پیشگفتار

گزارش حاضر مربوط به پروژه «تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق در رده‌های تولید، انتقال و توزیع» با در نظر گرفتن بخش شبیه‌ساز نرم‌افزارهای بهره‌برداری شبکه است.

این گزارش در قالب یک مقدمه، پنج فصل، دو پیوست و مراجع تدوین شده است. عناوین سر فصل‌های گزارش عبارتند از:

- مقدمه
- فصل اول– تدوین مبانی سند توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق
- فصل دوم– هوشمندی فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق
- فصل سوم– تدوین ارکان جهت ساز نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق
- فصل چهارم– تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌های نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق
- فصل پنجم– تدوین رهنگاشت (نقشه راه) و برنامه عملیاتی نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق
- نتیجه گیری
- پیوست اول – صورتجلسات
- پیوست دوم – پرسشنامه‌ها
- مراجع

این گزارش توسط امیر توکلی، صبا رنجبر و کاوه پورمستدام در گروه پژوهشی کامپیوتر پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه پژوهشگاه نیرو در دی ماه ۱۳۹۳ تهیه شده است. در تهیه این گزارش شرکت مدیریت روشمند به عنوان مشاور در پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه شبیه‌سازهای صنعت برق همکاری داشته است. همچنین نظارت بر تدوین سند راهبردی و نقشه راه در طول پروژه بر عهده کمیته راهبری طرح بوده است. کمیته راهبری شامل اعضای هیات علمی دانشگاه، نمایندگان صنعت و نمایندگانی از شرکت توانیر، برق‌های منطقه‌ای و وزارت نیرو می‌باشد که وظیفه نظارت بر تهیه و تدوین سند و نقشه راه و راهنمایی تیم کارشناسی را بر عهده دارد.

مهمترین وظایف کمیته راهبری عبارتند از:

- هدایت و راهبری تدوین نقشه راه طرح
- بررسی اصلاح و تایید هر یک از بخش های تدوین سند راهبردی

- بسترسازی جهت اجرایی شدن پروژه های مورد نظر در نقشه راه طرح
- کنترل عملکرد مجری طرح، تیم فنی و تیم مشاور مدیریت فناوری
- نظارت بر اجرای مراحل تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری
- کمک و تسهیل در فرآیند تدوین سند راهبردی به طرق مختلف از قبیل برقراری ارتباط با ذی‌نفعان کلیدی

اعضای کمیته راهبری

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام موسسه
۱	مهندس قاسم کرمی	شرکت موج نیرو
۲	دکتر محمد رضا آقا محمدی	دانشگاه شهید بهشتی
۳	دکتر داود غرویان	دانشگاه شهید بهشتی
۴	مهندس مازیار جمشیدی	شرکت مدیریت شبکه برق ایران
۵	مهندس حمیدرضا فیروزی	شرکت مدیریت شبکه برق ایران
۶	مهندس سید رضا رکنیان	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۷	مهندس ایرج ذاکر عنبرانی	شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۸	مهندس علی عامری	شرکت کرمان تابلو

همکاران مشاور مدیریت فناوری

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام موسسه
۱	مهندس عادل فیض	شرکت مدیریت روشمند
۲	مهندس شقایق شیرخانی	شرکت مدیریت روشمند
۳	مهندس وحید خانزاده	شرکت مدیریت روشمند

همکاران تیم فنی

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت
۱	مهندس کاوه پورمستدام	مدیر پروژه
۲	مهندس امیر توکلی	کارشناس پروژه
۳	مهندس فرزانه مرتضوی	کارشناس پروژه
۴	مهندس نگار زمانزاده	کارشناس پروژه
۵	مهندس صبا رنجبر	کارشناس پروژه

فهرست مطالب

مقدمه ۲

تعریف فناوری ۳

چارچوب کلی ۴

تدوین مبانی طرح ۵

هوشمندی فناوری ۵

تدوین ارکان جهت‌ساز ۵

تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها ۶

نقشه‌راه و برنامه عملیاتی ۶

تدوین برنامه ارزیابی و به روز رسانی ۶

فصل اول تدوین مبانی سند توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۸

۱-۱ تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات ۹

۱-۱-۱ تبیین سطح تحلیل ۹

۱-۱-۱-۱ اهمیت و ضرورت توسعه فناوری شبیه‌سازهای بهره‌برداری ۱۶

۱-۱-۱-۲ منافع اجتماعی- اقتصادی حاصل ازتوسعه ۱۷

۱-۱-۱-۳ بررسی وضعیت به کارگیری شبیه‌سازهای بهره‌برداری ۱۷

۱-۱-۱-۴ برآورد اندازه بازار بالقوه شبیه‌ساز در کشور ۲۶

۱-۱-۱-۵ بازیگران و نهادهای کلیدی ۲۷

۱-۱-۲ تبیین افق زمانی تحلیل ۳۱

۱-۱-۳ مرزبندی فنی یا توصیفی ۳۲

۱-۲ تبیین مشخصه‌های فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۳۶

۱-۲-۱ ابعاد ماهیت ۳۷

فصل دوم هوشمندی فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۴۲

۲-۱ شناسایی حوزه‌های فناورانه نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۴۳

۲-۱-۱ فناوریهای پایه مورد نیاز ۴۳

۲-۱-۲ اجزای سیستم نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه ۴۳

۲-۱-۳ سطح پیچیدگی فناوری شبیه‌ساز ۴۸

۲-۱-۳-۱ معرفی روش اطلس ۴۹

۲-۱-۴ مطالعه سطح آمادگی فناوری شبیه‌ساز در کشور ۶۰

۲-۱-۴-۱ برگزاری کارگاه درباره سطح آمادگی فناوری (TRL) شبیه‌ساز در کشور ۶۲

۲-۱-۵ چرخه عمر ۶۴

۲-۱-۵-۱ معرفی روش تعیین چرخه عمر ۶۵

۲-۱-۵-۲ میزان فعالیت‌های نوآورانه در طول چرخه عمر یک فناوری ۶۸

۲-۱-۵-۳ نظر سنجی از خبرگان درباره دوره عمر فناوری ۶۸

۲-۲ آینده پژوهی فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۷۱

۲-۲-۱ پروژه تهیه نقشه راه مدل سازی سریع EPRI ۷۱

۲-۲-۱-۱ عملکردهای کلیدی در شبکه توزیع ۷۵

۲-۲-۱-۲ ارزیابی محرک‌ها ۷۵

۲-۲-۱-۳ ایجاد سناریوها ۷۶

۲-۲-۱-۴ مشارکت شبیه‌ساز و مدلسازی سریع توزیع DFSM ۷۷

۲-۲-۱-۵ تهیه نقشه راه ۸۱

۲-۲-۲ پروژه DART ۸۳

۲-۲-۲-۱ نیازهای محاسباتی سیستم DART ۸۷

۲-۲-۳ نرم افزار شبیه‌ساز GridLAB-D ۹۰

۲-۲-۳-۱ قابلیت‌های نرم‌افزارGridLAB-D ۹۲

۲-۲-۴ نتیجه گیری آینده‌پژوهی ۹۵

فصل سوم تدوین ارکان جهت ساز نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۹۶

۳-۱ تدوین چشم‌انداز فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۹۷

۳-۲ تعیین اهداف کلان توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۱۰۱

۳-۳ تدوین راهبردهای توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۱۰۵

۳-۳-۱ سبک‌های اکتساب فناوری ۱۰۶

۳-۳-۲ روش‌های انتقال فناوری ۱۰۷

۳-۳-۲-۱ کانال های عمومی ۱۰۷

۳-۳-۲-۲ کانال های مهندسی معکوس ۱۰۷

۳-۳-۲-۳ کانال های برنامه‌ریزی شده ۱۰۷

۳-۳-۳ نظر سنجی از خبرگان در مورد استراتژی اکتساب فناوری ۱۰۸

۳-۳-۴ استراتژی توسعه فناوری در حوزه نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۱۰

۳-۳-۵ مقایسه میان رویکردها ۱۱۳

۳-۳-۶ مشخصات استراتژی اقدام محور در زمینه توسعه فناوری ۱۱۸

فصل چهارم تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌های نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۱۲۰

۴-۱ تدوین اهداف خرد (کمی و کیفی) ۱۲۱

۴-۱-۱ ایجاد زیرساخت نظام نوآوری ۱۲۱

۴-۱-۲ پیاده‌سازی اولیه فناوری ۱۲۲

۴-۱-۳ شروع به‌کارگیری نرم‌افزار ۱۲۲

۴-۱-۴ توسعه کاربرد فناوری ۱۲۲

۴-۱-۵ تجهیز کل شبکه به نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ۱۲۳

۴-۲ تدوین اقدامات و سیاست‌های اجرایی ۱۲۳

۴-۲-۱ کارآفرینی ۱۲۳

۴-۲-۲ خلق دانش ۱۲۴

۴-۲-۳ انشار دانش ۱۲۴

۴-۲-۴ جهت دهی به سیستم ۱۲۵

۴-۲-۵ بازار سازی ۱۲۶

۴-۲-۶ مشروعیت بخشی ۱۲۶

۴-۲-۷ بسیج منابع ۱۲۷

فصل پنجم تدوین ره‌نگاشت (نقشه راه) و برنامه عملیاتی نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق ۱۳۰

۵-۱ تدوین پروژه‌های اجرایی ۱۳۱

۵-۱-۱ پروژه ارزیابی توجه فنی و اقتصادی ۱۳۲

۵-۱-۲ تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه ۱۳۳

۵-۱-۳ تشکیل تیم علمی و فنی ۱۳۳

۵-۱-۴ طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری ۱۳۴

۵-۱-۵ تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۳۵

۵-۱-۶ تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی ۱۳۵

۵-۱-۷ ایجاد آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۳۶

۵-۱-۸ شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی ۱۳۷

۵-۱-۹ اجرای دو طرح پایلوت ۱۳۸

۵-۱-۱۰ سمینار سالانه معرفی فناوری ۱۳۸

۵-۱-۱۱ به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها ۱۳۹

۵-۱-۱۲ طرح ملی آموزش به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ۱۴۰

۵-۱-۱۳ طراحی مدل SAAS جهت خرید نرم‌افزار ۱۴۰

۵-۱-۱۴ پروژه توسعه نرم‌افزار تحلیلگر شبکه بهره‌برداری ۱۴۱

۵-۱-۱۵ اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری(EMS) ۱۴۲

۵-۱-۱۶ پروژه توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر بهره‌برداری شبکه ۱۴۳

۵-۱-۱۷ اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) ۱۴۴

۵-۱-۱۸ بهینه‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران ۱۴۴

۵-۱-۱۹ بهینه‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران ۱۴۵

۵-۱-۲۰ تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۴۶

۵-۱-۲۱ اجرای مدل SAAS خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۴۷

۵-۱-۲۲ اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی ۱۴۸

۵-۲ بودجه ریزی و زمانبندی ۱۴۸

۵-۲-۱ ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی بکار گیری شبیه‌ساز ۱۴۹

۵-۲-۲ تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه فناوری های شبیه‌ساز صنعت برق ۱۴۹

۵-۲-۳ تشکیل تیم فنی به منظور تکمیل دانش فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری شبیه‌ساز ۱۵۰

۵-۲-۴ تهیه معماری ملی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری ۱۵۰

۵-۲-۵ تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ۱۵۱

۵-۲-۶ تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی ۱۵۲

۵-۲-۷ ایجاد آزمایشگاه مرجع تست و ارزیابی نرم‌افزار در پژوهشگاه نیرو ۱۵۲

۵-۲-۸ شناسایی و ارزیابی شرکتهای داخلی توانمند ۱۵۳

۵-۲-۹ اجرای دو طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری ۱۵۴

۵-۲-۱۰ برگزاری سمینار سالانه معرفی فناوری های شبیه‌ساز برای بهره برداران ۱۵۴

۵-۲-۱۱ اجرای طرح پژوهشی به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها در سطح ملی ۱۵۵

۵-۲-۱۲ اجرای طرح ملی اجباری آموزش به کارگیری نرم‌افزار های شبیه‌ساز ۱۵۵

۵-۲-۱۳ طراحی روشی جهت خرید نرم‌افزار به صورت سرویس اجاره‌ای ۱۵۶

۵-۲-۱۴ پروژه توسعه فناوری نرم‌افزار تحلیلگر شبکه بهره‌برداری ۱۵۷

۵-۲-۱۵ پروژه اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS) ۱۵۸

۵-۲-۱۶ پروژه توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر بهره‌برداری ۱۵۸

۵-۲-۱۷ پروژه اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) ۱۵۹

۵-۲-۱۸ پروژه به‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران ۱۶۰

۵-۲-۱۹ پروژه به‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران ۱۶۱

۵-۲-۲۰ تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۶۲

۵-۲-۲۱ اجرای مدل SAAS خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۶۳

۵-۲-۲۲ اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی ۱۶۴

۵-۳ تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب) ۱۶۵

۵-۴ ترسیم رهنگاشت ۱۶۸

نتیجه‌گیری ۱۷۴

پیوست اول صورتجلسات ۱۸۲

صورت جلسه اول کمیته راهبری ۱۸۳

صورت جلسه دوم کمیته راهبری ۱۸۶

صورت جلسه بررسی اقدامات آتی پروژه ۱۸۷

صورت جلسه سوم کمیته راهبری ۱۸۹

صورت جلسه چهارم کمیته راهبری ۱۹۰

صورت جلسه هماهنگی برای برگزاری کمیته راهبری ۱۹۳

پیوست دوم پرسشنامه‌ها ۱۹۶

پرسشگری از آقای مهندس تیموری – شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ ۱۹۷

پرسشگری از آقای مهندس مدنی – شرکت توزیع نیروی برق نواحی تهران ۲۰۰

پرسشگری از آقای مهندس افشار – شرکت توزیع نیروی برق مشهد ۲۰۳

پرسشگری از آقای مهندس رکنیان – شرکت برق منطقه‌ای اصفهان ۲۰۶

پرسشگری از آقای مهندس سبحانی – شرکت برق منطقه‌ای غرب ۲۰۸

پرسشگری از آقای مهندس حقیقی – شرکت برق منطقه‌ای فارس ۲۱۰

مراجع ۲۱۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ محدوده شبیه‌سازهای صنعت برق ۱۰

شکل ۱-۲ نمودار نسبت مراکز مجهز به سیستم‌های اسکادا و شبیه‌ساز ۲۴

شکل ۱-۳ نمودار نسبت برندهای سیستم‌های اسکادا در کشور ۲۵

شکل ۱-۴ نمودار وضعیت برندهای سیستم‌های شبیه‌ساز موجود در بازار ایران ۲۵

شکل ۱-۵ درخت فناوری شبیه‌سازهای صنایع مختلف ۳۳

شکل ۱-۶ درخت فناوری شبیه‌سازهای صنعت برق از دیدکاربرد ۳۵

شکل ۲-۱ نمودار بلوکی اجزای شبیه‌ساز آموزشی شبکه برق ۴۷

شکل ۲-۲ نمودار بلوکی اجزای شبیه‌ساز تخمین حالت و پیش‌بینی وضعیت آتی شبکه برق ۴۷

شکل ۲-۳ درخت فناوری اجزای نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق ۴۸

شکل ۲-۴ نمونه‌ای از نمودار اطلس به صورت کلی بدون وارد کردن پارامترها ۵۶

شکل ۲-۵ نمودار اطلس اسکادا ۵۸

شکل ۲-۶ نمودار اطلس فناوری شبیه‌ساز ۵۹

شکل ۲-۷ نمودار ارزیابی عدد کلی پیچیدگی اسکادا و شبیه‌ساز ۶۰

شکل ۲-۸ سطوح آمادگی تکنولوژی ارائه شده توسط ناسا ۶۲

شکل ۲-۹ نمودار چرخه عمر فناوری ۶۶

شکل ۲-۱۰ سلسله مراتب هوشمندی سیستم ۸۶

شکل ۲-۱۱ نحوه مشارکت عملگرها در سطوح مختلف ۸۸

شکل ۲-۱۲ به تصویر کشیدن قابلیت‌های شبیه‌ساز سیستم DART برای عملکرد Look ahead ۸۸

شکل ۲-۱۳ حوزه‌های تحت پوشش نرم‌افزار GridLAB-D ۹۱

شکل ۲-۱۴ تصویری از صفحات نرم‌افزار شبیه‌ساز GridLAB-D ۹۴

شکل ۳-۱ چشم انداز توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۰۰

شکل ۳-۲ اهداف کلان توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور ۱۰۲

شکل ۳-۳ هدف گذاری تامین نرم‌افزار شبیه‌سازی بهره‌برداری شبکه توسط بهره برداران ۱۰۴

شکل ۳-۴ طیف تصمیم گیری درباره استراتژی اکتساب فناوری ۱۰۶

شکل ۳-۵ جزییات طیف اکتساب فناوری [۱۷] ۱۰۷

شکل ۳-۶ مدل مفهومی فرآیند انتخاب استراتژی اکتساب فناوری ۱۰۹

شکل ۳-۷ نمودار تعیین رویکرد توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ۱۱۱

شکل ۳-۸ نمودار تعیین توسعه فناوری در حوزه نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۱۲

شکل ۴-۱ اجزا سیاست گذاری توسعه فناوری ۱۲۳

شکل ۵-۱ نقشه راه توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور ۱۷۲

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱ خبرگان مورد مشورت قرار گرفته در رده تولید نیرو ۱۱

جدول ۱-۲ خبرگان مورد مشورت قرار گرفته در رده انتقال و فوق توزیع ۱۳

جدول ۱-۳ خبرگان مورد مشورت قرار گرفته در رده توزیع ۱۴

جدول ۱-۴ مراکز دیسپاچینگ ملی و انتقال کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز ۱۸

جدول ۱-۵ مراکز دیسپاچینگ فوق توزیع کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز ۱۸

جدول ۱-۶ مراکز دیسپاچینگ توزیع کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز ۲۱

جدول ۱-۷ تعداد مراکز دیسپاچینگ کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز ۲۳

جدول ۱-۸ قیمت‌های نرم‌افزار شبیه‌ساز خریداری شده از خارج از کشور ۲۶

جدول ۲-۱ طیف کلی درجه بندی میزان پیچیدگی در هر یک ازچهار بعد ۵۰

جدول ۲-۲ پیچیدگی فرآیند تولید و اجزا ۵۱

جدول ۲-۳ درجات پیچیدگی و توانائیهای انسانی ۵۲

جدول ۲-۴ درجات پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی ۵۳

جدول ۲-۵ درجات پیچیدگی سازماندهی و مدیریت ۵۴

جدول ۲-۶ نتایج نظرسنجی از خبرگان درباره سطح آمادگی فناوری شبیه‌ساز ۶۴

جدول ۲-۷ ریز نظر سنجی درمورد چرخه عمر اسکادا و شبیه‌ساز ۷۰

جدول ۲-۸ نتایج نظر سنجی در مورد چرخه عمر اسکادا و شبیه‌ساز ۷۱

جدول ۲-۹ سیکل‌های اجرایی سیستم DART ۸۷

جدول ۲-۱۰ منابع مورد نیاز برای زیرساخت DART ۸۹

جدول ۳-۱ نتایج نظر سنجی از خبرگان در مورد استراتژی اکتساب فناوری اسکادا و شبیه‌ساز ۱۱۰

جدول ۳-۲ مقایسه هدف در رویکردهای مختلف توسعه فناوری ۱۱۴

جدول ۳-۳ مقایسه زمانبندی ورود در رویکردهای مختلف توسعه فناوری ۱۱۴

جدول ۳-۴ مقایسه ضرورت اولویت بندی در رویکردهای مختلف توسعه فناوری..... ۱۱۵

جدول ۳-۵ مقایسه نقش دولت در رویکردهای مختلف توسعه فناوری ۱۱۵

جدول ۳-۶ مقایسه ساختار نهادی محوری در رویکردهای مختلف توسعه فناوری ۱۱۶

جدول ۳-۷ مقایسه نوع و الگوی نوآوری در رویکردهای مختلف توسعه فناوری ۱۱۶

جدول ۳-۸ مقایسه سطح شبکه‌سازی در رویکردهای مختلف توسعه فناوری..... ۱۱۷

جدول ۳-۹ مقایسه نیروهای پیشران در رویکردهای مختلف توسعه فناوری..... ۱۱۷

جدول ۳-۱۰ مقایسه سبک اکتساب در رویکردهای مختلف توسعه فناوری..... ۱۱۷

جدول ۳-۱۱ مشخصات استراتژی اقدام محور ۱۱۸

جدول ۴-۱ سیاست ها و اقدامات توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در کشور ۱۲۷

جدول ۵-۱ فعالیت‌ها، هزینه و زمان ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی بکار گیری شبیه‌ساز ۱۴۹

جدول ۵-۲ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه فناوری های شبیه‌ساز ۱۵۰

جدول ۵-۳ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تشکیل تیم فنی ۱۵۰

جدول ۵-۴ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تهیه معماری ملی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری..... ۱۵۱

جدول ۵-۵ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز..... ۱۵۱

جدول ۵-۶ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی ۱۵۲

جدول ۵-۷ فعالیت‌ها، هزینه و زمان ایجاد آزمایشگاه مرجع تست و ارزیابی نرم‌افزار..... ۱۵۳

جدول ۵-۸ فعالیت‌ها، هزینه و زمان شناسایی و ارزیابی شرکتهای داخلی ۱۵۳

جدول ۵-۹ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اجرای دو طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۵۴

جدول ۵-۱۰ فعالیت‌ها، هزینه و زمان برگزاری سمینار سالانه فناوری های شبیه‌ساز..... ۱۵۴

جدول ۵-۱۱ فعالیت‌ها، هزینه و زمان طرح پژوهشی به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها ۱۵۵

جدول ۵-۱۲ فعالیت‌ها، هزینه و زمان طرح ملی اجباری آموزش به کارگیری نرم‌افزار های شبیه‌ساز..... ۱۵۵

جدول ۵-۱۳ فعالیت‌ها، هزینه و زمان طراحی روشی جهت خرید نرم‌افزار به صورت سرویس اجاره‌ای..... ۱۵۶

جدول ۵-۱۴ فعالیت‌ها، هزینه و زمان توسعه فناوری نرم‌افزار تحلیلگر شبکه ۱۵۷

جدول ۵-۱۵ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS) ۱۵۸

جدول ۵-۱۶ فعالیت‌ها، هزینه و زمان توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر ۱۵۹

جدول ۵-۱۷ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) ۱۶۰

جدول ۵-۱۸ فعالیت‌ها، هزینه و زمان به‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران ۱۶۱

جدول ۵-۱۹ فعالیت‌ها، هزینه و زمان به‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران ۱۶۲

جدول ۵-۲۰ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۶۳

جدول ۵-۲۱ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اجرای مدل SAAS خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز ۱۶۴

جدول ۵-۲۲ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی ۱۶۵

جدول ۵-۲۳ تقسیم کار ملی طرح نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ۱۶۵

مقدمه

امروزه هیچ تردیدی در مورد نقش اساسی فناوری در زندگی بشر و اثر روزافزون آن در تحولات آینده جوامع بشری وجود ندارد. از این رو به طور مداوم پروژه‌های فناورانه فراوانی در سطوح مختلف (از سطح یک بنگاه یا مرکز تحقیقاتی تا سطح یک کشور و یا فراتر از آن) تعریف شده و اجرا می‌شوند. اجرای موفق یک پروژه فناورانه نیازمند طی کردن مراحل خاصی است که در این گزارش به طور مدون معرفی شده‌اند. در این بخش ابتدا تعریفی از فناوری ارائه می‌شود. سپس مراحل تدوین نقشه راه فناوری برای یک پروژه فناورانه به طور مختصر معرفی شده و در ادامه هر یک از این مراحل به تفصیل شرح داده می‌شوند.

