهداف برنامه باشد. برای این کار باید نقشه‌راه تدوین شده در بخش برنامه عملیاتی ارزیابی شود و میزان حرکت و پیشرفت به سمت اهداف آن بر اساس همسویی با اهداف بالادستی سنجیده شود. در اینجا می‌توان از "مدل منطقی" برای تحلیل پیامدهای تدریجی که در طول اجرای نقشه راه حاصل می‌شوند استفاده کرد. در مورد مدل منطقی در انتهای این بخش توضیحاتی ارائه شده است.
- از آن جا که مبنای ارزیابی مقایسه میان دو حالت حال و گذشته است، بر اساس سه قالب کلی می‌توان به ارزیابی سیاست و تحلیل تأثیرات آن پرداخت:

✓ مقایسه وضعیت قبل و بعد از برنامه : مقایسه وضعیت در دو نقطه یکی قبل از اجرای برنامه‌ها و دیگری بعد از

اجرا.

✓ مقایسه وضعیت در دو حالت بود یا نبود برنامه : مقایسه میان وضعیت بخش‌هایی که تحت تأثیر سیاست مورد نظر قرار گرفته‌اند با سایر بخش‌ها.

✓ مقایسه وضعیت گروه‌های کنترل و آزمایشی قبل و بعد از اجرای برنامه : مقایسه وضعیت میان دو گروه تحت کنترل (بدون اجرای سیاست‌ها) و آزمایشی (با اجرای سیاست‌ها).

با در نظر داشتن یکی از حالات مقایسه حال و گذشته، لازم است تا از یکی از این روش‌ها برای ارزیابی استفاده شود:

➤ پیمایش نوآوری: پیمایش نوآوری تصویر واضحی از وضعیت نوآوری در بنگاه‌ها را به نمایش می‌گذارد و از این طریق اطلاعات لازم برای ارزیابی سیاست‌ها را در اختیار قرار می‌دهد. این روش به بررسی عوامل مؤثر بر نوآوری فناورانه، فعالیت‌ها و هزینه‌های نوآوری در بنگاه‌ها، ویژگی‌های بنگاه نوآور و پیامدهای نوآوری می‌پردازد.

➤ استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی: این بخش شامل روش‌های زیر می‌باشد:

✓ مدل‌سازی و شبیه‌سازی اقتصاد کلان که سیاست‌گذاران به کمک آن نتایج مورد انتظار گزینه‌ها و انتخاب‌ها را تحلیل و مقایسه می‌کنند.

✓ استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی خرد که وضعیت و عملکرد یک واحد اقتصادی را بررسی می‌کنند.

✓ مدل‌های اندازه‌گیری بهره‌وری که بهره‌وری نیروی کار، یک واحد اقتصادی (سطح خرد)، یک بخش صنعتی (سطح میانی) و یا بهره‌وری یک منطقه یا کشور (سطح کلان) را بررسی می‌کنند.

➤ ارزیابی توسط خبرگان: استفاده از نظر خبرگان در مواقعی که اطلاعات و شواهد کافی وجود ندارد و ارزیابی پیامدهای برنامه‌ها و پروژه‌ها از سایر روش‌ها امکان‌پذیر نیست، تصویری کلی از کیفیت و تأثیر این سیاست‌ها ارائه می‌کند.

➤ اتخاذ تصمیم مقتضی : بر اساس نتایج بخش‌های قبل باید تصمیم مقتضی در سه قالب اقدام تدافعی، اقدام اصلاحی و یا ارزیابی مجدد فرایند گرفته شود. اگر نتیجه تحلیل، انحراف از اهداف بالادستی را نشان ندهد، تصمیم صحیح انجام اقدام تدافعی است. به این معنی که اجرای برنامه‌ها به همین صورت فعلی ادامه پیدا کند. اگر نتیجه تحلیل نمایانگر نیاز به اصلاح در بخشی از نقشه راه تدوین شده بود، اقدامات اصلاحی باید بر روی بخش‌هایی از نقشه‌راه صورت بگیرد. در نهایت اگر مفروضات کلیدی سیاست به وضوح اعتبار خود را از دست بدهند، باید به ارزیابی مجدد و تدوین دوباره نقشه راه پرداخته شود.