تعریف فناوری

با وجود نقش کلیدی که امروزه فناوری در زندگی انسان‌ها ایفا می‌کند و در آینده نیز ایفا خواهد کرد، هنوز درک واحدی از این مفهوم در اذهان وجود ندارد و لذا در ابتدای گزارش یک تعریف نسبتا دقیق و شفاف از فناوری ارائه می‌شود.

واژه تکنولوژی (فناوری) ریشه یونانی دارد و از ترکیب دو کلمه زیر حاصل شده است:

Techno، به معنای فن و هنری که قبلا وجود نداشته و به دست بشر ایجاد شده است و Logia، به معنای شناخت، تعقل و تدبیر اندیشی است.

به این ترتیب فناوری از نظر لغوی به معنی مصنوع بشری است که به هدف خاصی ساخته شده است. در ادبیات مدیریت فناوری، تعاریف و تعابیر مختلفی از فناوری ارائه شده است که نشان‌دهنده دیدگاه‌های متفاوت محققین و صاحب‌نظران این رشته است. اکثر محققین بر این نکته اتفاق نظر دارند که فناوری عبارت است از کاربرد علم در جهت مرتفع کردن نیازهای زندگی انسان. برخی علاوه بر علم، تجارب و مهارت‌های انسان را نیز به مؤلفه‌های فناوری اضافه کرده‌اند. بدین ترتیب فناوری عبارت است از دانش و مهارت‌های لازم برای تولید کالا یا ارائه خدمات که حاصل قدرت فکری و شناخت انسان و ترکیب قانون‌های موجود در طبیعت می‌باشد. دسته‌ای از تعاریف به جزء سومی اشاره کرده و فناوری را مجموعه‌ای از ابزار[1]، مهارت‌ها[2] و دانش اطلاعات[3] معرفی نموده‌اند و بالاخره عده‌ای از محققین معتقدند که وجود سه جزء فوق شرط لازم برای فناوری است

[1] Technoware/Hardware

[2] Humanware/Brainware

[3] Infoware/Software

ولی شرط کافی نیست. به همین دلیل هماهنگی میان اجزاء به منظور استفاده مؤثر و کارآ از فناوری در انجام امور ضروری است. به همین دلیل، جزء چهارمی در نظر می‌گیرند که از آن تحت عنوان سازمان‌افزار[1] یاد می‌شود. این مؤلفه از فناوری به هنر استفاده از ابزار، مهارت‌ها و دانش اطلاعات موجود برای تحقق اهداف سازمان مربوط می‌شود.[۱]

چارچوب کلی

در محیط پویای دنیای امروز، هدایت مسیر توسعه فناوری و یا یک پروژه فناورانه که شامل هدف‌گذاری، اتخاذ راهبردها و تدوین سیاست‌ها است، لازمه‌ی توسعه موفق آن به شمار می‌رود. برای هدایت صحیح یک پروژه فناورانه لازم است که فرایند خاصی طی شود. طراحی این فرایند نیازمند در نظر داشتن الزاماتی است که در ادامه معرفی می‌شوند:

۱- مشخص کردن فرایندهای مقدماتی شامل فرض‌های اساسی و افق زمانی

۲- ارائه تصویری از وضعیت موجود و نیز ویژگی‌های فناوری مورد مطالعه

۳- ترسیم وضع مطلوب از طریق تعیین چشم‌انداز و اهداف خرد و کلان

۴- ارائه راه حل برای رسیدن از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب از طریق راهبردها، اقدامات و سیاست‌ها

۵- وجود فرایندهایی برای پایش مستمر و اعمال تغییرات پدید آمده در برنامه‌ریزی‌ها

به منظور پوشش این نیازها، فرایند طراحی شده باید متشکل از ۶ بخش اصلی باشد.این شش بخش عبارتند از:

۱- تدوین مبانی طرح

۲- هوشمندی فناوری

۳- تدوین ارکان جهت ساز

۴- تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها

۵- نقشه راه و برنامه عملیاتی

[1] Orgaware

۶- تدوین برنامه ارزیابی و بروز رسانی

تدوین مبانی طرح

اولین بخش شامل طرح مقدمات لازم برای تدوین نقشه راه انجام پروژه فناورانه می‌باشد. در این بخش ویژگی‌های ذاتی فناوری مورد بررسی، سیستمی که فناوری در آن توسعه خواهد یافت و دیدگاه مدیران و سیاست‌گذاران مرتبط با توسعه فناوری در مورد سطح تحلیل و گستره زمانی و محتوایی آن تشریح می‌شوند. این بخش به مدیران و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا بهتر در مورد سایر جهت‌گیری‌های خرد و کلان تصمیم‌گیری نمایند. مؤلفه‌های تشکیل دهنده این بخش عبارتند از تبیین مشخصه‌های فناوری و شناخت ابعاد موضوع و محدوده طرح.[۲]

هوشمندی فناوری

شناخت فناوری مورد مطالعه و آینده‌های محتمل مربوط به آن بخشی از فرایند برنامه‌ریزی توسعه فناوری در سطح یک بنگاه یا در سطح ملی می‌باشد و منجر به این می‌شود که برنامه‌ریزی از حالت منفعلانه به حالت فعالانه تبدیل شود. نتایج حاصل از این بخش بر جهت‌گیری‌های خرد و کلان تأثیرگذار خواهند بود. این بخش از ترکیب دو مؤلفه شناسایی حوزه‌های فناورانه و آینده پژوهی فناوری حاصل می‌گردد.[۲]

تدوین ارکان جهت‌ساز

این مرحله اولین مرحله در تصمیم‌گیری‌های راهبردی است که در آن جهت‌گیری‌های کلانی که هدایت کننده کلیه تصمیمات و برنامه‌های بعدی هستند مشخص می‌شوند. در این بخش آینده‌ای مطلوب بر اساس اهدافی خاص برای توسعه فناوری ترسیم می‌گردد. این آینده‌ی مطلوب در قالب چشم‌انداز فناوری، اهداف کلان توسعه فناوری، راهبردهای توسعه فناوری و سیاست‌های کلان توسعه فناوری تعریف می‌شود.[۲]

تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها

این بخش تعیین‌کننده‌ی مجموعه اهداف، اقدامات و سیاست‌های اجرایی میانی و خرد هستند که برای رسیدن به چشم‌انداز و اهداف کلان ترسیم شده ضروری هستند. این جهت‌گیری‌ها باید در چارچوب راهبردها و سیاست‌های کلان تعیین شده در مرحله قبل باشند. اجزای تشکیل دهنده این مؤلفه عبارتند از تدوین اهداف خرد (کمی و کیفی)، تدوین اقدامات و تدوین سیاست‌های اجرایی.[۲]

نقشه‌راه و برنامه عملیاتی

این بخش به دنبال اجرا نمودن جهت‌گیری های خرد و کلان طراحی شده در قالب برنامه عملیاتی است. اجرایی شدن جهت‌گیری‌های خرد و کلان با تدوین پروژه‌های در سطح ملی/بنگاه، بودجه ریزی و زمان‌بندی آنها، انجام یک تقسیم‌کار ملی (نگاشت نهادی) (در مورد پروژه‌های در سطح ملی)، تخصیص بودجه، زمان‌بندی و ترسیم نقشه‌راه برای یکپارچه کردن برنامه‌ها، محقق می‌شود.[۲]

تدوین برنامه ارزیابی و به روز رسانی

توسعه موفق فناوری نیازمند بازبینی سیاست‌ها و برنامه‌ها در دوره‌های زمانی معین است. به منظور حفظ پویایی، آگاهی از میزان تأثیر راهبردها و نیز سطح برآورده شدن اهداف، لازم است تا چارچوبی برای ارزیابی روند توسعه فناوری معین گردد. [۲] هدف از انجام این پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه برای نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه در سطوح انتقال، فوق توزیع و توزیع می‌باشد. نرم‌افزارهای شبیه‌ساز شبکه برق شامل نرم‌افزارهای شبیه‌سازی در رده تولید نیروی برق نیز می‌باشد. این نرم‌افزارها وظیفه شبیه‌سازی فرایندهای تولید نیروی برق در نیروگاه‌ها را بر عهده دارند. از آنجا که این نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در طرح «سیستم کنترل نیروگاه» به موازات این طرح در پژوهشگاه نیرو در حال انجام بود، این نوع از شبیه‌سازها در این طرح در نظر گرفته نشده‌اند.

از آنجا که عنوان شبیه‌سازهای صنعت برق بسیار وسیع به نظر می‌رسد به منظور محدود کردن حیطه شبیه‌سازهایی که در این طرح باید به بررسی آنها پرداخته شود بررسی‌های و مشورت‌های زیادی با خبرگان صنعت برق انجام گرفته است. این کارشناسان از رده‌های مختلف صنعت برق مانند تولید (نیروگاه‌ها)، انتقال، فوق توزیع و توزیع انتخاب شده‌اند و نظرات آنها برای تعیین محدوده طرح جمع آوری شده است.

شبیه‌سازها را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف دسته‌بندی کرد. به عنوان نمونه می‌توان حیطه استفاده از شبیه‌سازها را ملاک دسته‌بندی قرار داد. از این دیدگاه در این طرح تنها شبیه‌سازهایی که در صنعت برق مورد استفاده قرار می‌گیرند مورد بررسی قرار گرفته‌اند و شبیه‌سازهای مورد استفاده در سایر صنایع مانند پتروشیمی، نفت، گاز و ... بررسی نشده‌اند. از دیدگاه دیگر امکان دسته‌بندی شبیه‌سازها به دو دسته شبیه‌سازهای سخت افزاری و شبیه‌سازهای نرم‌افزاری وجود دارد که در این طرح بنا به نظر کمیته راهبری طرح تنها شبیه‌سازهای نرم‌افزاری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

فصل اول

تدوین مبانی سند توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

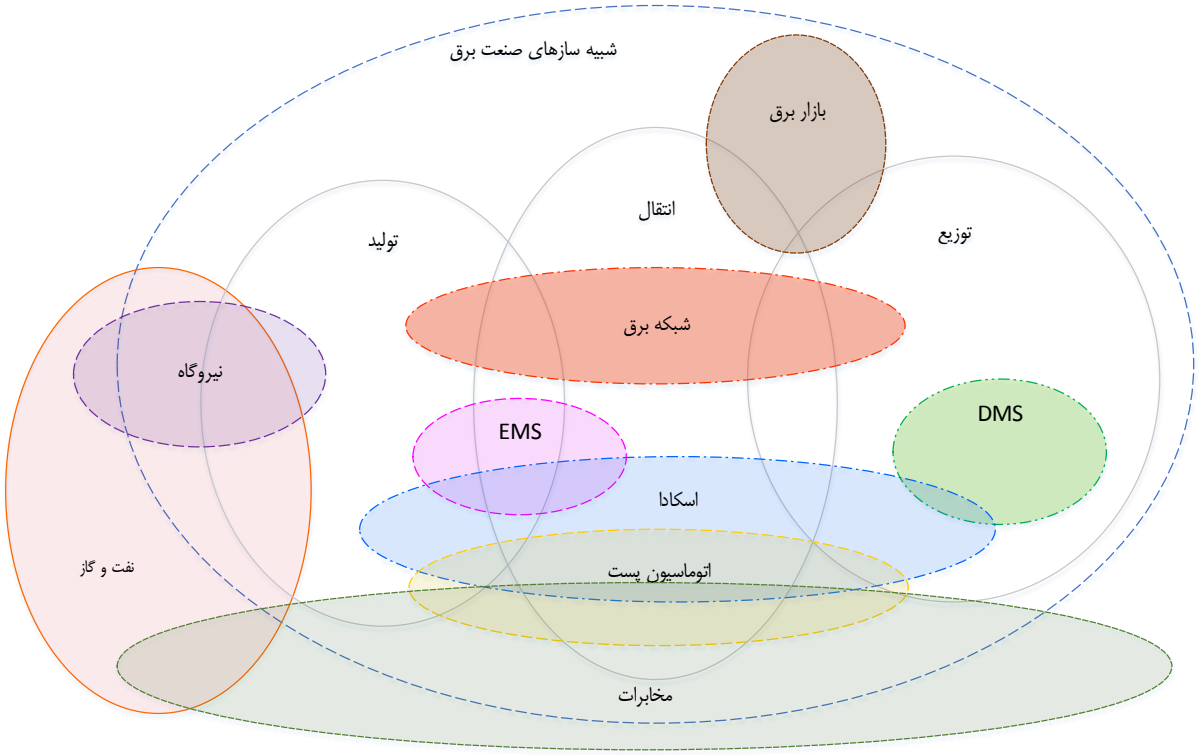
شبیه‌سازهای صنعت برق گستره وسیعی را در بر می‌گیرند و در گام نخست برای تدوین سند راهبردی و نقشه راه شبیه‌سازها باید محدوده موضوع به درستی مشخص گردد. به این منظور مشورت‌هایی با خبرگان صنعت برق و کارشناسان این صنعت انجام شده است. در حد امکان سعی شد تا افرادی که انتخاب می‌شوند از حوزه‌های مختلف صنعت برق نظیر تولید، انتقال، فوق توزیع و توزیع باشند. همچنین سعی شده است تا این افراد هم از مراکز دانشگاهی و هم شرکت‌های خصوصی که درگیری بیشتری با صنعت دارند انتخاب شوند.

بخش‌هایی از حوزه شبیه‌ساز که در طرح‌های دیگر در پژوهشگاه نیرو به موازات در حال انجام بودند با فرض اینکه در طرح دوم مورد بررسی قرار می‌گیرند از این طرح حذف شدند.

۱-۱-۱ تبیین سطح تحلیل

پیش از شروع یک پروژه فناورانه لازم است که بعد جغرافیایی اثرگذاری آن مشخص گردد. با توجه به دامنه تأثیرگذاری فناوری مورد بحث می‌توان بعد جغرافیایی سطح تحلیل را به چند سطح بنگاه، منطقه‌ای، ملی و فراملی تقسیم کرد. مشخص شدن سطح تحلیل، در تعیین محدوده سیستم تحت مطالعه و تدوین راهبردهای انجام پروژه موثر خواهد بود.[۲]

نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق عموما در کنار نرم‌افزارهای کنترل و مانیتورینگ فرایندهای مرتبط با صنعت برق نظیر کنترل و مانیتورینگ نیروگاه‌ها، کنترل و مانیتورینگ شبکه برق یا پست‌ها بکار گرفته می‌شوند. در رده‌های تولید شامل نرم‌افزارهای کنترل مانیتورینگ نیروگاه‌ها، در رده انتقال و فوق توزیع نرم‌افزارهای اسکادا و EMS و در رده توزیع نرم‌افزارهای اسکادا و DMS دارای نرم‌افزارهای شبیه‌ساز هستند. این نرم‌افزارها در تمام کشور مورد استفاده قرار گرفته‌اند و شامل منطقه‌ی خاصی نمی‌باشند.



شکل ۱-۱ محدوده شبیه‌سازهای صنعت برق

شکل ۱-۱ محدوده شبیه‌سازها در صنعت برق را نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود برخی از شبیه‌سازها محدوده‌ای بیش از صنعت برق را شامل می‌شوند. این موضوع در شبیه‌سازهای تولید نیروی برق و همچنین مخابرات مشهود است. در این پروژه در مرحله اول تعیین محدوده شبیه سازهایی که باید مورد بررسی قرار گیرند انجام گرفت. برای محدود نمودن حوزه طرح با کارشناسان زیر مشورت به عمل آمد. به این منظور پرسشنامه‌ای تهیه شد و به صورت تلفنی یا حضوری با تعدادی از خبرگان صنعت برق یا کاربران شبیه‌سازهای صنعت برق مشورت‌هایی به عمل آمد.

پرسش‌گری در سه رده تولید، انتقال توزیع انجام گرفته است که نتایج آن در ادامه ارائه می‌گردد.

- رده تولید

صاحب نظرانی که در این حوزه از نظرات ایشان استفاده شده است در جدول ۱-۱ نام برده شده‌اند.

جدول ۱-۱ خبرگان مورد مشورت قرار گرفته در رده تولید نیرو

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام موسسه
۱	آقای دکتر قاضی زاده	پژوهشگاه نیرو
۲	آقای مهندس سلطانی	پژوهشگاه نیرو
۳	آقای مهندس فرضعلی‌زاده	پژوهشگاه نیرو
۴	آقای مهندس جلالی	پژوهشگاه نیرو
۵	آقای مهندس عابدی	شرکت متن
۶	آقای مهندس وجدانی	شرکت مپنا
۷	آقای مهندس غریبیان	پژوهشگاه نیرو
۸	آقای مهندس امینی	پژوهشگاه نیرو
۹	آقای مهندس محمودی	پژوهشگاه نیرو

نتایج پرسش‌گری در این حوزه به شرح زیر است:

- عموما شبیه‌سازهای نیروگاه توسط شرکت‌های سازنده نیروگاه تامین می‌شوند.
- استفاده از شبیه‌ساز نیروگاه جنبه آموزشی دارد به این معنی که برای آموزش پرسنل اپراتور نیروگاه از شبیه‌سازهای نیروگاه استفاده می‌شود و شبیه‌سازها به عنوان ابزارهای کمک به اپراتور در نیروگاه‌ها کاربرد ندارند.
- در ایران در حال حاضر شبیه‌ساز طرشت برای آموزش اپراتورهای نیروگاه‌ها وجود دارد. این مرکز به دو شبیه‌ساز نیروگاه مجهز است و اپراتورهای نیروگاه برای آموزش به این مرکز اعزام می‌شوند. هر چند شبیه‌سازهای این مرکز کاملا با نیروگاه‌های داخل کشور تشابه ندارند اما اپراتورها اصول کنترل نیروگاه را در این مرکز می‌آموزند.
- در حال حاضر در ایران شرکت مپنا که متولی احداث و راه‌اندازی نیروگاه‌های کشور است برای نیروگاه‌ها شبیه‌ساز ارائه نمی‌نماید.
- در حال حاضر به موازات تدوین سند شبیه‌سازهای صنعت برق کار تدوین سند سیستم کنترل نیروگاه در پژوهشگاه نیرو جریان دارد که در بخشی از سند شبیه‌سازهای مربوط به نیروگاه نیز دیده شده است.

- شبیه‌سازهای نیروگاه از نظر تشابه به ساختار نیروگاه‌ها به سه صورت ارائه می‌شوند:
  - شبیه‌سازهای Full Scope

شبیه‌سازهای این دسته کاملا نیروگاه را شبیه‌سازی می‌کنند و صرفا برای یک نیروگاه خاص تولید شده‌اند. تمامی مشخصات مربوط به یک نیروگاه خاص در این دسته از شبیه‌سازهای نیروگاه لحاظ شده است و شبیه‌ساز برای سایر نیروگاه‌ها قابل بکارگیری نیست. این نوع شبیه‌سازها توسط سازنده سیستم کنترل نیروگاه ارائه می‌شوند.

  - شبیه‌سازهای Reduced Scope

این دسته از شبیه‌سازها تا اندازه‌ای مشخصات این نیروگاه مورد نظر را شبیه‌سازی می‌کنند ولی کاملا مشابه آن نیستند. این نوع شبیه‌سازها قابلیت بکارگیری در نیروگاه‌هایی که تا اندازه‌ای با هم مشابه هستند را دارند.

  - شبیه‌سازهای General

این دسته از شبیه‌سازهای نیروگاه فرآیندهای اصلی را شبیه‌سازی می‌کنند و قابلیت بکارگیری برای آموزش اصول کار با سیستم کنترل و مانیتورینگ نیروگاه‌ها را دارند. این شبیه‌سازها برای نیروگاه خاصی به کار گرفته نمی‌شوند و این قابلیت را دارند که حداقل آموزش را به اپراتور برای کار با انواع نیروگاه ارائه نمایند.

- در حال حاضر در کشور آمار دقیقی از خسارات وارد بر نیروگاه یا صنعت برق کشور در اثر عملکرد نامناسب اپراتورهای نیروگاه که با مجهز شدن نیروگاه به شبیه‌ساز کمتر شود وجود ندارد. این پارامتر بسیار اهمیت دارد و برای مشخص کردن نیاز به شبیه‌ساز نیروگاه در کشور لازم است که به دقت مشخص گردد چه مقدار از هزینه مربوط به خسارات نیروگاه و شبکه با مجهز شدن سیستم به شبیه‌ساز نیروگاه جبران خواهد شد.
- به منظور پیاده‌سازی شبیه‌سازهای نیروگاه نیاز به تخصص‌های متنوعی نظیر مکانیک، شیمی، قدرت، الکترونیک، نرم‌افزار و ... می‌باشد که این موضوع خود باعث مشکل‌تر شدن کار خواهد شد.
- دانش فنی شبیه‌سازهای رده تولید در نیروگاه‌ها کاملا با شبیه‌سازهای انتقال و توزیع متفاوت می‌باشد.

➢ رده انتقال و فوق توزیع

صاحبنظرانی که در این حوزه از نظرات ایشان استفاده شده است، در جدول ۱-۲ نام برده شده‌اند.

جدول ۱-۲ خبرگان مورد مشورت قرار گرفته در رده انتقال و فوق توزیع

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام موسسه
۱	آقای مهندس سبحانی	شرکت برق منطقه‌ای غرب
۲	آقای مهندس حقیقی	شرکت برق منطقه‌ای فارس
۳	آقای مهندس فرضعلی‌زاده	پژوهشگاه نیرو
۴	آقای مهندس جلالی	پژوهشگاه نیرو
۵	آقای مهندس رکنیان	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۶	آقای مهندس جمشیدی	شرکت مدیریت شبکه برق ایران
۷	آقای مهندس فیروزی	شرکت مدیریت شبکه ایران
۸	آقای مهندس امینی	پژوهشگاه نیرو
۹	آقای مهندس دانایی	پژوهشگاه نیرو

نتایج پرسش‌گری در این حوزه به شرح زیر است:

- شبیه‌ساز به عنوان بخشی از سیستم کنترل و مانیتورینگ اسکادا مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در اکثر پروژه‌های اسکادا و دیسپاچینگ کشور به دلیل کم کردن هزینه پروژه، شبیه‌سازها خریداری نمی‌شوند. لذا در حال حاضر در کشور مراکز کنترل معدودی به این نرم‌افزارها مجهز می‌باشند.
- امکان توسعه شبیه‌ساز جدا از سیستم اسکادا وجود ندارد. عموما شبیه‌سازها توسط تولیدکننده هر نرم‌افزار اسکادا و صرفا برای بکارگیری در کنار آن نرم‌افزار تولید می‌شود.
- کاربرد نخست سیستم‌های شبیه‌ساز اسکادا آموزش اپراتور می‌باشد.

- شبیه‌ساز تحلیل‌گر شبکه در جهت آموزش وی و کمک به اپراتور برای تصمیم‌گیری در وضعیت بحرانی قابلیت بکارگیری دارند. به این معنی که این شبیه‌ساز علاوه بر این که به صورت Offline قابلیت آموزش به دیسپاچر را دارند، می‌توانند به صورت Online نیز یک شبکه را مدل‌سازی کرده تاثیر انجام یک فرمان را به صورت مجازی به دیسپاچر نشان دهند و او را در انجام تصمیمات کمک نمایند. این قابلیت در شبیه‌سازهای نیروگاه‌ها وجود ندارد، زیرا شبیه‌ساز نیروگاه عموما برای آموزش اپراتورهای نیروگاه استفاده می‌شود.
- در حال حاضر شبیه‌ساز انتقال و فوق توزیع در اسکادای شرکت برق منطقه‌ای فارس و برق منطقه‌ای اصفهان و دیسپاچینگ ملی راه‌اندازی شده است.
- با استفاده از شبیه‌سازهای عمومی اسکادا امکان آموزش اصول دیسپاچری برای دیسپاچرهای مبتدی فراهم می‌شود، در حالی که برای فراگیری قابلیت‌های مخصوص به یک سیستم اسکادای خاص باید با شبیه‌ساز مربوط به آن اسکادا کار کرد.
- امکان افزودن قابلیت‌های جدید به شبیه‌سازها صرفا توسط شرکت سازنده آنها مقدور است و نمی‌توان انتظار داشت که یک شرکت خارجی قادر به افزودن قابلیت‌های جدید به یک شبیه‌ساز اسکادا ساخته شده توسط شرکت دیگر باشد.

➢ رده توزیع

صاحبنظرانی که در این حوزه از نظرات ایشان استفاده شده است، در جدول ۱-۳ نام برده شده‌اند.

جدول ۱-۳ خبرگان مورد مشورت قرار گرفته در رده توزیع

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام موسسه
۱	آقای مهندس مدنی	شرکت توزیع نواحی استان تهران
۲	آقای مهندس کیایی	شرکت توزیع زنجان
۳	آقای مهندس فرضعلی‌زاده	پژوهشگاه نیرو
۴	آقای مهندس جلالی	پژوهشگاه نیرو
۵	آقای مهندس تیموری	شرکت افق گسترش گلستان
۶	آقای مهندس افشار	شرکت توزیع مشهد

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام موسسه
۷	خانم مهندس رمضانی	شرکت توزیع نواحی استان تهران
۸	آقای مهندس امینی	پژوهشگاه نیرو
۹	آقای مهندس دانایی	پژوهشگاه نیرو

نتایج پرسش‌گری در این حوزه به شرح زیر است:

- در حال حاضر شبیه‌ساز اسکادا برای سیستم‌های اسکادای موجود در کشور در سطح توزیع وجود ندارد.
- شبیه‌ساز به عنوان بخشی از سیستم اسکادا و DMS مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- امکان توسعه شبیه‌ساز جدا از سیستم اسکادا یا DMS وجود ندارد.
- شبیه‌ساز در شرکت‌های توزیع به دلیل حساس نبودن شبکه توزیع و عدم استقبال از آن به دلیل گران بودن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

به منظور مشخص کردن محدوده طرح کلان شبیه‌سازهای صنعت برق، بنا به پیشنهاد جناب آقای مهندس فرهادی (مشاور محترم وقت معاونت پژوهشی) این موضوع در جلسه دوم کمیته راهبری مطرح شد و با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده، موارد زیر در مورد این طرح به تصویب رسید:

- تعریف شبیه‌ساز:

شبیه‌ساز سیستمی است که رفتار یک فرایند معین در جهان واقعی را در طول زمان به صورت مجازی شبیه‌سازی می‌نماید.

- محدوده شبیه‌سازها:

- محدوده سیستم‌های شبیه‌ساز بسیار وسیع است.
- شبیه‌سازها می‌توانند به صورت سخت افزاری یا نرم‌افزاری باشند.
- شبیه‌سازها می‌توانند برای شبیه‌سازی انواع فرایندها تولید شوند.
- در این طرح تنها شبیه‌سازهای نرم‌افزاری مورد بررسی قرار می‌گیرند.
- در این طرح تنها شبیه‌سازهای صنعت برق در بخش‌های انتقال، فوق توزیع و توزیع مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- پیشنهاد می‌شود شبیه‌ساز تولید نیرو به دلیل همپوشانی با طرح سیستم‌های کنترل نیروگاه در این طرح بررسی نشود.
- پیشنهاد می‌شود شبیه‌سازهایی که جنبه ابزارهای محاسباتی دارند در این طرح بررسی نشوند ولی ارتباط آنها با ابزارهای شاخص مانند DIgSILENT حتی الامکان بررسی شود.

➢ کاربرد شبیه‌سازهای صنعت برق:

- آموزش کاربران انتقال، فوق توزیع و توزیع برای کسب صلاحیت کار در محیط واقعی
- پیش‌بینی وضعیت آتی فرآیند بر اساس وضعیت فعلی و تغییرات مورد نظر کاربران انتقال، فوق توزیع و توزیع
- تحلیل رفتار یک فرایند جهان واقعی در حالت‌های مختلف در یک محیط مجازی برای افزایش توانمندی و قابلیت بهره بردار در مدیریت شبکه

➢ عنوان پیشنهادی برای پروژه:

تدوین سند راهبردی و نقشه راه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق ایران

۱-۱-۱-۱ اهمیت و ضرورت توسعه فناوری شبیه‌سازهای بهره‌برداری

فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به منظور شبیه‌سازی رفتار فرآیندهای جهان واقعی به وجود آمده‌اند. انجام تغییرات بدون در نظر گرفتن تبعات آن در شبکه ممکن است موجب بروز اختلال در شبکه برق و تحمیل خسارات ناخواسته شود. از این رو وجود سیستمی که قادر باشد قبل از اعمال تغییر در شبکه برق وضعیت آن را بر اساس وضعیت فعلی و تغییرات مورد نظر دیسپاچر پیش‌بینی نماید، بسیار مفید به نظر می‌رسد.

سیستم‌های شبیه‌ساز به کاربران که عمدتا دیسپاچرهای سطوح انتقال، فوق توزیع و توزیع می‌باشند این قابلیت را می‌دهند که بتوانند تغییرات مورد نظر خود را به صورت مجازی در یک شبکه که کاملا مشابه شبکه واقعی است اعمال نموده و رفتار سیستم را مشاهده و تحلیل نمایند. به این ترتیب مخاطرات تغییرات غیر قابل پیش‌بینی در شبکه حذف شده و هزینه‌ها کاهش خواهد یافت.

متخصصین کار با این سیستم‌ها عموما دیسپاچرها و مهندسین بهره‌برداری شبکه در سطوح انتقال، فوق توزیع و توزیع می‌باشند.

حوزه کاربرد این نرم‌افزارهای عموما سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ شبکه برق در سطوح انتقال، فوق توزیع و توزیع می‌باشند.

۱-۱-۱-۲ منافع اجتماعی- اقتصادی حاصل ازتوسعه

جلوگیری از خطای اپراتورها و در نتیجه تحمیل ناخواسته خاموشی در سطح شبکه ملی و منطقه‌ای منافع اقتصادی بزرگی را دربر دارد همچنین جلوگیری از ایجاد خسارت به تجهیزات شبکه برق مناقع اقتصادی دارد. افزایش عمر تجهیزات شبکه برق از جمله منافع اقتصادی است. جلوگیری از خاموشی مشترکین موجب رضایت آنها شده و منافع اجتماعی را به دنبال دارد این مسئله در خصوص مکان‌های فرهنگی، آموزشی، درمانی از اهمیت بیشتری برخوردار است. عدم صدمه به لوازم خانگی به دلیل کیفیت برق از دیگر مزایای اقتصادی این مسئله است.

۱-۱-۱-۳ بررسی وضعیت به کارگیری شبیه‌سازهای بهره‌برداری

در حال حاضر این فناوری در دیسپاچینگ ملی نصب شده ولی نسخه نصب شده بسیار قدیمی است بطوری که قدمت آن به بیش از ۲۰ سال می‌رسد. همچنین این در سطح انتقال و فوق‌توزیع این فناوری در شرکت برق‌منطقه‌ای فارس و اصفهان نصب شده که خرید خارجی هستند و در حال حاضر به دلیل تحریم امکان خرید این فناوری وجود ندارد و امکان به‌روزرسانی یا اصلاح این فناوری در این شرکت‌های فوق‌توزیع وجود ندارد.

توان تولید فناوری در کشور وجود دارد ولی این توان منحصر به چند شرکت خاص می‌باشد که این شرکت‌ها تولیدکننده سیستم نرم‌افزار اسکادا می‌باشند. انتقال فناوری به دلیل معدود بودن شرکت‌های توانمند بسیار کم می‌باشد.

به منظور بررسی وضعیت شبکه برق ایران از نقطه نظر مجهز بودن به سیستم شبیه‌ساز، اطلاعات کاملی از کل شبکه برق کشور جمع آوری شد. این اطلاعات شامل مراکز کنترل دیسپاچینگ در سطوح انتقال، فوق توزیع و توزیع در کشور می‌باشند. از آنجا که مجهز بودن به سیستم اسکادا به عنوان یک پیش‌نیاز برای بکارگیری شبیه‌ساز می‌باشد، لذا لازم است که قبل از بکارگیری شبیه‌ساز در هر مرکز کنترل وجود سیستم اسکادا در مرکز بررسی گردد. لازم به ذکر است که اطلاعات این بخش برای برآورد بازار نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فهرست مراکز دیسپاچینگ ملی و انتقال کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز در جدول ۱-۴ آمده است.

جدول ۱-۴ مراکز دیسپاچینگ ملی و انتقال کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۱	دیسپاچینگ ملی		ABB (PN40)	□
۲	انتقال تهران		ABB (PN40)	□
۳	انتقال غرب		کرمان تابلو	□
۴	انتقال شمال شرق		ABB (Network Manager)	□
۵	انتقال اصفهان		ABB (PN40)	□
۶	انتقال فارس		SIEMENS	□
۷	انتقال اهواز		HITACHI	□
۸	انتقال کرمان		HITACHI	□
۹	انتقال شمال		کرمان تابلو	□
۱۰	انتقال تبریز		HITACHI	□

فهرست مراکز دیسپاچینگ فوق توزیع کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز در جدول ۱-۵ آمده است.

جدول ۱-۵ مراکز دیسپاچینگ فوق توزیع کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۱	فوق توزیع تهران	مرکز اصلی – سعادت آباد	AREVA	□
۲		مرکز فرعی – ری شمالی	کرمان تابلو	□
۳		مرکز فرعی – تهرانپارس	کرمان تابلو	□

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۴		مرکز فرعی – دوشان تپه	کرمان تابلو	□
۵		مرکز فرعی – نمایشگاه	کرمان تابلو	□
۶		مرکز فرعی – مصلی	کرمان تابلو	□
۷		مرکز فرعی – شوش	کرمان تابلو	□
۸		مرکز فرعی – کرج	موج نیرو	□
۹	فوق توزیع اصفهان	مرکز اصلی	Net Vision	□
۱۰		مرکز فرعی ۱	Net Vision	□
۱۱		مرکز فرعی ۲	Net Vision	□
۱۲		مرکز فرعی ۳	Net Vision	□
۱۳		مرکز فرعی ۴	Net Vision	□
۱۴		مرکز فرعی ۵	Net Vision	□
۱۵		مرکز فرعی ۶	Net Vision	□
۱۶		مرکز فرعی ۷	Net Vision	□
۱۷		مرکز فرعی ۸	Net Vision	□
۱۸	فوق توزیع فارس	مرکز اصلی – شیراز	PSI	□
۱۹		مرکز فرعی – لار	PSI	□
۲۰		مرکز فرعی – فسا	PSI	□
۲۱		مرکز فرعی – جهرم	PSI	□
۲۲		مرکز فرعی ۴	PSI	□

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۲۳		مرکز فرعی ۵	PSI	□
۲۴	فوق توزیع کرمان		Dong Fang	□
۲۵	فوق توزیع مشهد		سام	□
۲۶	فوق توزیع کرمانشاه		PSI	□
۲۷	فوق توزیع آذربایجان	تبریز	PSI	□
۲۸		اردبیل	PSI	□
۲۹		ارومیه	PSI	□
۳۰	فوق توزیع گیلان		-	□
۳۱	فوق توزیع مازندران		PSI	□
۳۲	فوق توزیع اهواز	مرکز ۱	PSI	□
۳۳		مرکز ۲	PSI	□
۳۴	فوق توزیع اراک		ABB	□
۳۵	فوق توزیع همدان		ABB	□
۳۶	فوق توزیع زنجان		IDS	□
۳۷	فوق توزیع قزوین		IDS	□
۳۸	فوق توزیع سمنان		IDS	□
۳۹	فوق توزیع هرمزگان		Net Vision	□
۴۰	فوق توزیع یزد		Net Vision	□
۴۱	فوق توزیع سیستان و بلوچستان		-	□

فهرست مراکز دیسپاچینگ توزیع کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز در جدول ۱-۶ آمده است.

جدول ۱-۶ مراکز دیسپاچینگ توزیع کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۱	توزیع تهران	مرکز	Survalant (QPL)	☐
۲		شمال غرب	Survalant (QPL)	☐
۳		جنوب غرب	Survalant (QPL)	☐
۴		شمال شرق	Survalant (QPL)	☐
۵		جنوب شرق	Survalant (QPL)	☐
۶	توزیع نواحی تهران	مرکز	Net Vision	☐
۷		ملارد	Net Vision	☐
۸		قرچک	Net Vision	☐
۹		دماوند	Net Vision	☐
۱۰		نسیم شهر (بوستان)	Net Vision	☐
۱۱	توزیع شهرستان مشهد		Net Vision	☐
۱۲	توزیع شیراز		Net Vision	☐
۱۳	توزیع استان فارس		ندارند	☐
۱۴	توزیع استان خراسان رضوی		ندارند	☐
۱۵	توزیع استان خراسان شمالی		ندارند	☐
۱۶	توزیع استان خراسان جنوبی		ندارند	☐
۱۷	توزیع شهرستان اصفهان		ندارند	☐
۱۸	توزیع استان اصفهان		ندارند	☐
۱۹	توزیع شهرستان اهواز		ندارند	☐

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۲۰	توزیع استان خوزستان		ندارند	☐
۲۱	توزیع استان البرز		ندارند	☐
۲۲	توزیع استان آذربایجان غربی		ندارند	☐
۲۳	توزیع شهرستان تبریز		ندارند	☐
۲۴	توزیع استان آذربایجان شرقی		ندارند	☐
۲۵	توزیع استان اردبیل		ندارند	☐
۲۶	توزیع استان قم		ندارند	☐
۲۷	توزیع استان هرمزگان		ندارند	☐
۲۸	توزیع استان مازندران		ندارند	☐
۲۹	توزیع غرب استان مازندران		ندارند	☐
۳۰	توزیع استان گلستان		ندارند	☐
۳۱	توزیع استان گیلان		ندارند	☐
۳۲	توزیع استان قزوین		ندارند	☐
۳۳	توزیع استان زنجان		ندارند	☐
۳۴	توزیع شمال استان کرمان		ندارند	☐
۳۵	توزیع جنوب استان کرمان		ندارند	☐
۳۶	توزیع استان یزد		ندارند	☐
۳۷	توزیع استان سمنان		ندارند	☐
۳۸	توزیع استان بوشهر		ندارند	☐
۳۹	توزیع استان لرستان		ندارند	☐

	نام منطقه	مرکز	سیستم اسکادا	شبیه‌ساز
۴۰	توزیع استان همدان		ندارند	☐
۴۱	توزیع استان مرکزی		ندارند	☐
۴۲	توزیع استان کرمانشاه		ندارند	☐
۴۳	توزیع استان کردستان		ندارند	☐
۴۴	توزیع استان ایلام		ندارند	☐
۴۵	توزیع استان چهار محال و بختیاری		ندارند	☐
۴۶	توزیع استان کهکیلویه و بویر احمد		ندارند	☐

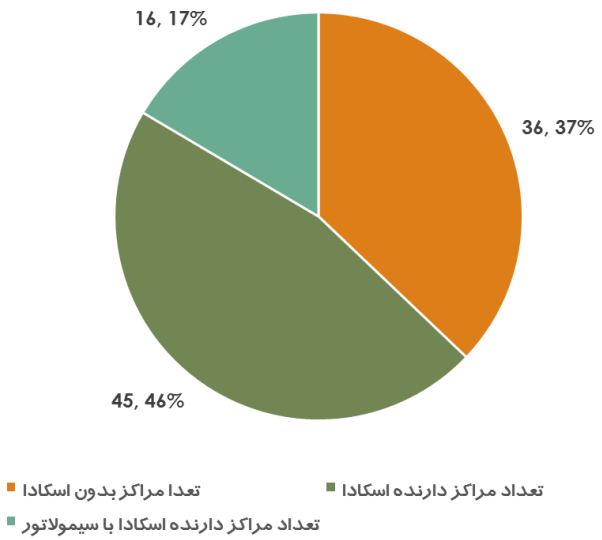
بر اساس اطلاعات مندرج در جدول فوق وضعیت سیستم اسکادا و شبیه‌ساز در کشور در جدول ۱-۷ آمده است:

جدول ۱-۷ تعداد مراکز دیسپاچینگ کشور از نظر مجهز بودن به سیستم اسکادا و شبیه‌ساز

تعداد کل مراکز	۹۷
تعداد نسخه‌های اسکادا	۶۱
تعداد نسخه‌های اسکادا با شبیه‌ساز	۱۶

باید توجه داشت که این تعداد مراکز به صورت حداقل درنظر گرفته شده‌اند زیرا در هنگام تجهیز مراکز فاقد اسکادا به سیستم اسکادا ممکن است یک شرکت توزیع نیازمند نصب بیش از یک نسخه اسکادا باشد که همین موضوع باعث افزایش تعداد مراکز و تعداد نسخه‌های مورد نیاز از سیستم اسکادا و شبیه‌ساز در کشور خواهد شد. برای مثال این موضوع را می‌توان در شرکت‌های توزیع نیروی برق تهران بزرگ و نواحی تهران مشاهده نمود. در این دو شرکت تعداد مراکز کنترل مجهز به سیستم اسکادا ۵ مرکز می‌باشد.

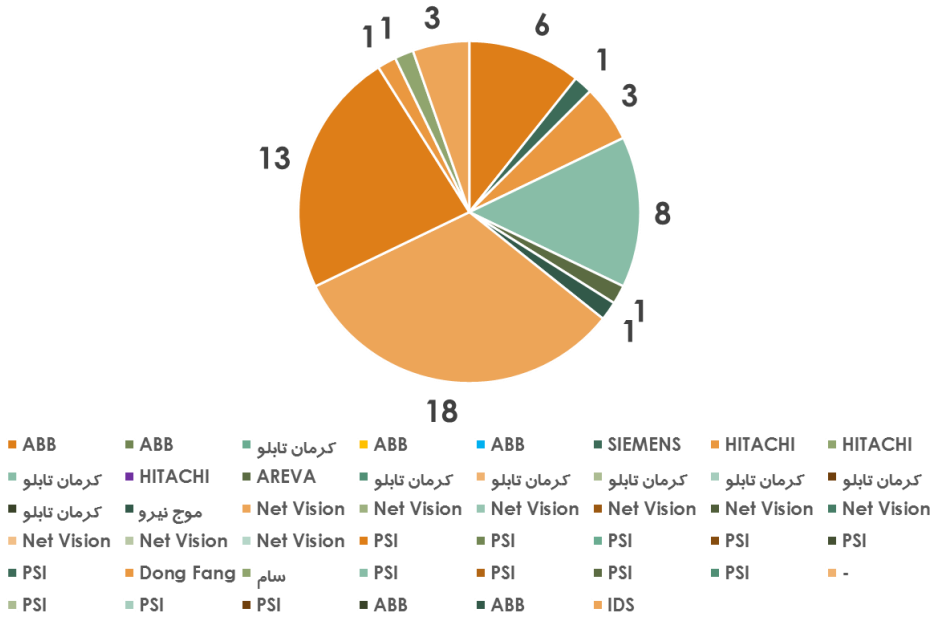
در شکل ۱-۲ نسبت تعداد مراکز دیسپاچینگ کشور که در حال حاضر مجهز به سیستم اسکادا هستند در کنار مراکزی که اسکادا ندارد و همچنین مراکز دارنده اسکادا که از سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری نیز برخوردارند نشان داده شده است.



شکل ۱-۲ نمودار نسبت مراکز مجهز به سیستم‌های اسکادا و شبیه‌ساز

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، ۳۶درصد مراکز کشور فاقد اسکادا می‌باشند، حدود ۴۵ درصد مراکز دیسپاچینگ دارای نرم‌افزار اسکادا می‌باشند ولی این مراکز فاقد شبیه‌ساز بوده و ۱۶ درصد مراکز دیسپاچینگ کشور دارای نرم‌افزار اسکادا و همچنین شبیه‌ساز هستند.

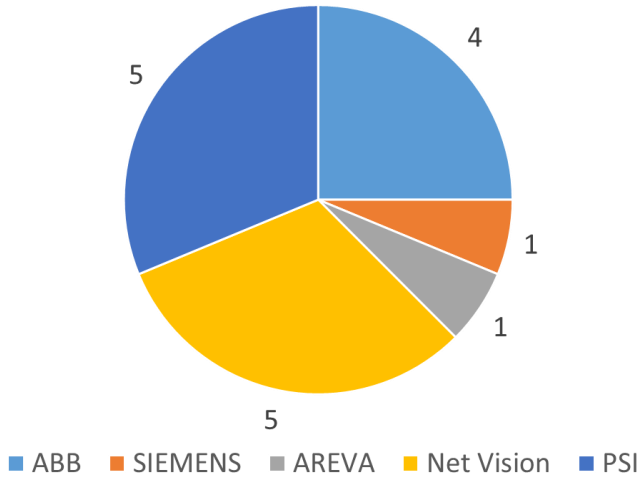
با توجه به جدول ۱-۴ برندهای اسکادا که در حال حاضر در بازار ایران مورد استفاده قرار گرفته‌اند در نمودار شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳ نمودار نسبت برندهای سیستم‌های اسکادا در کشور

با توجه به نمودار شکل ۱-۳ مشخص می‌شود که حدود یک ششم بازار نرم‌افزار اسکادا در دست شرکت‌های ایرانی است و بقیه توسط شرکت‌های خارجی به سیستم اسکادا مجهز شده‌اند.

در شکل ۱-۴ نمودار وضعیت برندهای سیستم‌های شبیه‌ساز موجود در کشور آمده است.