نظام ارزیابی و به‌روزرسانی، به منظور ارزیابی میزان تحقق اهداف و اجرای اقدامات مندرج در سند توسعه ربات‌های صنعت برق طراحی می‌گردد. به این منظور لازم است که شاخص‌هایی برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند مذکور در نظر گرفته شود. این شاخص‌ها باید به صورت دوره‌ای توسط مسئولین مرتبط اندازه‌گیری و اعلام شود.

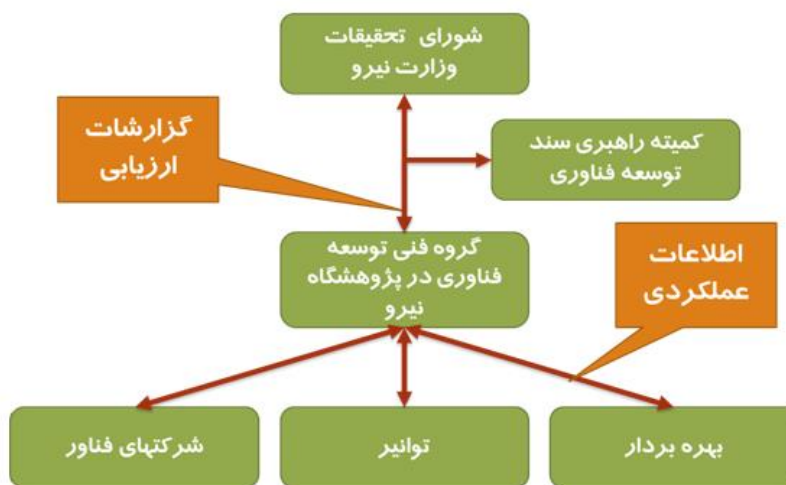
۱-۲- شاخص‌های عملکردی و اثر بخشی

بر مبنای جنس فعالیت‌های طرح، شاخص‌های زیر به عنوان شاخص سنجش عملکردی پیشنهاد می‌شود:

- شاخص توسعه فناوری: که مشتمل بر سه دسته زیر می‌باشد:
 - ✓ درصد پیشرفت واقعی (تقسیم) بر پیشرفت برنامه‌ای اقدامات و پروژه‌ها
 - ✓ میزان انحراف زمانی اقدامات و پروژه‌ها
 - ✓ میزان هزینه صورت گرفته در طرح‌ها و پروژه‌ها با توجه به پیشرفت آن‌ها
- شاخص اثربخشی یا شاخص کلیدی نیز به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات بازوی مکانیکی شستشوی مفره مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات شستشوی چراغ‌های روشنایی معابر مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات بازرس خط فشار قوی (حرکت بر روی خط فشار قوی) مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات بازرس لوله‌های دیواره بویلر (حرکت بر روی لوله‌ها) مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات بازرس خط (نوع پرنده) مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات دستی تست جوش لوله‌های بویلر مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه
- درصد پیشرفت اجرایی توسعه فناوری (بومی سازی) ربات بازرس ژنراتور مطابق با پیوست فنی تعریف پروژه

۲-۲- ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند

در شکل (۱) ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند توسعه ربات‌های صنعت برق نشان داده شده است. در این ساختار پیشنهاد می‌شود پژوهشگاه نیرو به عنوان متولی ارزیابی و گزارش‌گیری شاخص‌های مذکور در نظر گرفته شود. هر شرکت ذیصلاح دیگر نیز می‌تواند عهده‌دار این مسئولیت شود.