شکل ۱-۴ نمودار وضعیت برندهای سیستم‌های شبیه‌ساز موجود در بازار ایران

چنانکه از نمودار شکل ۱-۴ نیز مشخص است کلیه شبیه‌سازهایی که در حال حاضر در کشور مورد استفاده قرار گرفته‌اند ساخت شرکت‌های خارجی می‌باشند و شرکت‌های ایرانی تا کنون برای سیستم‌های اسکادای خود شبیه‌ساز ارائه ننموده‌اند.

۱-۱-۱-۴ برآورد اندازه بازار بالقوه شبیه‌ساز در کشور

با پرسشگری‌های بعمل آمده از شرکت‌های داخلی که نمونه‌هایی از نرم‌افزار شبیه‌ساز را از خارج از کشور خریداری و نصب و راه‌اندازی نموده‌اند، سعی شده است تا قیمت تقریبی محصول بدست آید. سیستم‌های اسکادا و دیسپاچینگ که در ده سال گذشته شبیه‌ساز خود را از خارج از کشور تهیه کرده‌اند مربوط به شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران، شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان و شرکت برق منطقه‌ای غرب می‌باشد.

قیمت‌های اعلام شده از طرف این شرکت‌ها برای خرید این محصول در جدول ۱-۸ آمده است.

جدول ۱-۸ قیمت‌های نرم‌افزار شبیه‌ساز خریداری شده از خارج از کشور

شرکت	نرم افزار	سال خرید	قیمت (ریال)
برق منطقه‌ای غرب	PSI	۱۳۸۳	۴۵۰٫۰۰۰٫۰۰۰
برق منطقه‌ای اصفهان	Net Vision	۱۳۸۶	۸٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰
برق منطقه‌ای هرمزگان		۱۳۸۸	۸۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰
توزیع نیروی برق نواحی استان تهران		۱۳۸۸	۵۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰

قیمت شبیه‌ساز برق منطقه‌از غرب تنها به شبیه‌ساز آموزشی اپراتور مربوط می‌شود و شبیه‌ساز زمان حقیقی را در بر نمی‌گیرد.

با توجه به چند برابر شدن نرخ دلار در کشور بعد از سال ۱۳۹۰ در نتیجه قیمت این نوع شبیه‌سازها نیز افزایش یافته است ولی از آنجا که هیچ پروژه جدید شروع نشده است نمی‌توان قیمت جدیدی را اعلام نمود. ولی با تبادل نظر با شرکت‌هایی که با پیمانکاران ارتباط دارند قیمت حدودی این نرم‌افزار برای تهیه این سند راهبردی و نقشه راه ۷,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. هر چند بعضی از نمایندگان شرکت‌هایی نظیر برق منطقه‌ای اصفهان که در کمیته راهبری نیز عضویت دارند با توجه به قیمت نرم‌افزار های خریداری شده توسط این شرکت در سال ۱۳۸۶ این مبلغ را حدود نصف قیمت واقعی در حال حاضر می‌دانند ولی از آنجا که قیمت اعلام شده توسط سایر شرکت‌ها نیز در تعیین قیمت متوسط تخمینی موثر است رقم

۷٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال به عنوان قیمت یک نسخه در نظر گرفته شده است. البته یکی از عوامل موثر در قیمت خرید این نوع نرم‌افزارها تعداد نقطه‌هایی که با پشتیبانی کنند. این تعداد برای پروژه اصفهان بسیار بیشتر از تعداد نقاط پروژه‌هایی نظیر هرمزگان است. دلیل اختلاف قیمت بین سیستم شبیه‌ساز برق منطقه‌ای اصفهان و برق منطقه‌ای هرمزگان از طرف یکی از مهندسین شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان همین اختلاف در تعداد نقاط پروژه تحت پوشش دو شرکت اعلام شد.

برای توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر و شبیه‌ساز زمان حقیقی تحلیل شبکه در داخل کشور بودجه مورد نیاز که در بند ۵-۲ با جزییات مربوط به آن تخمین زده شده است مبلغ ۱۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال است. در صورتی که این پروژه‌ها در داخل کشور انجام شود وابستگی به کشورهای دیگر برای خرید این نرم‌افزارها از بین خواهد رفت زیرا کد منبع تولید نرم‌افزار در داخل کشور وجود دارد.

با توجه به اطلاعات فوق در صورتی که حدود قیمت یک شبیه‌ساز اسکادا در پروژه‌های دیسپاچینگ را ۷,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال در نظر بگیریم با در نظر گرفتن حداقل ۸۱ شرکت که در حال حاضر نیازمند حداقل یک سیستم شبیه‌ساز می‌باشند اندازه بازار بالقوه برای سیستم‌های شبیه‌ساز کشور حدود ۵۶۷,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال برآورد می‌شود. لازم به ذکر است که این قیمت در حالتی است که نرم‌افزارهای مذکور خریداری شوند. چنانچه از سایر مدل‌های اقتصادی از جمله اجاره سرویس استفاده شود، این رقم می‌تواند بازنگری شود.

همچنین باید متذکر شد که هزینه‌های مربوط به صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از بکارگیری شبیه‌ساز در شبکه برق کشور ده‌ها برابر مبلغ ذکر شده در مورد اندازه بازار می‌باشد. هرچند محاسبه رقم دقیق صرفه‌جویی از طریق بکارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به دلیل عدم وجود آنها در شبکه کنونی امکانپذیر نمی‌باشد، ولی آسیب رسیدن به تجهیزات مهم شبکه مانند ترانسفورماتورها چندین میلیارد ریال خسارت به همراه خواهد داشت که در کنار این مسائل بروز خاموشی‌ها و نارضایتی مصرف‌کنندگان نیز اضافه خواهد شد.

۱-۱-۵ بازیگران و نهادهای کلیدی

بازیگران کلیدی:

بازیگران کلیدی در زمینه نرم افزارهای شبیه‌ساز در قالب گروه‌های زیر دسته‌بندی می‌شوند:

گروه تامین کننده شبیه‌ساز:

این گروه خود شامل دو دسته است:

- شرکت‌های تولید کننده نرم افزار شبیه‌ساز در داخل کشور

این شرکت‌ها تولیدکننده نرم‌افزارهای اسکادا و سایر نرم افزارهای کاربردی شبکه برق در داخل کشور می‌باشد. تعداد این شرکت‌ها در کشور زیاد نیست و شاید به تعداد انگشتان یک دست هم نرسد. وظیفه این شرکت‌ها سرمایه‌گذاری برای طراحی، پیاده‌سازی و در نهایت تولید نرم افزارهای شبیه‌ساز می‌باشد.

- شرکت‌کنندگان واردکننده محصول از خارج از کشور

این شرکت‌ها عموما شرکت‌های پیمانکار در زمینه اسکادا و نرم‌افزارهای کاربردی شبکه برق می‌باشند، که محصولات فوق را از خارج از کشور وارد می‌کنند. وظیفه این شرکت‌ها خرید محصول از خارج کشور و انتقال دانش فنی بهره‌برداری از آن به شرکت بکارگیرنده محصول می‌باشد.

گروه بکارگیرنده شبیه‌ساز:

این گروه شامل شرکت‌های است که نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در آنها مورد استفاده دارد. شرکت‌های زیر مجموعه این گروه عبارتند از شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور، شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور و شرکت مدیریت شبکه برق کشور.

این شرکت‌ها از این جهت ذی‌نفع به حساب می‌آیند که نصب و راه‌اندازی و بکارگیری شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه در این شرکت‌ها باعث تسهیل در راهبری و مدیریت شبکه تحت پوشش آنها خواهد شد و با کم کردن خطای انسانی از خسارات حوادث ناخواسته کاسته می‌شود. همچنین باعث بهتر شدن کیفیت آموزش‌های اپراتوری و کمتر شدن هزینه آموزش دیسپاچرها می‌شود.

- شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور

این شرکت‌ها وظیفه راهبری سطوح انتقال و فوق توزیع را به عهده دارند و از نرم افزار اسکادا و شبیه‌ساز بهره‌برداری برای پایش و کنترل این سطوح شبکه استفاده می‌نمایند. اکثر این شرکت‌ها به سیستم اسکادا مجهز هستند ولی تعداد کمی از آنها شبیه‌ساز بهره‌برداری را در سیستم خود دارند. بعضی از این شرکت‌های بیش از یک سیستم اسکادا برای ناحیه تحت پوشش خود نصب کرده‌اند. در حالی که تعداد سیستم‌های شبیه‌ساز برای شرکت‌هایی که به این سیستم مجهز هستند فقط یک سیستم در سیستم اسکادای مرکزی شرکت برق منطقه‌ای است.

- شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور

این شرکت‌ها وظیفه کنترل و پایش سطح توزیع نیروی برق کشور را بر عهده دارند. تعداد این شرکت‌ها حدود ۴۸ شرکت است که تعداد کمی از آنها به سیستم اسکادا مجهز هستند و هیچ یک آنها در حال حاضر در کشور به شبیه‌ساز مجهز نیستند. بعضی از شرکت‌های توزیع بیش از یک سیستم اسکادا در ناحیه تحت پوشش خود راه‌اندازی نموده‌اند.

- شرکت مدیریت شبکه برق کشور

این شرکت وظیفه راهبری شبکه تولید و انتقال را به عهده دارد. در حال حاضر سیستم اسکادا و شبیه‌ساز نصب شده در شرکت بسیار قدیمی است و نیاز به تجدید ساختار دارد.

گروه حمایت‌کنندگان :

این گروه شامل شرکت‌های دولتی است که در تولید و بکارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق نقش حامی تولید و بکارگیری را بازی می‌کنند. تدوین سیاست‌هایی برای بهره‌گیری آسانتر شرکت‌های بکارگیرنده شبیه‌ساز، ایجاد رویه‌هایی برای حمایت از تولیدکنندگان داخل کشور و هموار کردن مسیر استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز از وظایف این گروه است. شرکت توانیر و وزارت نیرو را می‌توان در این دسته قرار داد.

این شرکت‌ها از این جهت ذی نفع به حساب می‌آیند که کمتر شدن حوادث ناخواسته در شبکه و بهتر شدن کیفیت آموزش اپراتورهای شبکه باعث کمتر شدن هزینه‌های راهبری شبکه برق کشور می‌شود که بودجه این کار توسط گروه حمایت‌کنندگان تامین می‌گردد.

شرکت‌های نگهداری کننده:

این شرکت‌های عموما شرکت‌هایی هستند که خدمات تعمیر و نگهداری محصول بکار گرفته شده در شرکت‌های بکارگیرنده را برعهده دارند. وظیفه این شرکت‌ها رفع نواقص موجود در سیستم نصب‌شده برای شرکت‌های بکارگیرنده و راه‌اندازی مجدد نرم افزار در صورت از کار افتادن احتمالی آن می‌باشد.

تقلیل هزینه‌های مربوط به حوادث یکی از اهداف شرکت‌های تعمیر و نگهداری شبکه است و از این رو این گروه به عنوان یکی از ذی‌نفعان سیستم شبیه به حساب می‌آید.

گروه کاربران:

این گروه خود به پنج دسته تقسیم می‌شود:

- دیسپاچرهای شبکه

هدف این گروه که از بخش نرم افزارهای کاربردی استفاده می‌نمایند راهبری بهتر شبکه است. به این معنی که این گروه از سیستم برای شبیه‌سازی تاثیرات احتمالی انجام یک تغییر بر شبکه استفاده می‌نمایند. این گروه عموما با بخش زمان حقیقی سیستم یا بخش نرم افزارهای کاربردی شبکه برق کار می‌کنند.

- مهندسین سیستم‌های بهره‌برداری شبکه برق

این دسته از کاربران برای راه‌اندازی سیستم شبیه‌ساز آموزش دیسپاچری و شبیه‌ساز زمان حقیقی شبکه داده‌های مورد نیاز را به سیستم وارد نموده و تنظیمات سیستم را انجام می‌دهند. انجام کلیه امور مربوط به مهندسی سیستم به عهده این دسته از کاربران است.

- آموزش‌دهندگان

این گروه در اصل دیسپاچرهای مجربی هستند که گروه آموزش‌گیرندگان را آموزش می‌دهند. هدف این گروه که در اصل با بخش شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر درگیر هستند تربیت یک دیسپاچرهای جدید برای راهبری شبکه است.

- آموزش گیرندگان

این دسته کاربرانی هستند که با هدف آموزش دیدن برای راهبری شبکه از سیستم استفاده می‌نمایند. این گروه با بخش شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر درگیر هستند. استفاده از شبیهِساز آموزش دیسپاچر آموزش‌گیرندگان را قادر خواهد ساخت تا بتوانند در آینده به عنوان دیسپاچر شبکه را راهبری نمایند.

- تحلیگران شبکه

گروه تحلیل‌گران شبکه امور مطالعاتی روی شبکه را با استفاده از شبیه‌سازهای آموزش اپراتورها یا شبیه‌سازهای زمان حقیقی انجام می‌دهند. این مطالعات در جهت تجدید ساختار شبکه یا بهبود بخشیدن به کارکرد شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین نتایج این مطالعات می‌تواند باعث بهتر شد طراحی شبکه در آینده شود.

نهادهای کلیدی:

- سیاست تولید داخل

یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید نرم افزار در کشور کوچک بودن بازا این حوزه نسبت به میزان فعالان آن است و سیاست‌های دولت در توسعه آن تاثیرگذار می‌باشد. در کشور پتانسیل‌های زیادی در حوزه تولید نرم‌افزار وجود دارد که روز به روز رو به بهود است ولی از سوی دیگر تهدیدهای این صنعت نیز در کنار این نکته مثبت در حال توسعه و رشد است. از جمله این که تعداد فعالان این صنعت نسبت به نیاز بازار زیاد است و فارغ‌التحصیلات این رشته در کشور زیاد بود و از طرفی چون شروع کارهای مربوط به این حوزه نیاز به سرمایه و هزینه فراوانی ندارد، بنابراین دانش‌آموختگان وارد بازار این کار می‌شوند و از طرفی چون صنعت IT کشور محدود به داخل است و بازا خارجی چندانی ندارم به ناچار بازار درآمد بین تعداد زیادی شرکت‌ها تقسیم می‌شود و سوددهی آن‌ها پایی خواهد بود. پس لازم است به سمت بازارهای جهانی پیش رفت که متاسفانه موانعی بر سر این راه از جمله تحریم‌ها وجود دارد. لذا در برنامه‌ریزی کلان دولت لازم است صنعت IT به عنوان راهبردی اصلی شناخته شود و از تولیدکنندگان نرم‌افزارهای داخلی حمایت شود.

- امنیت اطلاعات

امنیت شبکه‌های اطلاعات در صنعت برق، مبحثی مهجور مانده در کشور است؛ چنان که به گفته متخصصین این حوزه، بسیاری از سیستم‌های صنعتی فعلی، متاسفانه هنوز از حفره های امنیتی کشف شده در دهه‌ی گذشته رنج می‌برند. با توجه به اینکه شبیه‌سازی مقوله‌ای بسیار حساس بوده و نتایج آن برای راهبری شبکه و کمک به اپراتورها در لحظه تصمیم‌گیری بسیار حیاتی می‌باشد، لذا امنیت اطلاعات در این حوزه بسیار با اهمیت است.

۱-۱-۲ تبیین افق زمانی تحلیل

در هنگام تدوین راهبردها، لازم است که افق زمانی برنامه‌ریزی مشخص باشد. تنها در این صورت است که این راهبردها معنا پیدا خواهند کرد. بازه برنامه‌ریزی برای پروژه به سه بازه کوتاه‌مدت (بین ۳ تا ۵ سال)، میان‌مدت (بین ۵ تا ۱۰ سال) و بلندمدت (بین ۱۰ تا ۱۵ سال) تقسیم می‌شود.[۲]

تغییرات فناوری در حوزه نرم‌افزار به سرعت انجام می‌شود. اما از آنجا که نرم‌افزارهای شبیه ساز در کنار سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ بکار گرفته می‌شوند عموما تغییرات در نرم‌افزارهای شبیه‌ساز زمانی صورت می‌گیرد که کل سیستم کنترل و مانیتورینگ تغییر یابد. عموما سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ کشور حدودا هر ۱۰ سال تجدید ساختار می‌یابند. از دیدگاه

به‌روزرسانی فناوری نرم‌افزار بکار گرفته شده در این سیستم‌ها تجدید ساختار ۱۰ ساله نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق را در در افق برنامه ریزی میان مدت (۵ تا ۱۵ سال) قرار می‌دهد.

از طرف دیگر باید توجه داشت که هدف از این طرح مشخص نمودن افق زمانی برای توسعه نرم‌افزارهای شبیه ساز در داخل کشور و قطع وابستگی به خارج از کشور می‌باشد. با این فرض در صورتی که بتوان توسعه کل سیستم کنترل و مانیتورینگ را در داخل کشور تولید نمود می‌توان افق کوتاه مدت (۱ تا ۵ سال) را برای این سیستم‌ها در نظر گرفت.

۱-۱-۳ مرزبندی فنی یا توصیفی

مرزبندی فنی با مشخص کردن ساختار فنی سیستم تحت مطالعه، گستره مطالعات را معین می‌کند. در این مرزبندی سطح تحلیل توسعه فناوری در یکی از سه سطح زیر تعریف می‌شود:

- حوزه دانشی: تاکید بر یک فناوری و زیرفناوری‌های آن با در نظر گرفتن قابلیت استفاده از آن‌ها در کاربردها و محصولات.
- محصول فناورانه: تاکید بر ساختن یک محصول و بررسی فناوری‌ها و کاربردهای مرتبط با آن.
- بخش فناورانه: تاکید بر یک بازار خاص و مجموعه‌ای از محصولات مورد نیاز در یک حوزه.[۲]

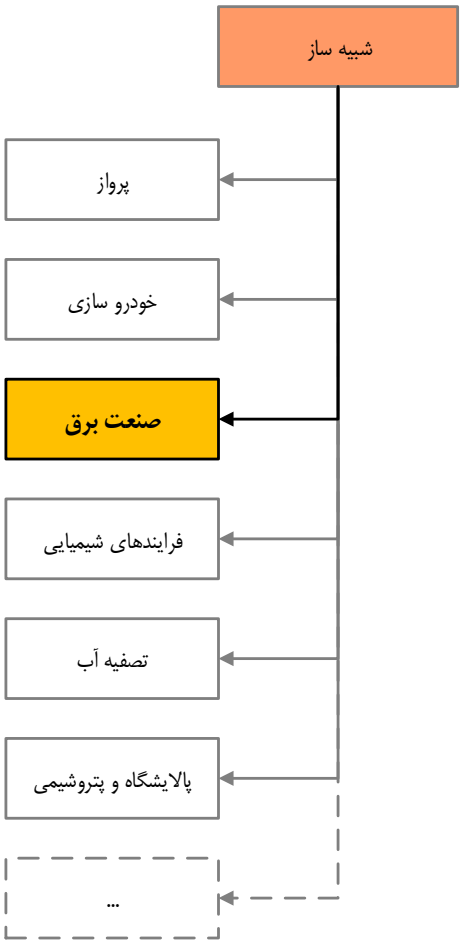
از آنجا که نرم‌افزارهای شبیه ساز بخشی از سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ می‌باشند، حوزه دانشی این نرم‌افزارها با سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ وجوه مشترک بسیاری دارد و در واقع زیر مجموعه‌ای از سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ محسوب می‌شوند. به بیان دیگر حوزه دانشی مربوط به نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق شامل نرم‌افزار و سخت افزار است. این حوزه علاوه بر نرم‌افزارهای شبیه ساز، کلیه محصولات سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ صنعتی در محدوده صنعت برق را در بر می‌گیرد.

از آنجا که نرم‌افزارهای شبیه ساز قابلیت پیش‌بینی و تخمین حالت‌های مختلف را نیز دارند در حوزه دانشی آنها الگوریتم‌های ریاضی تخمین حالت و پیش بینی وضعیت در آینده نیز وارد می‌شود.

بسته به اینکه یک شبیه ساز در چه حوزه بخصوصی مورد استفاده قرار می‌گیرد، دانش مربوط به آن حوزه به خصوص را نیز در خود دارد. به عنوان مثال نرم‌افزارهای شبیه سازی برای فرایندهای کنترل نیروگاه‌های اتمی، نیروگاه‌های با سوخت فسیلی،

نیروگاه‌های برق آبی، نیروگاه‌های بادی یا نیروگاه‌های خورشیدی دارای تفاوت‌هایی هستند هرچند که اشتراکاتی نیز با هم دارند.

شبیه‌سازها به عنوان ابزارهایی برای پیش‌بینی و مطالعه و آموزش فرآیندهای مختلف در انواع صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. با پیشرفت‌های زیادی که در صنعت نرم‌افزار اتفاق افتاده است، می‌توان گفت برای هر فرآیند می‌توان شبیه‌سازی به صورت نرم‌افزاری تولید نمود. این شبیه‌ساز می‌تواند با استفاده از یک ابزار نرم‌افزار عمومی (مانند نرم‌افزار MATLAB) برای فرآیند ایجاد شود و یا می‌توان با استفاده از برنامه نویسی یک شبیه‌ساز خاص برای یک فرآیند تولید نمود. در شکل ۱-۵ شبیه‌سازهای صنایع مختلف نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۵ درخت فناوری شبیه‌سازهای صنایع مختلف

نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق طیف وسیعی را در بر می‌گیرند. امروزه نقش نرم‌افزار در فرایند کنترل و مانیتورینگ بسیار پررنگ‌تر از گذشته است. با بکارگیری سیستم‌های نرم‌افزاری برای کنترل و مانیتورینگ پروسه‌ها (مانند پروسه تولید نیرو در نیروگاه‌ها یا انتقال و توزیع نیرو در شبکه برق) به تدریج زیر سیستم‌های شبیه‌ساز نیز در این سیستم‌های گنجانده شدند.

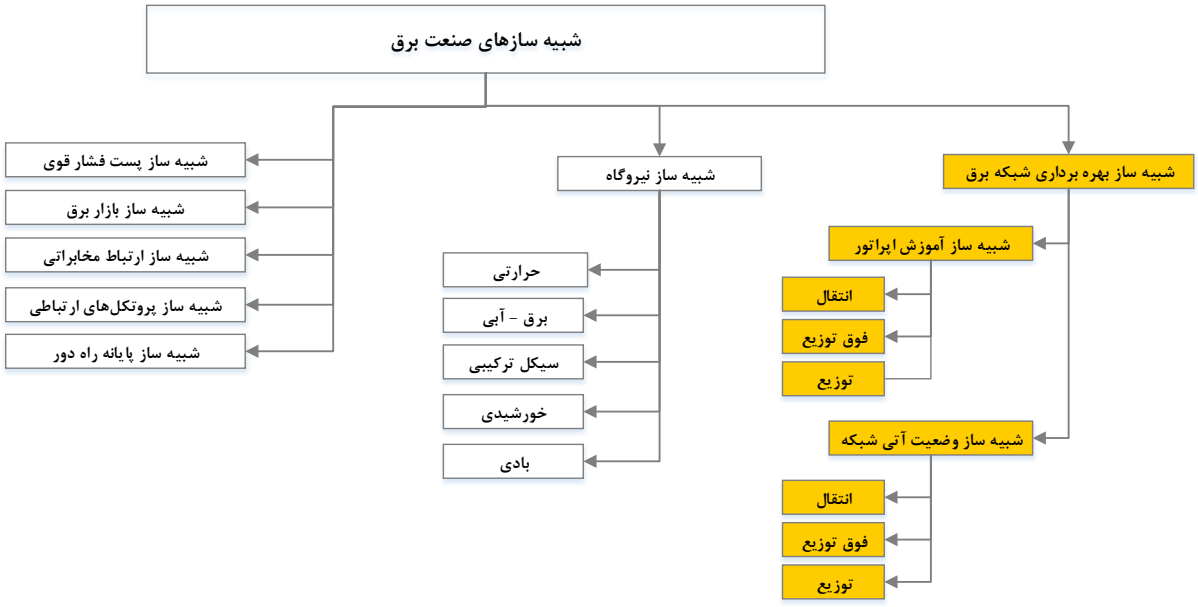
به عنوان نمونه از نرم‌افزارهای شبیه ساز زیر می‌توان نام برد:

- نرم‌افزار شبیه ساز نیروگاه سوخت فسیلی
- نرم‌افزار شبیه ساز نیروگاه اتمی
- نرم‌افزار شبیه‌ساز نیروگاه سیکل ترکیبی
- نرم‌افزار شبیه‌سازی توربین بادی
- نرم‌افزار شبیه ساز کنترل و مانیتورینگ شبکه برق
- نرم‌افزار شبیه‌ساز پست برق
- نرم‌افزار شبیه‌ساز ارتباط مخابراتی
- نرم‌افزار شبیه‌ساز مرکز دیسپاچینگ برق از دید پروتکل
- نرم‌افزار شبیه‌ساز پایانه راه دور از دید پروتکل
- نرم‌افزار شبیه‌ساز کنتور برق از دید پروتکل
- نرم‌افزار شبیه ساز فرایندهای نفت و گاز
- نرم‌افزار شبیه ساز تصفیه آب
- نرم‌افزار شبیه ساز صنایع پتروشیمی و پالایشگاه
- نرم‌افزار شبیه ساز صنایع شیمیایی
- نرم‌افزار شبیه‌ساز پرواز

هدف از این پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه برای نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در صنعت برق است، از این رو نمودار درخت فناوری این شبیه‌سازها در شکل ۱-۶ نشان داده شده است. همانطور که قبلا نیز اشاره شد از آنجا که بخشی از شبیه‌سازهای مربوط به نیروگاه‌ها در طرح دیگری با عنوان «سیستم کنترلی نیروگاه» در پژوهشگاه نیرو در حال بررسی می‌باشند به همین

دلیل این مجموعه از شبیه‌سازها از این طرح حذف شده‌اند. همچنین شبیه‌سازهایی که دوره عمر آنها در دوره زوال قرار دارد مانند شبیه‌سازهای پایانه راه دور و شبیه‌سازهای پروتکل نیز در این طرح بررسی نمی‌شوند. دلیل این امر آن است که در حال حاضر عموما گرایش صنعت دیسپاچینگ در استفاده از پایانه راه دور به سمت استفاده از سیستم‌های DCS تغییر نموده است و دستگاه‌های پایانه راه دور امروزه به نسبت گذشته بازار ندارند و شرکت‌های برق ترجیح می‌دهند که بجای استفاده از پایانه راه دور از سیستم‌های DCS برای پایش و کنترل پست‌ها استفاده نمایند. در مورد شبیه‌سازهای پروتکل‌های صنعت برق نیز باید توجه کرد که این نوع شبیه‌ساز ها عموما به عنوان تحلیلگر پروتکل برای شنود خط مخابراتی که اطلاعات بر روی آن رد و بدل می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده دیگر این شبیه‌سازها در شبیه‌سازی مرکز یا پایانه راه دور است. این نوع از شبیه‌ساز های پروتکل امروزه توسط شرکت‌های معتبر تولید شده‌اند و به راحتری در دسترس قرار دارند و نیاز به ترسیم نقشه راه برای رسیدن به فناوری آنها نیست.

در شکل ۱-۶ بخشی که با رنگ تیره تر مشخص شده است مربوط به شبیه‌سازهای بهره‌برداری شبکه (شامل شبیه‌سازهای آموزش اپراتور و شبیه‌سازهای وضعیت آتی شبکه) هستند. این مجموعه در این طرح مورد بررسی قرار خواهند گرفت.



شکل ۱-۶ درخت فناوری شبیه‌سازهای صنعت برق از دیدکاربرد

از آنجا که این نرم‌افزارها برای شبیه‌سازی پروسه‌های متفاوت ایجاد شده‌اند نمی‌توان تمام زیر سیستم‌های آنها را به صورت کامل تشریح نمود زیرا بعضی از زیر سیستم‌ها در تعدادی از شبیه‌سازها دیده می‌شوند حال آنکه در بقیه وجود ندارد. در این

قسمت سعی شده است زیر فناوری‌های عمومی و مشترک مربوط به نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق که در نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مشترک هستند آورده شوند. برای اینکه جزییات بیشتری از زیر فناوری‌های نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مشخص شود سعی شده است بعضی از زیر فناوری‌های مربوط به نرم‌افزارهای شبیه‌ساز وضعیت شبکه برق تشریح شود.

نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق چنانکه از نام آنها پیداست از یک فناوری اصلی نرم‌افزار تشکیل شده‌اند. به این ترتیب عمده فناوری مربوط به این سیستم‌ها نرم‌افزاری است. البته در مواردی اجزا سخت افزاری نیز در این مجموعه کاربرد دارند.

با توجه به اینکه سند راهبردی و نقشه راه سیستم‌های شبیه‌ساز نیروگاه در حال حاضر در طرح کلان سیستم‌های کنترل نیروگاه در پژوهشگاه نیرو در حال تهیه است لذا در این طرح نرم‌افزارهای شبیه‌سازی نیروگاه‌ها بررسی نمی‌شوند. علاوه بر این از آنجا که بررسی همه انواع شبیه‌سازهایی که در حوزه صنعت برق نیازمند جمع‌آوری افراد متخصص در زمینه‌های مختلف است و امکان بررسی همه شبیه‌سازها در یک پروژه واحد وجود ندارد در گام نخست سعی شد تا محدوده مورد بررسی مشخص گردد.

به منظور مشخص نمودن محدوده شبیه‌سازهای صنعت برق که در این پروژه سند راهبردی و نقشه راه آن‌ها تدوین خواهند شد با توجه به بررسی های انجام گرفته و طرح موضوع در جلسه دوم کمیته راهبری این پیشنهاد به تصویب رسید که تنها نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در رده‌های انتقال، فوق توزیع و توزیع مورد بررسی قرار گرفته و سند راهبردی و نقشه راه آنها تدوین شود.

۱-۲ تبیین مشخصه‌های فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

هر فناوری بر اساس ویژگی‌های متمایز کننده آن می‌تواند در گروه یا دسته‌ای از فناوری‌ها قرار گیرد. برای تهیه یک روش واقعی و بدون انحراف از واقعیت، آن روش باید بر اساس ویژگی‌های خاص گروه فناوری تنظیم شود. به عبارت دیگر لازم است که راهبردها و اهداف خرد و کلان متناسب با گروه فناوری مورد نظر تدوین شوند. لذا ضروری است که جایگاه فناوری مورد نظر را با ارائه‌ی یک طبقه‌بندی از مفهوم فناوری معین کرد. برای این منظور، مشخصه‌های فناوری را می‌توان از سه بعد ماهیت، منشأ تغییرات فناوری و چرخه عمر فناوری دسته‌بندی کرد. در ادامه این سه بعد بیشتر توضیح داده می‌شوند.

در این بخش جایگاه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق با توجه به ابعاد ماهیت و چرخه عمر آن مشخص می‌شود.

۱-۲-۱ ابعاد ماهیت

از بعد ماهیت، فناوری‌ها می‌توانند از نظر سابقه حضور به فناوری‌های جدید و موجود، از نظر پیچیدگی محتوا به فناوری‌های پیشرفته و ساده، از نظر سطح تناسب با نیازها و منابع موجود به فناوری‌های مناسب و نامناسب، و از نظر حوزه کاربرد به فناوری‌های محصول و فرایند تقسیم شوند.[۲] در ادامه در مورد این مفاهیم بیشتر توضیح داده می‌شود.

در این بخش سعی شده است ابعاد ماهیت فناوری‌های بکارگرفته شده در توسعه نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق با توجه به موارد زیر مورد بررسی قرار گیرد.

در ابتدا سیستم‌های شبیه‌ساز برای مصارفی نظیر آموزش اپراتورهای مبتدی مورد استفاده بیشتری داشتند ولی به تدریج استفاده از آنها برای شبیه‌سازی یک فرایند در حالت زمان حقیقی و مشاهده نتایج و اتخاذ تصمیم‌های مربوطه اهمیت پیدا کرد. این قابلیت از بسیاری از خطرات که منشا آن خطای انسانی بود جلوگیری می‌کرد. به این ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز قابلیت مشاهده وضعیت پروسه قبل از اعمال هرگونه تغییرات توسط کاربران در آن قابل پیش‌بینی شد. به این ترتیب برنامه‌های شبیه‌ساز علاوه بر آموزش اپراتورها برای کار با سیستم، برای بالا بردن ضریب ایمنی نیز بکار گرفته شدند. مورد دیگر استفاده از این نرم‌افزارها در جهت بالا بردن کارایی سیستم بود. از آنجا که توسط برنامه شبیه‌ساز امکان مشاهده کارایی سیستم در وضعیت‌های مختلف وجود دارد، این برنامه‌ها به کاربران کمک می‌کنند تا بتوانند بهترین وضعیت یا حالت بهینه را برای کارکرد سیستم را انتخاب نمایند تا کارایی سیستم به حداکثر ممکن برسد.

نرم افزارهای شبیه‌ساز که برای آموزش اپراتور یا دیسپاچر بکار گرفته می‌شوند نرم افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر[۱] یا نرم افزار آموزش اپراتور[۲] نامیده می‌شوند. این نرم افزارها عموما به صورت Offline با اطلاعات شبکه کار می‌کنند و دیسپاچر را در یک فضای مجازی کاملا مشابه شبکه واقعی آموزش می‌دهند.

علاوه بر این نرم افزارها نرم افزارهای شبیه‌ساز Online نیز وجود دارند. این نرم افزارها در هنگام کار دیسپاچر با شبکه وی را از تبعات انجام یک فرمان یا یک تغییر در شبکه با استفاده از شبیه‌سازی حالت آتی مطلع می‌سازند. این شبیه‌سازها با عنوان نرم افزارهای کاربردی شبکه برق[۱] یا نرم افزارهای مدیریت انرژی[۲] شناخته می‌شوند.

---

[1] Dispatcher Training Simulator (DTS)

[2] Operator Training Simulator (OTS)

هر چند در ایران نرم‌افزارهای شبیه ساز کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند به طوری که با وجود این نرم‌افزار در سیستم دیسپاچینگ ملی بسیار کم از آن استفاده شده است، ولی گرایش جهان به سمت بکارگیری این ابزارها برای بهره مندی از قابلیت‌های ارزشمند آن‌هاست.

لازم به توضیح است که نرم‌افزارهای شبیه ساز همواره به عنوان بخشی از نرم‌افزار کنترل و مانیتورینگ عرضه می‌شوند. به این معنی که در صورت نیاز به تولید یا توسعه یک نرم‌افزار شبیه ساز برای یک پروسه باید نرم‌افزار کنترل و مانیتورینگ آن را نیز تولید نمود.

سیستم‌های شبیه ساز علاوه بر سیستم‌های نرم‌افزاری شامل سیستم‌های غیر نرم‌افزاری نظیر سیستم‌های الکترونیکی و سخت افزاری یا سیستم‌های مکانیکی نیز می‌باشند ولی سیستم‌های شبیه‌ساز که در این پروژه مورد بررسی قرار می‌گیرند سیستم‌های شبیه‌ساز نرم‌افزار را شامل می‌شوند. فناوری اصلی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز همانطور که از نام آن‌ها پیداست حوزه فناوری نرم‌افزار را شامل می‌شود. فناوری شبیه سازی با استفاده از نرم‌افزار از ابتدای ظهور فناوری نرم‌افزاری مورد استفاده قرار گرفته است. در حوزه نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق نیز همراه با نرم‌افزارهای کنترل و مانیتورینگ نرم‌افزارهای شبیه ساز نیز توسعه یافته‌اند. با پیشرفت نرم‌افزارهای کنترل و مانیتورینگ و استفاده از فناوری‌های نو در زمینه نرم‌افزار سیستم‌های شبیه ساز نرم‌افزاری نیز از این فناوری جدید استفاده کردند. به این ترتیب سیستم‌های شبیه‌ساز نرم‌افزاری در حال حاضر از در دنیا از فناوری‌های پیشرفته نرم‌افزار استفاده می‌کنند.[۳، ۴، ۵، ۶، ۷ ، ۸، ۹]

سابقه فناوری

زمان ظهور این فناوری مطابق با زمان پدید آمدن نرم‌افزارهای کنترل و مانیتورینگ شبکه برق (اسکادا) می‌باشد. یکی از نرم‌افزارهای نسبتا قدیمی در کشور که به زیر سیستم شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر مجهز است سیستم اسکادای دیسپاچینگ ملی است که اواخر دهه ۶۰ شمسی در کشور راه اندازی شده است. عموما تمام نرم‌افزارهای اسکادای هم‌رده با سیستم دیسپاچینگ ملی و پس از آن به زیر سیستم شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر مجهز بوده‌اند. قابلیت جدیدی که در نرم‌افزارهای اسکادای نوین پیاده‌سازی شد قابلیت شبیه‌سازی یک شبکه برای تحلیل وضعیت آن در هنگام نیاز به تغییرات در شبکه بود. امروزه عموم

[1] Power Application Sofware (PAS)

[2] Energy Management System (EMS)

نرم‌افزار های اسکادا به این قابلیت نیز مجهز شده‌اند. از آنجا که پیشبرد سیستم‌های شبیه‌ساز وابسته به فناوری نرم‌افزار است و این فناوری به سرعت در جهان در حال رشد است به نظر می‌رسد توسعه شبیه‌سازها از سرعت بالایی برخوردار است.

از نظر نصب و راه‌اندازه نمونه‌های شبیه‌ساز در پروژه‌های دیسپاچینگ کشور چنانکه اشاره شد این نرم‌افزار جدید نیست و از سال ۱۳۶۸ با ورود نخستین نمونه از نرم‌افزار اسکادا در دیسپاچینگ ملی که اکنون در شرکت مدیریت شبکه برق کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد این شبیه‌سازها نصب و راه‌اندازی شده‌اند. ولی تمام این نمونه‌های نرم‌افزاری شبیه‌ساز از شرکت‌های خارجی خریداری شده‌اند و تا این تاریخ هیچ شرکت ایرانی اقدام به پیاده‌سازی کامل این نوع شبیه‌ساز در سیستم اسکادا خود ننموده است. از این رو با توجه به عدم پیاده‌سازی این سیستم نرم‌افزاری در داخل کشور می‌توان پیاده‌سازی این نوع شبیه‌ساز را جدید تلقی نمود و با توجه به خریدهای انجام شده برای این نرم‌افزار در سال‌های قبل می‌توان آن را موجود فرض کرد.

در اینجا باید توضیح داد که این فناوری محصول محسوب می‌شود نه فرآیند. دلیل این امر آن است که نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به عنوان یک محصول نهایی در بخشی از صنعت برق بکارگرفته می‌شوند و هدف از انجام این پروژه نیز رسیدن به این محصول است. روش رسیدن به فناوری می‌تواند از طریق درونزا یا تولید داخل باشد یا از طریق تهیه از شرکت‌های خارجی که آن را در اختیار دارند.

تناسب فناوری

در گذشته در ساخت سیستم‌های شبیه‌ساز عمدتا از فناوری‌های مکانیکی و الکتریکی یا الکترونیکی استفاده می‌شد. با پیشرفت فناوری نرم‌افزار، سیستم‌های شبیه سازی با استفاده از نرم‌افزار پیاده سازی شدند. از آنجا که نرم‌افزار قابلیت شبیه سازی بهتر از نظر تطابق فرایند واقعی و مجازی را در اختیار قرار می‌دهد، بیشترین تناسب را در بین فناوری‌های مورد استفاده تا امروز برای ساخت سیستم‌های شبیه ساز دارد. به هر روی در حال حاضر متناسب ترین فناوری موجود برای بهره‌گیری در شبیه سازی فرایندها فناوری نرم‌افزاری است که هم در سیستم‌های داخل کشور و هم سیستم‌های خارج از کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیستم‌های کنترل و پایش شبکه برق اسکادا که اکنون در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند، از فناوری نرم افزاری استفاده می‌کنند و در نتیجه قادر خواهند بود که سیستم‌های شبیه‌سازی بهره‌برداری را نیز در کنار خود با استفاده از فناوری نرم افزار بکار گیرند. به این ترتیب تناسب بین سیستم‌های شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق و سیستم‌های اسکادا در کشور وجود دارد.

علاوه بر این بعضی از سیستم‌های نرم افزاری اسکادا در کشور به سیستم شبیه‌ساز مجهز هستند و از آنجا که سیستم شبیه‌ساز باید توسط تولید کننده اسکادا پیاده‌سازی و برروی سیستم نصب گردد، تناسب لازم برای بکارگیری این دو سیستم در کنار یکدیگر در شبکه برق کشور وجود دارد.

فصل دوم

هوشمندی فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

شناسایی حوزه‌های فناورانه نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق چنانکه از نام آنها پیداست از یک فناوری اصلی نرم‌افزار تشکیل شده‌اند. به این ترتیب عمده فناوری مربوط به این سیستم‌ها نرم‌افزاری است. البته در مواردی اجزا سخت افزاری نیز در این مجموعه کاربرد دارند.

۲-۱-۱ فناوریهای پایه مورد نیاز

شبیه‌سازهای نرم‌افزاری با استفاده از نرم‌افزار تولید می‌شوند لذا فناوری پایه مورد استفاده این شبیه‌سازها فناوری نرم‌افزار است.

فناوری نرم‌افزار می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- مهندسی نرم‌افزار (تحلیل و طراحی نرم‌افزار)
- زبان برنامه نویسی
- Frame work نرم‌افزاری
- سیستم عامل
- واسطهای ارتباطی نرم‌افزاری

۲-۱-۲ اجزای سیستم نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه

اجزای سیستم نرم‌افزار شبیه‌ساز به شرح زیر می‌باشد:

- پایگاه داده

پایگاه داده نرم افزار مدل داده[1] و اطلاعات مهندسی مربوط به سیستم را در خود نگهداری می‌کند. مدل داده مهندسی باید یک مدل استاندارد به منظور انطباق با سایر سیستم‌ها باشد. استانداردی که برای مدل داده معرفی شده است IEC 61970 می‌باشد که مدل داده را برای سیستم‌های اسکادا و مدیریت انرژی[2] ارائه می‌نماید.

  - ایستا

[1] Data Model

[2] Energy Management System (EMS)

پایگاه داده ایستا[1] یک پایگاه داده به صورت یک برنامه مجزا در سیستم است. این پایگاه داده توسط واسط‌هایی نظیر ODBC به برنامه متصل می‌شود و اطلاعات سیستم را در خود نگهداری می‌نماید. برای نمونه می‌توان به Microsoft SQL Server یا OACLE به عنوان دو مورد از پایگاه داده‌های ایستا که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند اشاره نمود. برخلاف گذشته که هر تولید کننده نرم افزارهای اسکادا یا نرم افزارهای کاربردی شبکه برق پایگاه داده خاص خود را داشت، امروز تولیدکنندگان این نوع نرم افزارها از پایگاه داده‌های تولید شده توسط شرکت‌های دیگری مانند نمونه‌های ذکر شده در بالا استفاده می‌نمایند.

- زمان حقیقی

پایگاه داده‌های زمان حقیقی[2] در داخل حافظه برنامه اجرایی بکارگرفته می‌شوند. این پایگاه‌های داده مدل داده و اطلاعات مهندسی سیستم را مطابق با پایگاه داده ایستا در خود نگهداری می‌کنند تا سرعت دسترسی به اطلاعات افزایش یابد. این پایگاه‌های داده را می‌توان به صورت کد منبع از شرکت‌های دیگر خریداری نمود و در برنامه مورد استفاده قرار داد.

- واسط ارتباط با کاربر

واسط ارتباط با کاربر[3] قابلیت تعامل کاربر با سیستم را فراهم می‌نماید. بسته به نقش کاربر در هنگام کار با سیستم واسط‌های کابری مختلفی را می‌توان بر شمرد.

- ارتباط با آموزش دهنده[4]

ارتباط با کاربر آموزش گیرنده را فراهم می‌کند.

- ارتباط با آموزش گیرنده[5]

[1] Static Database

[2] Real-time Database

[3] User Interface (UI)

[4] Trainer

[5] Trainee

ارتباط با کاربر آموزش دهنده را فراهم می‌کند. این کاربر می‌تـوان نتـایج کـار کـاربران آمـوزش گیرنـده را مشاهده نموده و سناریوهای مختلف را برای آزمایش کاربران در اختیار آن‌ها قرار دهد.

- ارتباط با مهندس سیستم[1]

ارتباط با مهندس سیستم را فراهم می‌نماید. برای تغییر در داده‌های مهندسی و تعریف سناریوهای جدیـد در سیستم از این ارتباط استفاده می‌شود.

- ارتباط با دیسپاچر[2]

برای ارتباط با دیسپاچرهای سیستم وجود این ارتباط لازم است.

- واسط ارتباط با سیستم ها

سیستم شبیه‌ساز نیازمند ارتباط با سیستم‌های دیگری که در کنار آن کار می‌کنند می‌باشد. ارتباط با این زیر سیستم‌ها عبارتند از:

- ارتباط با سیستم کنترل و مانیتورینگ(اسکادا)

ارتباط با زیر سیستم اسکادا، برای دریافت اطلاعات زیر می‌ّباشد.

  - پردازش داده
  - هشدار و رویداد
  - آرشیوگیری
  - گزارش گیری

- واسط ارتباط با نرم‌افزارهای محاسباتی(DIgSILENT)

این ارتباط برای ارسال/دریافت اطلاعات به/از نرم افزارهای محاسباتی مورد نیاز است.

- تحلیلگر شبکه

[1] System Engineer

[2] Dispatcher (Operator)

تحلیل شبکه برای آموزش به اپراتورها و همچنین پیش‌بینی حالت شبکه در آینده مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیر سیستم‌های تحلیلگر شبکه عبارتند از :

- Network Status processor
- State Estimator
- Contingency Evaluation
- Dispatcher Power Flow Calculation
- Online Short Circuit Calculation
- Optimal Power Flow

این زیر سیستم‌ها هم در برنامه شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر و هم شبیه‌ساز حالت آتی شبکه کاربرد دارند.