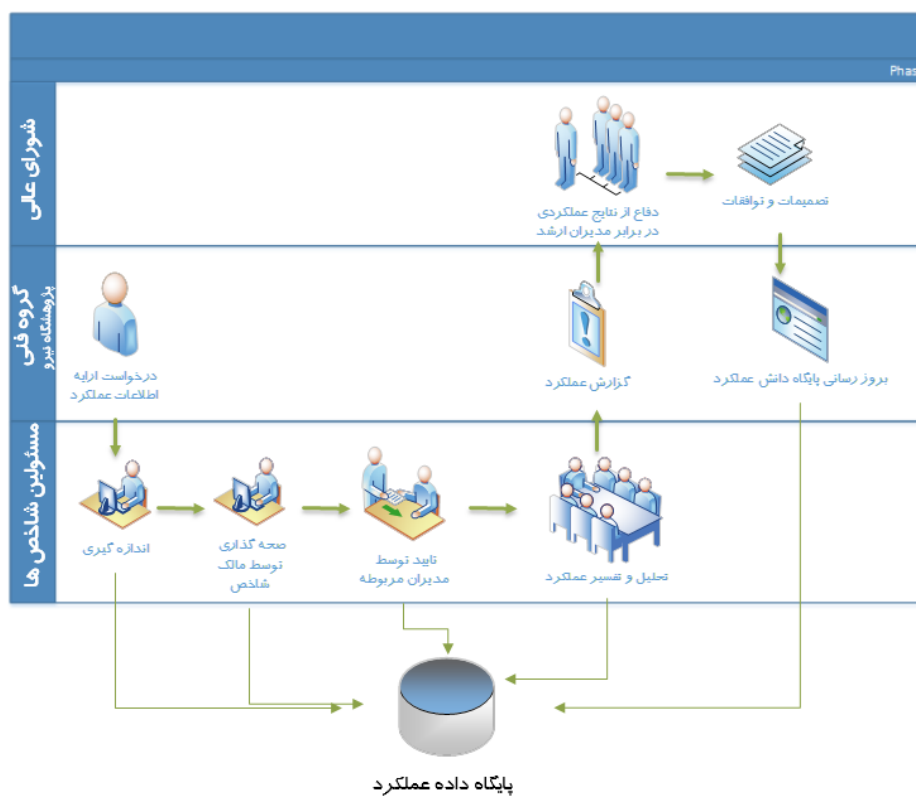
شکل ۱- ساختار ارزیابی سند توسعه ربات‌های صنعت برق

شورای تحقیقات وزارت نیرو استماع گزارش و تصویب قوانین را برعهده دارد، کمیته راهبری وظیفه بررسی عملکرد و تحلیل تاثیر محتوای به‌روزرسانی سند و پژوهشگاه نیرو بعنوان تیم فنی وظیفه درخواست بازنگری، ارسال بازنگری برای شورای عالی، اندازه‌گیری شاخص‌ها، تهیه گزارش و برگزاری جلسات کمیته راهبری را برعهده دارد. بهره‌برداران و شرکت‌های فناوری می‌بایست در اندازه‌گیری شاخص‌ها و کمک در به‌روزرسانی سند همکاری داشته باشند. بهره‌برداران توانیر و صنعت برق می‌باشد.

۲-۳- مکانیزم ارزیابی و به‌روزرسانی سند توسعه ربات‌های صنعت برق

۲-۳-۱- مکانیزم ارزیابی سند

در شکل (۲) ساختار نظارت و ارزیابی سند توسعه ربات‌های صنعت برق نشان داده شده است.



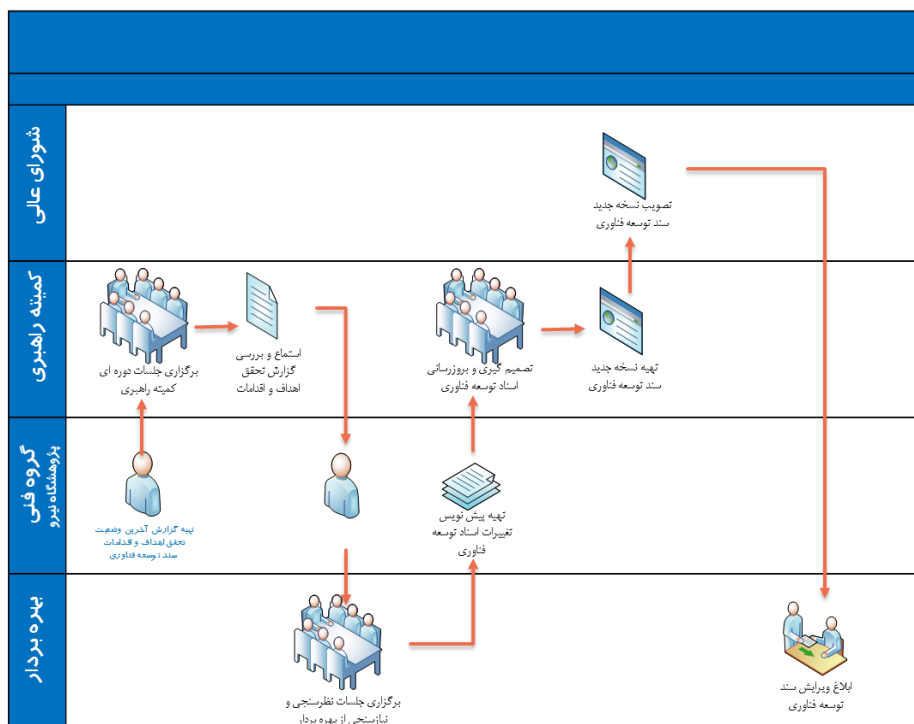
شکل ۲- مکانیزم نظارت و ارزیابی سند توسعه ربات‌های صنعت برق