- مدیریت سناریو

واحد مدیریت سناریو به منظور تعریف سناریوهای جدید یا تغییر در سناریوهای موجود یا حذف آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- واحد ثبت کارکرد شبکه

این واحد وظیفه ثبت و ضبط اطلاعات شبکه در حین کار را بر عهده دارد. این اطلاعات می‌تواند برای ایجاد یک محیط مجازی برای کاربران در حین آموزش مورد بهره‌برداری قرار گیرد. سناریوهای جدید می‌توانند بر روی این محیط مجازی که در اصل اطلاعات آن از اجرای برنامه در زمان قبل ثبت شده است اجرا شده و قابلیت آموزش کاربران را در این محیط فراهم نماید.

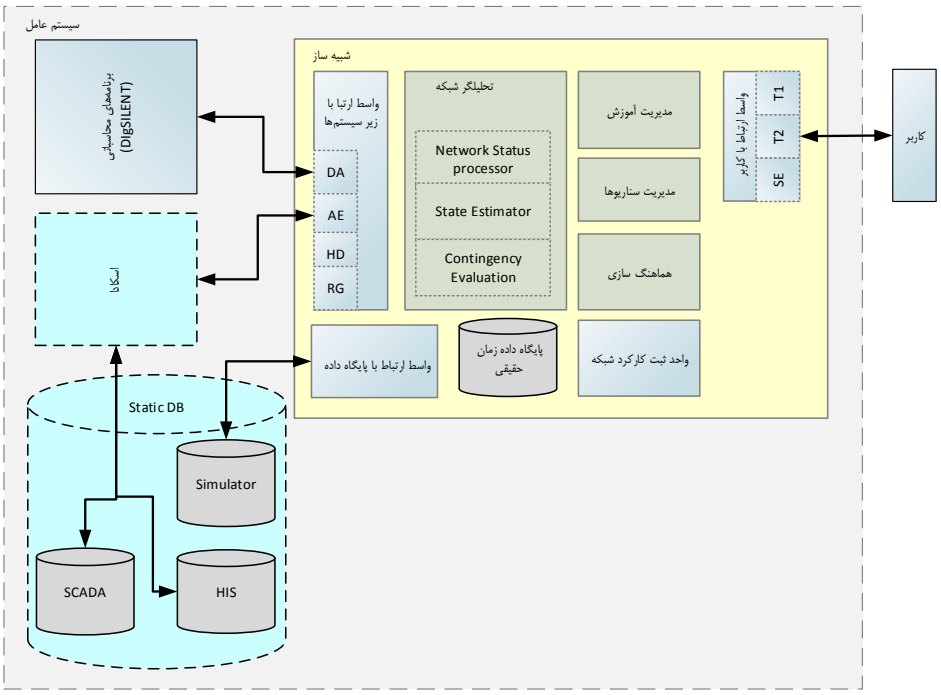
- واحد هماهنگ سازی

واحد هماهنگ سازی این قابلیت را فراهم می‌نماید که برنامه‌ها شبیه‌ساز با شبکه واقعی هماهنگ باشند و در حین تغییر حالت از حالت واقعی پروسه به حالت مطالعاتی بتوان اطلاعات شبکه واقعی را در اختیار کاربران قرار داد.

- مدیریت آموزش

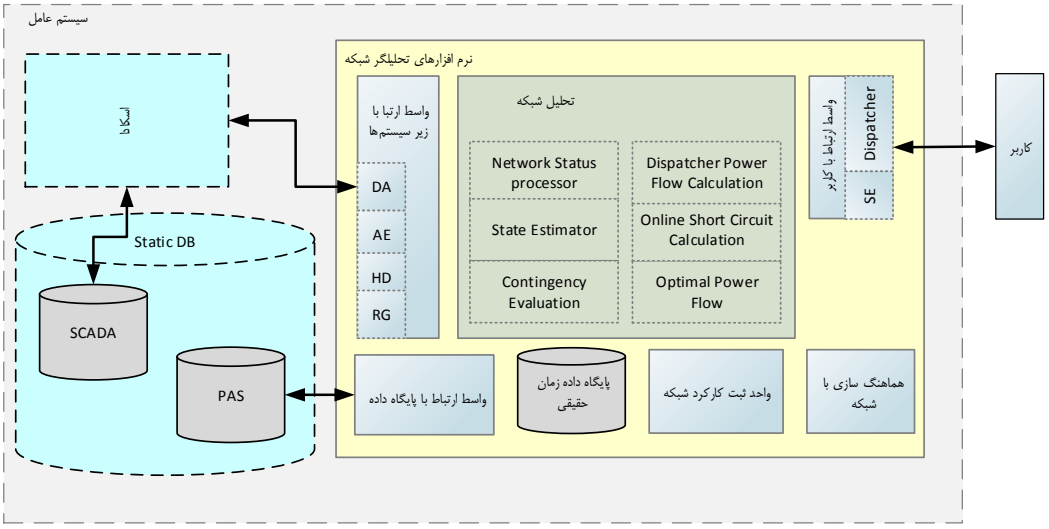
این واحد به آموزش دهنده کمک می‌نماید که روند آموزش‌های آموزش‌گیرندگان را کنترل نماید. سناریوهای مختلف را در اختیار آن‌ها قرار داده و نتایج پیشرفت آموزش‌گیرندگان را بررسی کند.

شکل ۲-۱ اجزای سیستم شبیه‌ساز آموزش بهره‌برداری شبکه برق را در قالب نمودار بلوکی نشان می‌دهد.



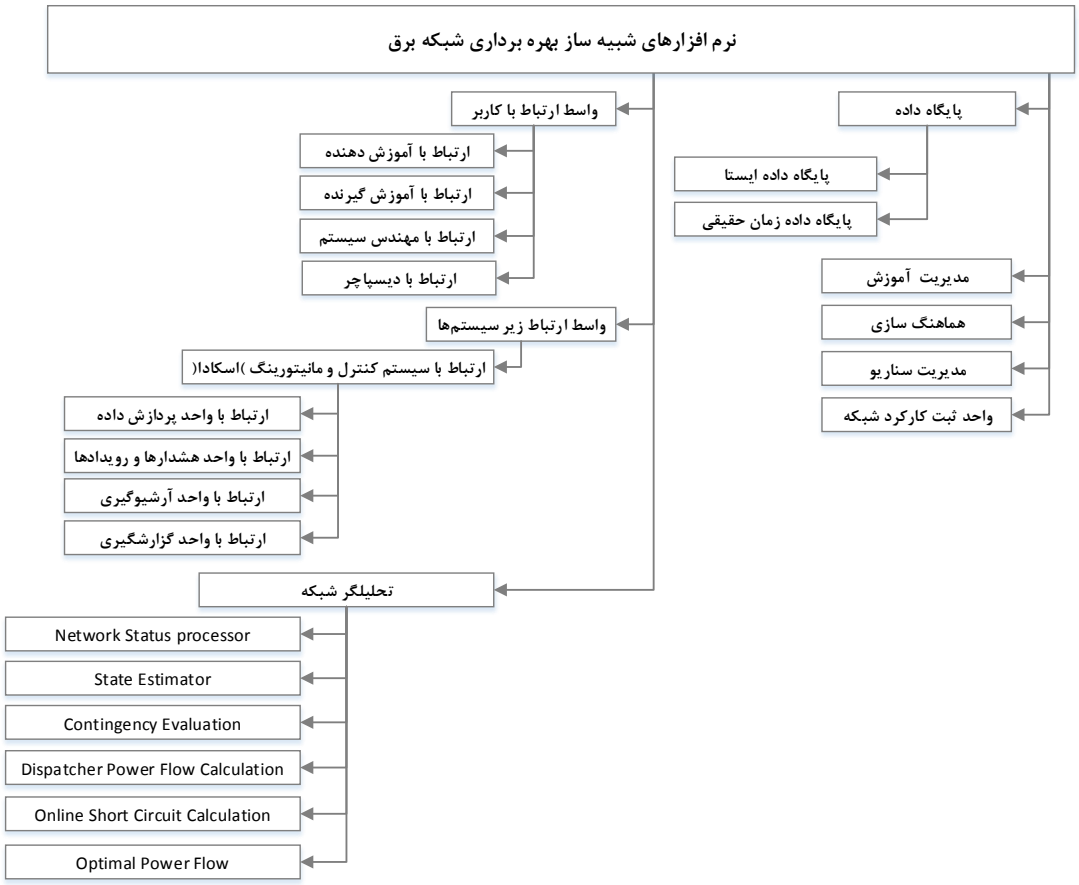
شکل ۲-۱ نمودار بلوکی اجزای شبیه‌ساز آموزشی شبکه برق

علاوه بر شبیه‌سازی برای آموزش اپراتورها شبیه سازی شبکه برای کمک به اپراتور در هنگام کارکرد در حالت واقعی یا شبیه‌سازی شبکه برای تحلیل و مطالعه شبکه نیز انجام می‌شود. شکل ۲-۲ اجزای سیستم شبیه‌سازی شبکه برای تخمین و تحلیل حالت و وضعیت آتی شبکه نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲ نمودار بلوکی اجزای شبیه‌ساز تخمین حالت و پیش‌بینی وضعیت آتی شبکه برق

همچنین درخت فناوری اجزای سیستم نرم‌افزاری شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳ درخت فناوری اجزای نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق

۲-۱-۳ سطح پیچیدگی فناوری شبیه‌ساز

در بخش نتایج حاصل از بررسی‌های انجام گرفته در زمینه مشخص سازی سطح پیچیدگی فناوری شبیه‌سازهای بهره‌برداری شبکه برق تشریح می‌گردد. برای مشخص کردن سطح پیچیدگی از مدل اطلس استفاده شده است. همچنین به منظور جمع آوری اطلاعات مربوط به پیچیدگی این فناوری از شرکت‌های توسعه دهنده نرم‌افزارهای اسکادا دعوت شد تا در نظر سنجی در این زمینه شرکت نمایند.

۲-۱-۳-۱ معرفی روش اطلس

این روش تجزیه و تحلیل، برای ارزیابی موقعیت جهانی چهار بعد تکنولوژی استفاده می‌شود که می‌توان آن را بطور کلی در موارد زیر خلاصه نمود :

مشخصات عملکردی برای بعد افزار فنی(فرآیندها و اجزا) (T): مثل گسترهٔ عملیات، دقت مورد نیاز، کنترل‌ها، روشهای حمل و نقل وغیره.

ویژگی‌های شایستگی برای بعد نیروی انسانی (H) : مثل خلاقیت، تمایل به یادگیری، تمایل به موفقیت، تمایل به کار تیمی، ریسک پذیری، وقت شناسی وغیره.

الزامات کفایتی برای اطلاعات (I) : مثل توانمندی بازیابی و دسترسی، تعداد ارتباطات، امکان بروزسازی، سهولت مبادله و جامعیت و غیره.

معیارهای اثربخشی برای بعد سازماندهی و مدیریت (O): مثل رهبری، حفظ استقلال داخلی کارکنان، حس جهت‌یابی، مشارکت کارکنان، فضای نوآورانه، صداقت و غیره. [۱۰]

اجزاء فناوری در طبقه‌بندی مدل

همانگونه که قبلا توضیح داده شد، فناوری را می‌توان عامل تبدیل منابع طبیعی به منابع تولید شده معرفی نمود. این عامل می‌تواند شامل سخت افزارها، نرم‌افزارها، دانش فنی و غیره باشد و در حقیقت این تعریف گسترده‌تر از تصورات عموم است که فناوری را ترکیبی از سخت‌افزار و نرم‌افزار می‌دانند. با این توضیحات می‌توان اجزاء فناوری را به چهار دسته کلی (پیچیدگی فرآیندها و اجزا، توانایی انسانی، توانایی دانش فنی، توانایی سازماندهی و مدیریتی) تقسیم نمود.

با استفاده از چهار جزء فوق به عنوان پایه ای برای تحقیق، می‌توان به هماهنگی و روابط متقابل میان برنامه‌ریزی اقتصادی متعارف و برنامه‌ریزی بر محور فناوری در سطح شرکت، رشته یا زیر بخش، بخش و یا کلان دست یافت.

هر یک از اجزاء فناوری، می‌توانند بر اساس میزان توانایی خود در درجات مختلفی از سیر تکاملی خود واقع شوند که اصطلاحاً تحت عنوان درجه پیچیدگی مطرح می‌گردد. در جدول ۲-۱ طیف کلی درجه بندی میزان پیچیدگی در هر یک ازچهار بعد نام برده آورده شده است.

جدول ۲-۱ طیف کلی درجه بندی میزان پیچیدگی در هر یک ازچهار بعد

پیچیدگی							
فرآیندها و اجزا	ابزار و فرآیندهای دستی	ابزار و فرآیندهای مکانیکی	ابزار و فرآیندهای فنی و عمومی	ابزار و فرآیندهای فنی و تخصصی	ابزار و فرآیندهای اتوماتیک	ابزار و فرآیندهای فنی کامپیوتری	ابزار و فرآیندهای فنی تمام کامپیوتری
توانایی های انسانی	توانایی کار با ابزار و تجهیزات	توانایی نصب	توانایی تعمیر	توانایی مشابه سازی	توانایی انطباق	توانایی بهبود	توانایی نوآوری
اطلاعات و دانش فنی	آشناکننده	توصیف کننده	مشخص کننده	استفاده کننده	تفهیم کننده	تعمیم دهنده	ارزیابی کننده
سازماندهی و مدیریت	تلاش	پیوند	تهور	حمایت	تثبیت	شکوفایی	رهبری

افزایش پیچیدگی‌های کار با فرآیندها و تجهیزات، نیاز به توسعه و استفاده از ابزار و فرآیندهای پیچیده‌تری را دامن می‌زند. فرآیندها وتجهیزات قلب هر سیستم صنعتی است. ولی ابزارها عمدتاً از طریق توانائیها و با استفاده از اطلاعاتی که در طول زمان اندوخته می‌شوند توسعه، نصب، بهره‌برداری و بهبود می‌یابند.

فرآیندها و تجهیزات خود به تنهائی نمی‌توانند عمل نمایند و اگر توانائی استفاده از آنها وجود نداشته باشد بی‌فایده خواهند بود. معهذا با افزایش میزان پیچیدگی امکانات، میزان پیچیدگی توانائیها و اطلاعات مورد نیاز نیز می‌تواند افزایش یابد. نوعی طبقه‌بندی ممکن و نمونه‌هایی از پیچیدگی فزاینده فرآیندها و تجهیزات فنی در جدول ۲-۲ با عنوان پیچیدگی فرآیند تولید و اجزا نشان داده شده است.

جدول ۲-۲ پیچیدگی فرآیند تولید و اجزا

پیچیدگی فرآیندها و پیچیدگی اجزا	شرح
فرآیند تولید و اجزای دستی	تلاش و کنترل دستی فعالیتها
فرآیند تولید و اجزای مکانیکی	مکمل نمودن نیروی مکانیکی یا نیروی جسمانی، کنترل فعالیتها تماما توسط متصدی کار انجام می‌شود.
فرآیند تولید و اجزای فنی تخصصی	ماشین کارهای تخصصی را انجام می دهند و کنترل فعالیتها کاملا بر عهده متصدیان است.
فرآیند تولید و اجزای فنی اتوماتیک	ماشینها یک سری عملیات را بدون دخالت انسان انجام می دهند کنترل متصدیان در سلسله مراتب وتکمیل فعالیت ناچیز است. اما ابزار نمی‌توانند اشتباهات را برطرف نمایند و متصدیان باید اعمال اصلاحی را انجام دهند.
فرآیندتولید و اجزای فنی کامپیوتری	دخالت ناچیز انسان در فعالیتها
فرآیند تولید و اجزای فنی تمام کامپیوتری	تقریبا هیچگونه دخالت مستقیم انسانی وجود ندارد مانند کارخانجاتی که کاملا از روبات استفاده می کنند.

تقاضای فزاینده مهارتهای مورد نیاز برای تولید، بهبود، نصب و اداره فرآیندها و تجهیزاتی که پیچیدگی متفاوتی دارند نیز، مستلزم توانائیهای پیچیده مناسبی است.

این توانایی‌ها نقش کلیدی در انجام عملیات صنعتی دارند و در حقیقت این توانائی است که تجهیزات را سودبخش می‌نماید. با این وجود، میزان آنچه که می‌توان انجام داد را اطلاعات موجود، سازماندهی و مدیریتی که در آن فعالیت‌ها انجام می‌شود، هدایت می‌کند. توانایی‌ها به پیدایش اطلاعات بیشتری نیز منتهی گشته و به این طریق به بهبود بهره‌برداری از ماشین‌آلات و تجهیزات منجر می‌گردد. یک طبقه‌بندی محتمل از توانایی‌ها در جدول ۲-۳ درجات پیچیدگی و توانایی‌های انسانی نشان داده شده است.

جدول ۲-۳ درجات پیچیدگی و توانائیهای انسانی

توانایی انسانی	طبقه بندی	آموزش های فنی	تحصیلات	تلاش های فکری	تلاش های فیزیکی	نوع تصمیمات	نوع کار
کاربا ابزار	کارگران غیر ماهر و نیمه ماهر	سطح اولیه و ابتدایی	دبیرستان و پایین تر	خیلی کم	کم، متوسط، زیاد	معمولی	استاندارد
نصب	کارگران ماهر و تکنسین ها	دوره‌ای کوتاه		کم	کم، متوسط	معمولی	استاندارد
تعمیر	تکنسین ها، متخصصین و مهندسین	کوتاه و مدت متوسط	حرفه ای یا دانشگاهی	متوسط	کم و متوسط	تا حدودی معمولی	تا حدودی غیر استاندارد
مشابه سازی	تکنسین ها، متخصصین و مهندسین	زیاد	دانشگاهی و بالاتر	زیاد	کم	غیرمعمولی	غیر استاندارد
بهبود	تکنسین ها، متخصصین و مهندسین	بالا	دانشگاهی و بالاتر	زیاد	کم	غیر معمولی	غیراستاندارد
نوآوری	تکنسین ها، متخصصین و مهندسین	خیلی بالا	دانشگاهی و بالاتر	بسیار زیاد	کم	غیر معمولی	غیر استاندارد

با افزایش میزان پیچیدگی فرآیندها و اجزا و توانائیهای انسانی، پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی مورد نیاز برای راهنمایی و استفاده از این دو نیز افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، ارزش استناد به مدارک به نحو حیرت‌آوری افزایش پیدا می‌کند. این اطلاعات بیانگر تجمع دانش بشری است. امروزه میزان دانش موجود به نحوی مستمر، در حال رشد است و بنابراین اطلاعات

موجود نیازمند به روز شدن می‌باشند. اگر این عمل انجام نشد، انتخاب و استفاده مناسب از تجهیزات امکان پذیر نخواهد بود. پس یکی از وظایف کلیدی هر سازمانی، تضمین تهیه، استفاده و به روز نمودن انواع اطلاعات مناسب است. جدول ۲-۴ درجات پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی، یک طبقه‌بندی ممکن از افزایش پیچیدگی آن را ارائه می‌نماید.

جدول ۲-۴ درجات پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی

اطلاعات و دانش فنی	شرح
اطلاعات آشنا کننده	اطلاعاتی که موجب آگاهی از فرآیندها و اجزای مورد نظر می‌گردد.
اطلاعات توصیف کننده	اطلاعاتی که درک اصول اصلی نهفته در مصرف و طریق استفاده مورد نظر را امکان پذیر می‌سازد.
اطلاعات مشخص کننده	اطلاعاتی که انتخاب و نصب امکانات مورد نظر را مقدور می‌سازد.
اطلاعات استفاده کننده	اطلاعاتی که استفاده موثر از فرآیندها و اجزا را مقدور می‌سازد.
اطلاعات تفهیم کننده	اطلاعاتی که دانش و درک عمیق از طراحی و به کار گیری فرآیندها و اجزا را مقدور می‌سازد.
اطلاعات تعمیم دهنده	اطلاعاتی که امکان بهبود در طراحی و استفاده از امکانات را فراهم می‌سازد.
اطلاعات ارزیابی کننده	اطلاعات موقعیتی دانش (جهانی) در مورد فرآیندها و اجزای مورد استفاده برای مقاصدی خاص

وظایف مدیریتی، مانند برنامه‌ریزی، سازماندهی، اداره، تحرک و نظارت بر رفتار شرکت با افزایش رویکرد توسعه، به نحو فزاینده‌ای پیچیده‌تر می‌شود و بنابراین برای ادغام کارآمد فرآیندها و تجهیزات، توانائیهای انسانی و اطلاعات، ممکن است به سازماندهی و مدیریت پیچیده تر نیاز باشد.

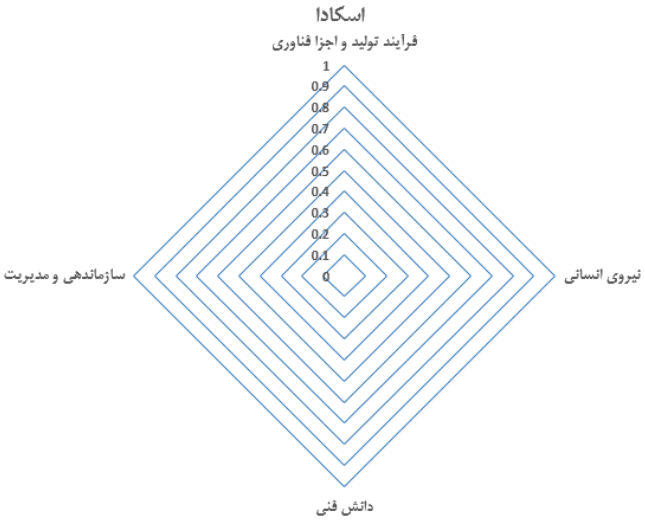
بنابر آنچه گفته شد، سازماندهی و مدیریت اطلاعات، توانائیها و تجهیزات هر فعالیت صنعتی را هماهنگ نموده تا تبدیل مطلوب منابع طبیعی به منابع تولید شده تحقق یابد. در عین حال که نوع سازماندهی و مدیریت مورد نیاز به میزان پیچیدگی در نظر گرفته شده تجهیزات، توانائیها و اطلاعات بستگی دارد، اما ممکن است به عنوان تعیین کننده میزان پیچیدگی مورد نیاز سه

جزء دیگر نیز عمل نماید. به طور کلی، سازماندهی و مدیریت با گذشت زمان باید توسعه یابد، تا با پویایی سه جزء دیگر فناوری و فضای اقتصادی- اجتماعی‌ای که عملیات صنعتی در آن انجام می‌گیرد هم‌راستا گردد. نوعی طبقه‌بندی ممکن از افزایش میزان پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در جدول ۲-۵ درجات پیچیدگی سازماندهی و مدیریت نشان داده شده است.

جدول ۲-۵ درجات پیچیدگی سازماندهی و مدیریت

مدیریتی	ویژگیها
مرحله تلاش	شرح: شرکتهای کوچک، معمولا با مدیریت مالک و با سرمایه‌گذاری کم و اشتغال تعداد کمی کارگر تولید: استفاده از امکاناتی که بسادگی در دسترس بوده و به وسیله حق امتیاز و غیره محدود نمی‌شود. برنامه‌های تولید بسیار نوسان دارد زیرا این شرکتها کنترل ناچیزی بر عرضه و قیمت گذاری محصول دارند. نیروی کار: مدیران دارای مالکیت نیز می‌باشند واکثر کارگران مهارت ناچیزی دارند
مرحله پیوند	شرح: شرکتهایی که در مرحله تلاش توانایی خود در مهارت استفاده از امکانات را به ثبوت رسانده‌اند تمایل به بخش قراردادهای جانبی با سازمانهای بزرگ پیدا می‌کنند. در عین حال که این امر در کوتاه مدت امنیت خاطری ارائه می‌نماید، اما سرنوشت شرکتهای بزرگ می‌شود. تولید: برنامه تولید فشرده می‌شود، و امکان بالابردن سطح ابزار فنی با کمک سازمان طرف قرارداد وجود دارد. نیروی کار: مدیران مالک، و اکثر کارگران مهارتهای پایینی دارند. بعلت الزام به تحقیق بدون استثناء اهداف تولیدی، امور مدیریتی گرایش به رسمی شدن پیدا می‌کند.
مرحله تهور	شرح: برخی شرکتها که تخصص کافی و اعتماد بنفس را در دوره وابستگی کسب کرده اند ممکن است بخواهند به روی پای خود ایستاده و بطور مستقل کالای خود را عرضه نمایند. احتمال این کار در مورد کالاهایی که عمر طولانی دارند بیشتر است. تولید: برنامه قابل پیش بینی تولید نیروی کار: سطح پایینی از مهارتهای نیروی کار، اما بالاتر از مرحله وابستگی، مدیران مالک به نحو رسمی‌تری مدیریت می‌کنند. از مدیران حرفه‌ای نیز در قسمتهای منتخبی ممکن است استفاده شود مثلاً (بازاریابی)

مدیریتی	ویژگیها
مرحله حمایت	شرح: بر اساس تجربه و شهرتی که در مرحله تهور کسب گردیده، شرکت ممکن است محصولات و بازارهای جدیدی را شناسایی کرده و با استفاده از کانالهای ایجاد شده، تصمیم به تولید و عرضه آنها بگیرند. تولید: تاکید بر بهبود کیفیت و افزایش کارایی تولید، استفاده از تجهیزات بهبود یافته و تخصصی شده که معمولاً از طریق همکاریهای خارجی به دست می‌آید. نیروی کار: بنیان مالکیت ممکن است گسترش یابد (دو یا چند شریک فعال). کارگران از مهارتهای بالاتری برخوردارند و مدیران حرفه ای بیشتری در شرکت اشتغال خواهند داشت..
مرحله تثبیت	شرح: شرکتهایی که در مرحله حمایت فعالیت کرده‌اند ممکن است مایل به تثبیت موقعیت رقابتی خود از طریق افزایش سهم خود در بازار و همچنین ادامه بهبود کیفیت و تنوع محصولات خود باشند. تولید: ادامه ارتقاء سطح ماشین‌آلات و تجهیزات و تاکید زیاد بر مهندسی ارزش، طراحی دخلی، کنترل شدید برنامه تولید نیروی کار: بنیان گسترده تر مالکیت
مرحله شکوفایی	شرح: شرکتهایی که در مرحله تثبیت سریعاً به پتانسیل خود می‌رسند تمایل دارند از طریق تلاش مداوم برای ورود به بازارهای جدید و تجربه واکنشهای جدید به روندهای محیطی، بر موقعیتهای خود بیفزایند. تولید: با اصلاح و بهبود متناوب محصول گرایش به استفاده از تجهیزات فنی پیشرفته دارند. نیروی کار: استفاده از مهارتهای سطح بالا و در راس قرار گرفتن مدیران حرفه‌ای.
مرحله رهبری	شرح: برخی از شرکتهایی که در مرحله کامیابی قرار دارند ممکن است رهبران جهان در رشته های تخصصی شده و با مرزهای تکنولوژی سرو کار پیدا نمایند. تولید: ماشین‌آلات و تجهیزات شدیداً پیچیده بوده و آمادگی انتقال تکنولوژی حتی از طریق سرمایه گذاری مستقیم را دارا می‌باشند. سطح بسیار بالایی از تحقیق و توسعه در داخل شرکت، با تاکید بر تحقیقات پایه، وجود دارد. نیروی کار: مالکیت گسترده



شکل ۲-۴ نمونه‌ای از نمودار اطلس به صورت کلی بدون وارد کردن پارامترها

نمودار کلی اطلس در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. در این نمودار هنوز مقادیر مربوط به چهار پارامتری که در بالا توضیح داده شده است وارد نشده‌اند. چنانکه پیداست مقادیر پارامترها بین۰ تا ۱ قابل تغییر هستند. هرچه مقادیر به صفر نزدیکتر باشند به معنی وجود عدم در دسترس بودن پارامتر مربوطه است و در نهایت به معنی وجود پیچیدگی در آن پارامتر است. در نهایت عدد مربوط به پیچیدگی میانگین چهار عدد پارامترهای مندرج در نمودار اطلس می‌باشد.

برای مشخص نمودن میزان پیچیدگی نرم‌افزار اسکادا و نرم‌افزار شبیه‌ساز در کشور کارگاه تعیین پیچیدگی با حضور خبرگان تولید کننده نرم افزار اسکادا در کشور برگزار شد. نظرات حاضرین در این کارگاه در پاسخ به پرسش‌های مطرح شده برای آنها به شرح زیر می‌باشد:

پرسش نخست: آیا در داخل کشور برای تولید نرم‌افزار مشکل فنی وجود دارد؟

در این مورد تمام حاضرین اتفاق نظر داشتند که برای تولید نرم‌افزار در کشور مشکلی وجود ندارد.

پرسش دوم: آیا احتیاج به خرید دانش فنی وجود دارد یا خیر؟

۱- آقای مهندس تیموری: دانش فنی را کشورهای دیگر به ما نمی‌دهند چون خیلی گران است.

۲- آقای مهندس ذاکر: این کشورها راضی نمی‌شوند این دانش فنی را به ما بدهند حتی پول هم برایشان مهم نیست برای آنها مشکل تحریم مهم است.

۳- آقای مهندس تیموری: نوشتن سناریوها آسان است و شرکتهای داخلی می‌توانیم انجام دهیم برای نوشتن PAS از اساتید برجسته بایستی استفاده کرد.

پرسش سوم: دانش بکارگیری (استفاده) شبیه‌ساز و نیروی انسانی مرتبط در صنعت برق را چگونه می‌توان افزایش داد؟

۱- آقای مهندس ذاکر: بایستی یک تجربه موفق بوجود بیاید که دیگران از این تجربه موفق استفاده کنند و تحریک شوند.

۲- آقای مهندس گیوه‌ای: نسل‌های جدید اپراتورها با سیستم‌های کامپیوتری خو گرفته‌اند و چنانچه در انتخاب اپراتورها دقت شود می‌توان این نیاز را در آنها بوجود آورد.

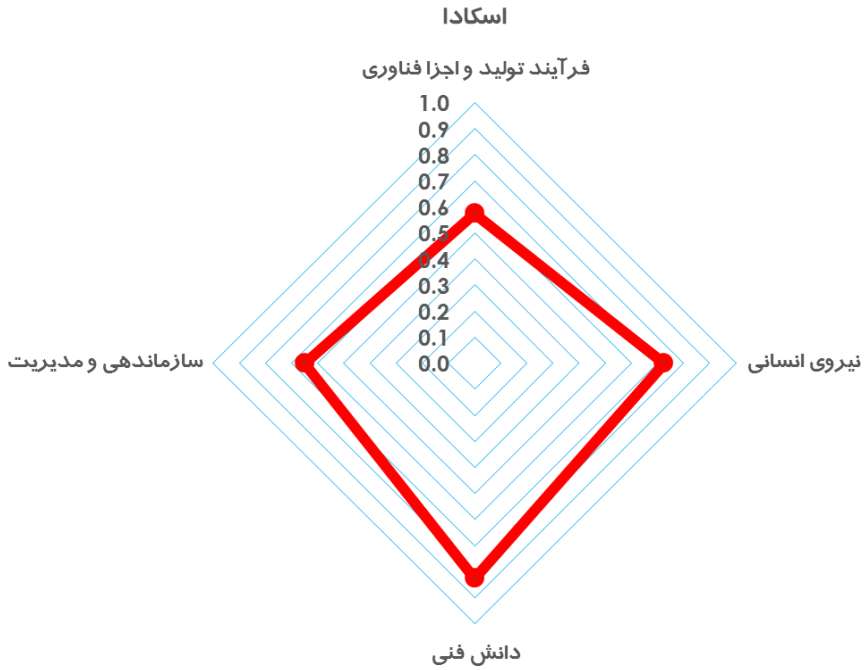
۳- آقای مهندس تیموری: قابلیت‌های شبیه‌ساز کم کم به اپراتورها القاء شود، چنانچه یک مرتبه کوهی از اطلاعات به آنها داده شود در مقابل آن مقاومت می‌کنند و استفاده نخواهند کرد.

میزان پیچیدگی فن‌آوری نرم‌افزار اسکادا و نرم‌افزار شبیه‌ساز را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

۱- آقای مهندس تیموری: بیشترین پیچیدگی شبیه‌ساز در سازماندهی و مدیریت و نیروی انسانی است.

۲- آقای مهندس ذاکر: در فرآیند تولید نرم‌افزار و دانش فنی پیچیدگی زیادی وجود ندارد.

نمودار اطلس که در آن پیچیدگی سیستم اسکادا با توجه به نظر حاضرین در کارگاه مشخص شده است، در شکل ۲-۵ نشان داده شده است.



شکل ۲-۵ نمودار اطلس اسکادا

چنانکه در نمودار شکل ۲-۵ نیز مشخص است، برای سیستم اسکادا دانش فنی بیش از سایر پارامترهای مدل اطلس در دسترس است بعد از این پارامتر دو پارامتر نیروی انسانی و سازماندهی و مدیریت قرار دارند و در نهایت پارامتر فرایند تولید و اجزا فناوری از سایرین کمتر در دسترس قرار دارد. این موضوع مشخص می‌کند که بیشترین پیچیدگی برای اسکادا در بعد فرایند تولید و اجزا فناوری وجود دارد.

عدد پیچیدگی برای نرم‌افزار اسکادا میانگین چهار عدد نمودار یعنی عدد ۷ می‌باشد.

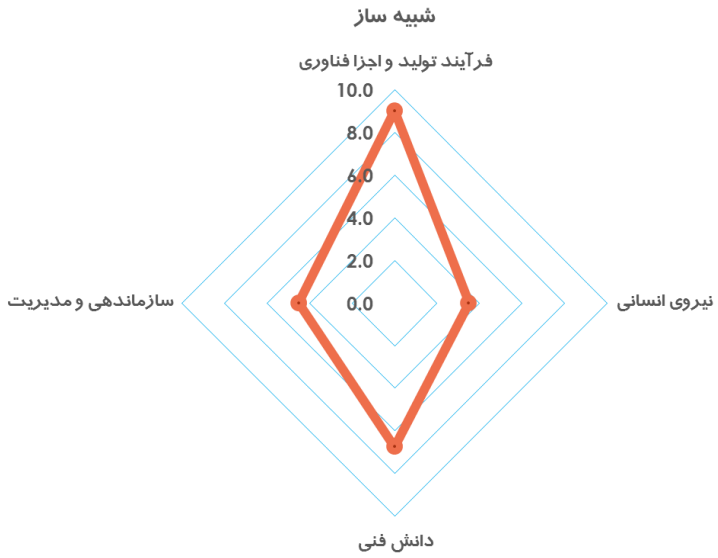
همچینن از نمودار اطلس پیداست که هرچه چند ضلعی که مقادیر پارامترها را به هم متصل می‌کند به مرکز نمودار نزدیکتر باشد، فناوری پیچیده‌تر و هرچه از مرکز دورتر باشد فناوری پیچیدگی کمتری دارد و تولید آن آسان‌تر خواهد بود.

با توجه به نتایج حاصل از بررسی پیچیدگی فناوری اسکادا در نمودار اطلس اسکادا در شکل ۲-۵ مشاهده می شود که در میان چهار بعد فناوری بعد مربوط به توانمندی در مولفه فرآیند تولید و اجزای فناوری در پایین ترین سطح نسبت به سایرمولفه ها قرارگرفته است، پس از آن مولفه سازماندهی و مدیریت امتیازپیچیدگی کمتری داشته است که نشاندهنده ی ضعف در توانمندی های مربوط به سازماندهی و هدایت و ساماندهی این فناوری می باشد. همچنین همانطور که در نمودار نشان داده

شده است فناوری اسکادا به لحاظ توانمندی نیروی انسانی نسبت به دو عنصر قبلی در جایگاه نسبتا مناسبی قرار گرفته است و به لحاظ توانمندی دانش فنی در این حوزه از وضعیت مناسبی برخوردارمی باشد.

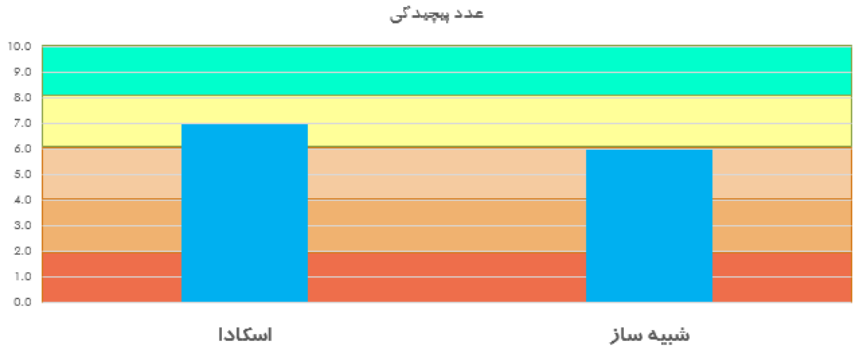
همچنین نتایج بررسی مشابهی در خصوص فناوری شبیه‌ساز متناظر با نمودار شکل ۲-۶ نشان می دهد که در این فناوری، به لحاظ توانمندی در مولفه فرآیند تولید و اجزای فناوری شبیه‌ساز نسبت به سایر مولفه ها از بالاترین امتیاز برخوردار است و پس از آن توانمندی در بعد دانش فنی در حوزه فناوری شبیه‌سازدر جایگاه دوم واقع شده است. به همین ترتیب دو پارامتر توانمندی نیروی انسانی و توانمندی سازماندهی و مدیریت در فناوری شبیه‌ساز در جایگاه سوم و چهارم واقع شده اند که نشاندهنده ی نیازمندی به ایجاد و بهبود سازوکارهای مناسب در این حوزه ها می باشد.

عدد پیچیدگی برای شبیه‌ساز میانگین چهار عدد نمودار یعنی عدد ۵/۷۵ می‌باشد.



شکل ۲-۶ نمودار اطلس فناوری شبیه‌ساز

در نمودارشکل ۲-۷ مقایسه ی میان سطح پیچیدگی کلی فناوری اسکادا و شبیه‌ساز نشان داده شده است. این نمودار حاکی از آن است که به طور کلی میزان توانمندی در فناوری اسکادا در وضعیت مناسب‌تری نسبت به فناوری شبیه‌ساز قرار دارد.



شکل ۲-۷ نمودار ارزیابی عدد کلی پیچیدگی اسکادا و شبیه‌ساز

۲-۱-۴ مطالعه سطح آمادگی فناوری شبیه‌ساز در کشور

یکی از معیارهایی که جهت سنجش آمادگی و بلوغ فناوری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، سطوح آمادگی (بلوغ) فناوری – یا به طور اختصار TRLs[1] است. این سطوح برای اولین بار در دهه ۸۰ میلادی توسط سازمان ناسا مطرح شد. تعاریف اولیه شامل هفت سطح بود که توسط سادین و همکارانشدر سال ۱۹۸۹ میلادی ارائه گردید.

در سال ۱۹۹۵ میلادی، منکینز این سطوح را تا ۹ سطح افزایش داد و هرکدام از سطوح را توصیف کرد. از آن سال به بعد سازمان ناسا از این ابزار در ارزیابی سطح آمادگی و بلوغ فناوری‌ها در برنامه‌های توسعه فناوری خود استفاده نمود.

- سطح اول: TRL 1 – اصول پایه مشاهده و گزارش شده

این سطح پایین‌ترین سطح بلوغ فناوری است. در این سطح، تحقیقات علمی به منظور انتقال به تحقیقات کاربردی و توسعه شروع می‌شود.

- سطح دوم: TRL 2 – فرموله شدن مفهوم و / یا کاربرد فناوری

وقتی اصول فیزیکی پایه مشاهده شد، در سطح بلوغ بعدی، کاربردهای عملی این مشخصه‌ها را می‌توان شناسایی کرد. در این سطح، کاربردها هنوز ذهنی و گمانی هستند و تجزیه و تحلیل مفصل در خصوص اثبات آنها صورت نگرفته است.

- سطح سوم: TRL 3 – اثبات مفهومی مشخصه های کلیدی بصورت نظری و تجربی

[1] Technology Readiness Levels

در این مرحله از فرایند بلوغ، تحقیق و توسعه فعال شروع می‌شود. این فعالیت باید شامل مطالعات تحلیلی و مطالعات آزمایشگاهی به منظور اثبات نتایج مطالعات تحلیلی باشد. این مطالعات و آزمایشات باید کاربردها و مفاهیم فرموله شده در سطح ۲ را اثبات نماید.

- سطح چهارم: TRL 4 – تایید مؤلفه و/ یا بردبورد در محیط آزمایشگاه

مؤلفه های اصلی فناوری مذکور باید یکپارچه گردند تا نشان داده شود که اجزا بایک‌دیگر کار می‌کنند و عملکرد مورد نظر را در محیط آزمایشگاه مهیا می‌سازند. اجزا به صورت موقتی و مجزا به صورت دستی روی میز آزمایشگاه به هم وصل شده‌اند..

- سطح پنجم: TRL 5 – تایید مؤلفه و/ یا بردبورد در محیط مرتبط با کاربرد

مؤلفه های اصلی فناوریکی باید برعناصر واقعی متکی شده به گونه ای که بتوان کل کاربردها را در سطح مولفه‌ها، زیرسیستم‌ها و سیستم، در یک محیط شبیه سازی شده تست نمود.

- سطح ششم: TRL 6 – نمایش مدل سیستم/زیر سیستم یا نمونه در محیط مرتبط با کاربرد

مدلی از سیستم یا نمونه اولیه‌ای از آن در یک محیط مرتبط تست می شود. در صورتی که محیط مرتبط یک محیط فضایی باشد، می‌بایست مدل یا نمونه در فضا به نمایش گذاشته شود.

- سطح هفتم: TRL 7 – نمایش نمونه سیستم در محیط عملیاتی

نمونه‌ای از سیستم واقعی باید در محیط واقعی به نمایش گذاشته شود. این نمونه باید نزدیک به سیستم عملیاتی اصلی و یا در مقیاس همانند آن باشد و در محیط عملیاتی تست گردد.

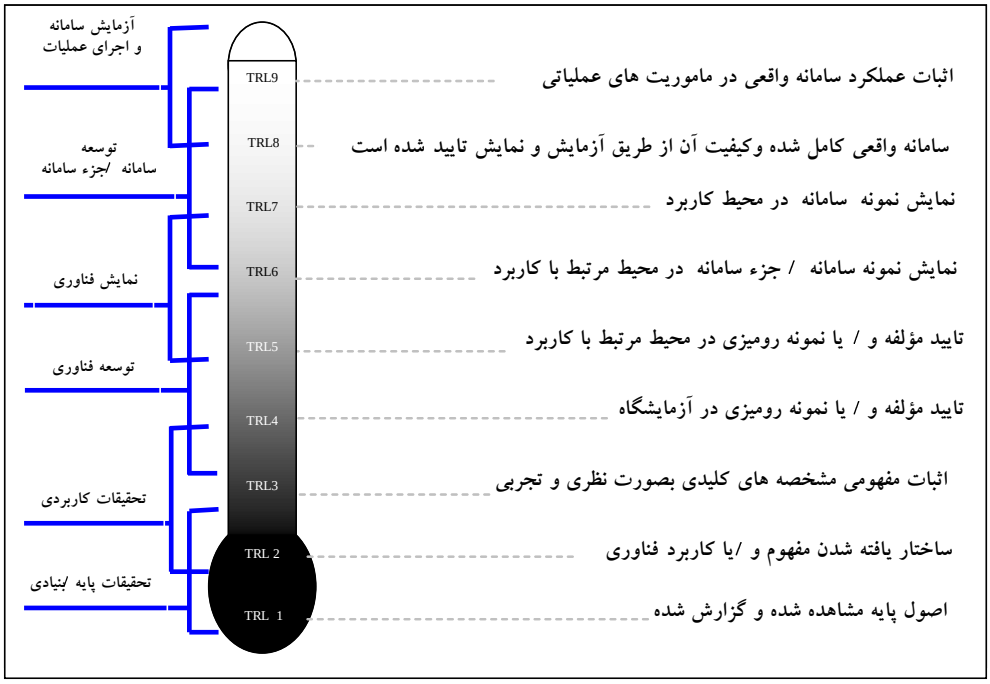
- سطح هشتم: TRL 8 – بررسی کیفیت سیستم واقعی کامل شده از طریق تست و نمایش

غالبا این مرحله نمایانگر پایان توسعه سیستم برای بیشتر عناصر فناوری است. در این حالت فناوری جدید با سیستم موجود یکپارچه شده است.

- سطح نهم: TRL 9 – اثبات عملکرد سیستم واقعی در ماموریت های عملیاتی

در این مرحله عیب و ایرادهای احتمالی برطرف می‌گردد.

در سال ۱۹۹۹ میلادی، سازمان حسابرسی کل آمریکا(GAO) بررسی گسترده‌ای در خصوص استفاده از این ابزار در پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی دفاعی انجام داد و در نهایت به وزارت دفاع آمریکا پیشنهاد کرد تا از ایـن ابـزار در ارزیـابی بلـوغ فنـاوری برنامه‌های دفاعی استفاده شود.



شکل ۲-۸ سطوح آمادگی تکنولوژی ارائه شده توسط ناسا

چنانکه در شکل ۲-۸ نیز مشخص شده است، افزایش سطح TRL به معنی کاهش ریسک در هزینه و زمان دستیابی به سطوح عملیاتی فناوری است.

۲-۱-۴-۱ برگزاری کارگاه درباره سطح آمادگی فناوری (TRL) شبیه‌ساز در کشور

در جهت مشخص نمودن سطح آمادگی فناوری نرم‌افزار اسکادا و نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌بـرداری کارگـاهی بـا حضـور خبرگـان تولیدکنند نرم‌افزار اسکادا در کشور برگزار شد. پرسش‌های در میان گذاشته شده با حاضرین این کارگاه برای مشـخص کـردن سطح آمادگی این نرم‌افزارها در کشور به شرح زیر می‌باشد:

پرسش نخست: انگیزه شرکتهای داخلی را برای ورود به عرصه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

۱- آقای مهندس تیموری: ایشان تجربه خود را در خصوص یکی از پروژه‌های تحیل شبکه ارائه کردند که شرکتهای داخلی برای استفاده از این سیستم اکراه داشته و می‌ترسند شبکه به خطر بیافتد. در حالی کردین سیستم فقط هشدار دهنده است و در مواردی که آلارم اتفاق می‌افتد راهنمائی می‌کند به این ترتیب فرمان از سیستم حذف شده است.