۲-۳-۲- مکانیزم به‌روزرسانی سند

پیشنهاد می‌شود در این مرحله نیز گروه فنی توسعه فناوری در پژوهشگاه نیرو گزارش آخرین وضعیت تحقق اهداف و اقدامات سند توسعه ربات‌های صنعت برق را به کمیته راهبری ارائه داده و این کمیته در جلسات ادواری خود گزارش تحقق اهداف و اقدامات را بررسی می‌نماید. سپس نتایج بررسی‌های خود را مجدداً به گروه فنی جهت انجام بررسی‌های تکمیلی ارجاع می‌دهد. این گروه با دست اندرکاران نسبت به تشکیل جلسات نظرسنجی و نیازسنجی اقدام می‌کند. خروجی این جلسات منجر به تهیه پیش‌نویس تغییرات اسناد توسعه فناوری می‌گردد. این پیش‌نویس جهت تصمیم‌گیری و به‌روز رسانی اسناد توسعه فناوری به کمیته راهبری ارائه می‌شود و کمیته راهبری نسبت به تهیه نسخه جدید سند فناوری اقدام می‌کند. نهایتاً این نسخه جدید جهت تصویب به شورای عالی تحقیقات وزارت نیرو برق ارائه می‌گردد و بدین ترتیب ویرایش جدید سند توسعه ربات‌های صنعت برق ابلاغ می‌گردد.

با بررسی‌های صورت گرفته و با توجه به نوع پروژه‌های موجود در سند و شاخص‌های ارزیابی مشخص شده، پیشنهاد می‌شود فرآیند ارزیابی شاخص‌ها به صورت سه ماهه و همچنین فرآیند به‌روزرسانی سند به صورت یک سال صورت بگیرد. لذا

شاخص‌های کلیدی زیر به منظور بررسی میزان تحقق اهداف سند در بازبینی‌ها مورد بررسی قرار گرفته و سند در صورت نیاز مورد بازنگری و به‌روزرسانی قرار خواهد گرفت.



شکل ۳- مکانیزم به‌روزرسانی سند توسعه ربات‌های صنعت برق

نتیجه‌گیری

در این گزارش ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند توسعه ربات‌های صنعت برق ترسیم شد و در آن پژوهشگاه نیرو بعنوان متولی ارزیابی و گزارش‌گیری شاخص‌های مذکور پیشنهاد می‌شود. شاخص‌های عملکردی مورد نظر برای رسیدن به چشم‌انداز و اهداف کلان شامل رصد پیشرفت واقعی بر پیشرفت برنامه‌ای اقدامات و پروژه‌ها، میزان انحراف زمانی اقدامات و پروژه‌ها و میزان هزینه صورت گرفته در طرح‌ها و پروژه‌ها با توجه به پیشرفت آن‌ها می‌باشد.

روند و مکانیزم ارزیابی و به‌روزرسانی سند توسعه فناوری نیز بر اساس ساختار نظارت تعیین گردید. در روند به‌روزرسانی سند مذکور، بهره‌بردار، گروه فنی و کمیته راهبری دخالت داشته و نهایتاً نتیجه سند به‌روزرسانی شده توسط شورای تحقیقات وزارت نیرو تصویب و ابلاغ می‌شود.