۲- آقای مهندس عامری: مشکل اصلی شرکتهای داخلی برای ورود به این کار بحث اقتصادی است. تا فشار تحریم و فشار ساپورت شرکتهای خارجی بوجود نیامد، ارزش کار شرکتهای ایرانی شناخته نشده بود ولی بعنون مثال شرکت کرمان تابلو در طی ۲۰ سال کار خود تنها ۲۰ لیسانس فروخته است.

۳- آقای مهندس ذاکر: شرکتهای داخلی خصوصی که در زمینه اسکادا کار کرده‌اند برایشان مصرف نمی‌کند که به دنبال شبیه‌ساز پرونده ولی اگر شرکتی فقط کارش نرم‌افزار باشد شاید برایش صرف کند که سراغ شبیه‌ساز برود چون خیلی کارهای دیگری در کشور وجود دارد که صرفه اقتصادی بیشتری دارند.

پرسش دوم: چگونه باید شرکتهای داخلی را برای ورود به این حوزه تشویق کرد (بخریم یا بنویسیم)

۱- آقای مهندس عامری: خیلی شرکت داخلی و خارجی دوست ندارند با کار مهندسی ایرانی کار کنند و مثلا با شرکتهای سازنده خارجی لابی می‌کنند. برای اینکه این مشکلات مرتفع شود باید قوانین به گونه‌ای وضع شود که حمایتی باشد این مثلا دوست برگشت پول شرکتهای ایرانی را گارانتی کند و حتی برای R&D آنها بودجه تخصیص دهد.

۲- آقای مهندس ذاکر: هنگامی که محصول ایران در مناقصه شرکت می‌کند مثلا ۲۰ امتیاز فنی به او اضافه شود تا به دلایل بیخودی این شرکت reject نشود. شرکتهای ایرانی باید با شرکتهای خارجی رقابت کنند. وقتی چند شرکت داخلی فعال در این زمینه مشخص شدند دولت باید حمایت کند البته تعداد این شرکتها باید کم باشد. برای کم کردن تعداد آنها باید یک مقام مرجع مثل پژوهشگاه نیرو به آنها Certificate بدهد.

۳- آقای مهندس فیض: به دلیل پدافند عامل باید مکانیزمی وجود داشته باشد که اگر شرکت داخلی در مناقصه‌ای شرکت کرد، آن شرکت به هیچ وجه Reject نشود.

۴- آقای مهندس گیوه‌ای: یک مرجعی باید وجود داشته باشد که شرکتهای داخلی را امتیازبندی کند و این امتیاز به یک کارشناس خاص مرتبط نباشد. بلکه یک مرجع این کار را بکند در ضمن استانداردی تدوین شود که معیارهای امتیازدهی را مشخص کند و Certificate بدهد. راه کار آنست که پژوهشگاه نیرو با همکاری شرکتهای خصوصی (حتی هزینه‌ها را هم این کنسرسیوم تأمین کند) استانداردی تدوین کنند و پژوهشگاه نیرو نیز روی آن نظارت داشته باشد.

جدول ۲-۶ ریز نتایج نظرات خبرگان حاضر در کارگاه در مورد آمادگی فناوری شبیه‌ساز و اسکادا در کشور را نشان می‌دهد. همانظور که در جدول هم مشخص شده است در نهایت سطح آمادگی کشور برای ایجاد فناوری اسکادا ۶ و برای شبیه‌ساز ۲ در نظر گرفته شده است. لازم به توضیح است که عدد نهایی به عنوان میانگین اعداد مندرج در جدول محاسبه نشده است بلکه روش تعیین عدد نهایی به این ترتیب بوده است که در ابتدا اعداد مورد نظر تمام حاضرین اعلام شده است، سپس برای تعیین عدد نهایی بحث و تبادل نظر انجام گرفته است و در نهایت اعضا برروی عدد نهایی به توافق رسیده‌اند.

جدول ۲-۶ نتایج نظرسنجی از خبرگان درباره سطح آمادگی فناوری شبیه‌ساز

فناوری ها	میانگین TRL	انحراف استاندارد TRL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	جمع بندی خبرگان
اسکادا	6.0	3.1	1	0	1	0	1	0	0	3	1	6.0
شبیه‌ساز	1.8	1.0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2.0

۲-۱-۵ چرخه عمر

ویژگی‌های عملکردی و نوع تعاملات فناوری با بازار در طول زمان متغیر است و این تغییر در طول زمان ناشی از حرکت فناوری در طول مراحل چرخه عمر آن است. تغییر ویژگی‌های عملکردی فناوری و رسیدن به بلوغ فنی در طول زمان بیان‌کننده چرخه عمر فناوری است. تغییر حجم ارائه‌ی فناوری در بازار بر حسب زمان نیز چرخه عمر محصول-بازار را نشان می‌دهند. چرخه عمر محصول-بازار، منحنی فروش محصول در بازار، تغییرات حجم بازار، راهبرد بازاریابی بنگاه‌ها، سود فروش بنگاه‌ها و نوع تحولات فناورانه را نشان می‌دهد. در مقابل چرخه عمر فناوری نحوه بهبود عملکرد یک فناوری را در طول زمان و در مراحل پروردگی، معرفی، رشد، اشباع و نزول یا افول به تصویر می‌کشد. [۲]

در این بخش بررسی‌های انجام گرفته در زمینه برآورد دوره عمر نرم‌افزار اسکادا و نرم‌افزار شبیه‌ساز در دنیا و در کشور تشریح شده است. این بررسی‌ها از طریق مصاحبه و مشورت با خبرگان این صنعت که عموما تولید کنندگان نرم‌افزار اسکادا در سطح کشور می‌باشند انجام شده است. در انتخاب افراد مورد مشورت قرار گرفته، سعی شد که از شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار در کشور یا شرکت‌هایی که در زمینه طراحی و پیاده‌سازی شبیه‌ساز تجربیات عملی دارند دعوت به عمل آید. به عنوان نمونه نمایندگان شرکت‌های زیر که تجربیاتی در زمینه تولید و توسعه اسکادا داشته‌اند در این نظر سنجی شرکت کرده‌اند.

- شرکت موج نیرو
- شرکت کرمان تابلو
- شرکت افق پژوهش گلستان
- شرکت برق منطقه‌ای خراسان

۲-۱-۵-۱ معرفی روش تعیین چرخه عمر

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 چرخهٔ عمر تکنولوژی می‌نامند. پیدایش، رشد و کاربرد تکنولوژی از یک منحنی خاص به نام S-Curve پیروی می‌کند. از چرخه عمر تکنولوژی می‌توان پیش‌بینی تکنولوژی و طرح ریزی استراتژیک یک توسعه تکنولوژی بهره گرفت. شکل ۲-۹ نمودار چرخه عمر را نشان می‌دهد. چنانکه از شکل پیداست چرخه عمر دارای ۴ دوره است. [۱۱]

شکل ۲-۹ نمودار چرخه عمر فناوری

مشخصات هریک از این چهار دوره عبارتند از:

- دوره پروردگی

در این دوره، محصولات و فرآیندهای مرتبط با فناوری در مرحله نوپایی قرار دارند؛ به طوری که مجموعه‌ای از نوآوری‌ها پی‌درپی رخ می‌دهند تا سرانجام یکی کامیاب شده و بر دیگران فایق می‌آید و فرصت حضور در بازار را می‌یابد. البته در این مرحله هنوز ماهیت و گستره بازار مشخص نشده است. مشخصه‌ی این دوره، رشد اندک اولیه است که در آن آزمایش‌های تجربی صورت می‌گیرد و اشکالات اولیه سیستم رفع می‌شود.

در این دوره، پژوهشگران بخش غالب نیروی انسانی شاغل در حوزه‌ی فناوری را تشکیل می‌دهند. [۱۱]

- دوره معرفی

در این مرحله، محصول فناوری وارد بازار شده است، ولی استفاده از آن رشد بسیار کندی دارد؛ به همین دلیل به آن دوره جنینی نیز می‌گویند. فناوری در این مرحله بسیار متغیر و نامشخص (تثبیت‌نشده) است که به دنبال آن، تنوع در محصول بالا است. هرچند فناوری در این دوره دارای مشتری است، ولی هنوز مصرف‌کنندگان، آن را به طور کامل نشناخته‌اند و فناوری نیز مصرف‌کنندگان خود را نشناخته است. به همین دلیل، در این مرحله شرکت‌های بزرگ انگیزه و رغبتی برای سرمایه‌گذاری در فناوری را ندارند. بنابراین تعداد شرکت‌های کوچک در این مرحله بیشتر است که به واسطه عدم توانایی مالی آنها، ظرفیت تولید

پایین است و در نتیجه، محصول به تولید انبوه نمی‌رسد. در این مرحله ریسک سرمایه‌گذاری بسیار بالا و در عوض قیمت‌ها و سود آن نیز بالا است.

پژوهشگران و مهندسین اصلی‌ترین بازیگران در این مرحله محسوب می‌شوند.[۱۱]

- دوره رشد

در این مرحله، روند استفاده و بهره‌برداری از فناوری سرعت می‌گیرد. با معرفی بیشتر و تثبیت نسبی موقعیت فناوری در بازار و آشنا شدن مصرف‌کنندگان با آن، رقابت برای افزایش تولید و کاهش قیمت بالا می‌گیرد. بدین ترتیب، تولید انبوه در این مرحله آغاز می‌شود. این تلاش‌ها که در جهت کاهش قیمت‌ها و تولید انبوه محصولات صورت می‌پذیرد، منجر به تحولات بنیادی در فرآیندهای تولید می‌شود. بخش اعظم این تغییرات و نوآوری‌ها، در جهت ماشینی شدن بیشتر سیستم صورت می‌گیرد.

تحقق مرحله رشد یعنی تولید در مقیاس انبوه، که مستلزم وجود منابع قابل ملاحظه‌ی مالی، تحقیقاتی، توسعه‌ای، مهندسی، مدیریتی و بازاریابی است. در این مرحله است که شرکت‌های بزرگ وارد میدان می‌شوند؛ از این رو شرکت‌های کوچک و مبتکر یا در یکدیگر ادغام می‌شوند و یا توسط شرکت‌های بزرگتر خریداری و یا از گردونه رقابت حذف می‌گردند.

مشخصه این دوره از نقطه‌نظر فناورانه، استاندارد شدن محصولات، قطعات و حتی فرآیندهاست، به گونه‌ای که بعضا وضع استانداردهای جدید در این دوره، به منزله اهرم فشاری بر سایر رقبا مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرکت‌های پیشرو در این عرصه، استانداردهای سختی را تدوین می‌نمایند که دستیابی رقبا به آنها دشوار یا غیرممکن باشد.

در دوره رشد، علاوه بر پژوهشگران و مهندسین، تکنسین‌ها نیز در زمره نیروی انسانی مؤثر قرار می‌گیرند. [۱۱]

- دوره اشباع

از آنجا که فناوری در قالب محصول، خدمات و یا فرآیند جلوه می‌نماید، رشد آن تا حدودی دوام دارد و بالاخره بازار اشباع می‌شود که در این زمان، فناوری وارد مرحله بلوغ شده است. در طی این مرحله، تغییرات عمده‌ای در فناوری رخ نمی‌دهد، نوآوری به شدت کاهش می‌یابد و عمدتا به بهینه‌سازی سیستم محدود می‌شود (نوآوری غالبا اقتصادی). در این دوره، به دلیل بلوغ صنعت و فناوری، بازار به بیشترین حد گسترش می‌یابد و رقابت در کاهش قیمت تشدید می‌شود، که به تبع آن فناوری به فرآیندی به شدت اتوماتیک، سیستماتیک و غیرقابل انعطاف تبدیل می‌گردد. تحقیق و توسعه در این مرحله رنگ می‌بازد و سرمایه‌گذاری صرفا به دلایل اقتصادی (ماده اولیه و نیروی انسانی ارزان‌تر، نزدیکی به بازار و غیره) انجام می‌گیرد.

مهندسین، تکنسین‌ها و کارگران ماهر بازیگران اصلی این دوره از چرخه عمر فناوری هستند. [۱۱]

- دوره نزول

طول دوره اشباع با توجه به ماهیت فناوری بسیار متغیر بوده و ممکن است از چند ماه تا چند دهه به طول بیانجامد، اما از زمانی که فناوری‌های جایگزین پا به عرصه ظهور می‌گذارند، مرحله افول فناوری قدیمی‌تر شروع می‌شود. از دست رفتن بازار فروش و کاهش شدید قیمت در این مرحله، شرکت‌های کشورهای توسعه یافته را مجبور می‌کند که فناوری را به کشورهای کمتر توسعه یافته که هزینه‌های تولید در آنجا کمتر است انتقال دهند؛ زیرا کاهش قیمت محصول در این مرحله تا حدی است که تولید آن دیگر اقتصادی نیست. در این مرحله، هنوز برخی از کشورها بنا بر دلایل خاص و عمدتا اجتماعی (بیمه، اشتغال و غیره)، از فناوری استفاده می‌نمایند.

تکنسین‌ها و کارگران ماهر اصلی‌ترین نقش‌آفرینان این دوره از چرخه حیات فناوری هستند. [۱۱]

۲-۱-۵-۲ میزان فعالیت‌های نوآورانه در طول چرخه عمر یک فناوری

مطالعه چرخه عمر یک فناوری بر اساس آمار و ارقام واقعی، قدرت پیش‌بینی روند فناوری را ایجاد می‌کند. مادامی که یک فناوری در مرحله دوم عمر خود باشد می‌توان آن را یک فناوری غالب دانست و احتمال بروز فناوری جدید کم است. با ورود یک فناوری به مرحله سوم، شکل‌گیری یک فناوری جایگزین قابل پیش‌بینی است. واقعه‌ای که دیر یا زود رخ خواهد داد. [۱۲]

۲-۱-۵-۳ نظر سنجی از خبرگان درباره دوره عمر فناوری

به منظور مشخص نمودن دوره عمر فناوری نرم‌افزار اسکادا و شبیه‌سازهای بهره‌برداری شبکه برق کشور کارگاه تعیین چرخه عمر نرم‌افزار اسکادا و نرم افزار شبیه‌ساز با حضور تعدادی از خبرگان تولید نرم‌افزار اسکادا تشکیل شد. تشکیل کارگاه به دلیل بود که مشخص نمودن دوره عمر نرم‌افزارهای اسکادا و شبیه‌ساز از طریق جستجوهای اینترنتی و مطالعات کتاب‌ها و مستندات موجود ممکن نبوده‌است و به این ترتیب برای تعیین عدد دوره عمر این محصولات به آرای خبرگان در این زمینه مراجعه شده و با حضور ایشان کارگاه تشکیل شده است.

در این کارگاه از حاضرین که تمام آنها نمایندگان شرکت‌های تولید کننده نرم افزار اسکادا در کشور بودند و شرکت آنها در حال حاضر دست کم یک محصول اسکادا در بازار کشور برای عرضه دارد دعوت شد تا به پرسش‌های زیر برای مشخص شدن دوره عمر فناوری‌های نرم‌افزار اسکادا و شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق پاسخ دهند:

پرسش نخست: اهمیت بکارگیری فناوری در صنعت برق را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

۱- آقای مهندس تیموری: اپراتور با شرایط بحرانی آشنا می‌شود و برایش سناریو می‌نویسد و بالطبع قدرت بهره‌برداری وی بالا می‌رود. با این سیستم می‌تواند تخمینی از آینده را داشته باشد. چون این سیستم به دیتابیس اسکادا متصل است و تخمین می‌زند ماه آینده مصرف چگونه خواهد شد. (شرایط محیطی را به عنوان پارامتر در نظر می‌گیرد)

۲- شبیه‌ساز هوش مصنوعی دارد و می‌تواند به بهره‌وری بهره‌برداری شبکه کمک بسیاری کند.

پرسش دوم: وضعیت تقاضای شبیه‌ساز در آینده چگونه خواهد شد؟

۱- آقای مهندس ذاکر: چون زیر ساخت‌ها وجود ندارند در حال حاضر از شبیه‌ساز استفاده نمی‌شود. چون ۳۰ درصد شبکه با اسکادا رویت‌پذیر است ولی بایستی ۷۰ درصد شبکه رویت‌پذیر باشد. در حال حاضر بیشتر به تلفن اکتفا می‌شود. شبکه فوق توزیع رویت‌پذیری بالای ۹۰ درصد دارد ولی رویت‌پذیری توزیع خیلی کم است.

۲- آقای مهندس تیموری: با توجه به اینکه بسیاری از مهندسین سیستم قبلا اپراتور بودند بایستی انرژی زیادی مصرف این افراد متقاعد شوند که شبیه‌ساز برای شبکه مفید است.

پرسش سوم: چگونه باید مدیران صنعت برق را برای استفاده از این زیر ساخت توجیه کرد؟

۱- آقای مهندس تیموری: با توجه به اینکه قرار است بخش سیم‌داری از بخش بهره‌برداری شبکه جدا شود. لذا ممکن است توجیه مدیران راحت‌تر باشد.

۲- آقای مهندس ذاکر: بایستی این فرهنگ در شرکتهای توزیع بوجود بیاید که خاموشی مشترکان امتیاز منفی برای شرکت توزیع دارد و آنها باید جریمه بدهند. به این ترتیب مدیران صنعت برق متقاعد می‌شوند که باید از شبیه‌ساز در شبکه استفاده کنند تا خسارت کمتری پرداخت شود.

نتایج نظرات حاضرین در جدول ۲-۷ مشاهده می‌شود.

چنانکه از جدول ۲-۷ مشخص است ۶ نفر در این کارگاه شرکت کرده‌اند که همه آنها در مورد نرم‌افزار اسکادا نظر داده‌اند. از آنجا که از افراد خواسته شده است فقط در مواردی که اطلاع دارند نظر بدهند درباره چرخه عمر شبیه‌ساز ۴ نفر از آنها اظهار نظر کرده اند.

در مورد دروه عمر اسکادا در داخل کشور، ۲ نفر فناوری اسکادا را در دوره جنینی، ۳ نفر در دوره معرفی، ۳ نفر در دروه رشد دانسته‌اند. این درحالی است که از این ۶ نفر ۴ نفر اسکادا را در دنیا در دوره رشد و ۲ نفر در دوره اشباع دانسته‌اند.

در مورد دوره عمر نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در سطح کشور، ۳ نفر نرم‌افزار شبیه‌ساز را در دوره جنینی و ۱ نفر در دوره رشد دانسته‌اند. در مقابل از این ۴ نفر ۲ نفر دوره عمر این فناوری در دنیا را در دروه رشد و ۲ نفر در دوره اشباع دانسته‌اند.

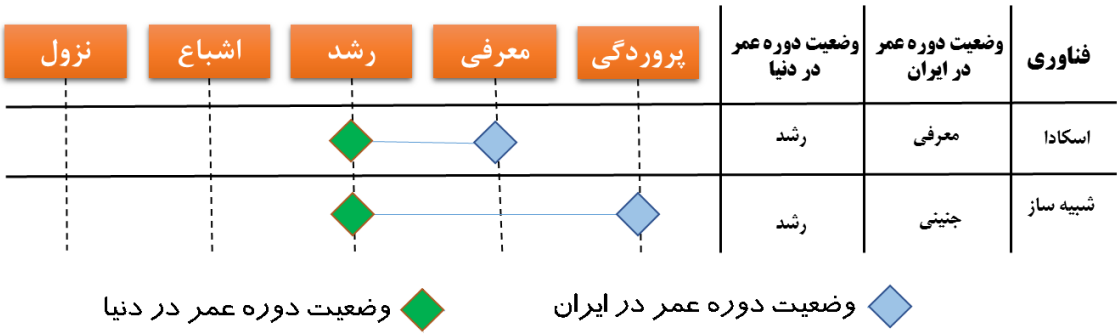
جدول ۲-۷ ریز نظر سنجی درمورد چرخه عمر اسکادا و شبیه‌ساز

فناوری ها	دوره عمر فناوری در ایران					دوره عمر فناوری در دنیا				
	دوره جنینی	دوره معرفی	دوره رشد	دوره اشباع	دوره افول	دوره جنینی	دوره معرفی	دوره رشد	دوره اشباع	دوره افول
اسکادا	2	3	3	0	0	0	0	4	2	0
شبیه‌ساز	3	0	1	0	0	0	0	2	2	0

در نهایت با جمع بندی نظرات این خبرگان نتایج بدست آمده به این گونه خلاصه می‌شود که نرم‌افزار اسکادا در کشور ایران در دوره معرفی و در دنیا در دوره رشد قرار دارد. در مقابل شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه در کشور در دوره جنینی و در دنیا در دوره رشد قرار دارد. این نتایج در جدول ۲-۸ آمده است.

لازم به توضیح است که عدد نهایی به عنوان میانگین اعداد مندرج در جدول محاسبه نشده است بلکه روش تعیین عدد نهایی به این ترتیب بوده است که در ابتدا اعداد مورد نظر تمام حاضرین اعلام شده است، سپس برای تعیین عدد نهایی بحث و تبادل نظر انجام گرفته است و در نهایت اعضا برروی عدد نهایی به توافق رسیده‌اند.

جدول ۲-۸ نتایج نظر سنجی در مورد چرخه عمر اسکادا و شبیه‌ساز



۲-۲ آینده پژوهی فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

تعریف کلاسیک اصطلاح آینده‌پژوهی فناوری عبارت است از اقداماتی نظام‌مند برای مشاهده آینده‌ی بلندمدت علم، فناوری، اقتصاد و اجتماع، با هدف شناسایی فناوری‌های در حال ظهوری که احتمالا بیشترین منافع اجتماعی و اقتصادی را با خود به ارمغان می‌آورند. این تعریف نشان‌گر درجه بالای اهمیت آینده‌پژوهی فناوری در بحث کسب و کار و مقوله‌های سازمانی است، چرا که نمی‌توان به هیچ عنوان فناوری را از کسب و کارهای مدرن جدا انگاشت. فناوری بستری برای ایجاد کسب و کارهای مدرن است و مسیر را برای بالندگی اقتصادی هموار می‌کند.

از آن جا که مشخص شد در ایران فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز وجود ندارد، لذا با بررسی و رصد فعالیت شرکت‌های خارجی که در این زمینه فعالیت کرده‌اند درخت فناوری (بند ۲-۱-۲) ترسیم گردید. بدین ترتیب درخت فناوری اجزای نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق می‌تواند ملاک آینده‌پژوهی این فناوری در صنعت برق کشور باشد.

۲-۲-۱ پروژه تهیه نقشه راه مدل سازی سریع[1] EPRI

توسعه منابع تولید پراکنده، کارآمدی انرژی و معیارهای مدیریت سمت تقاضا، محدودیت‌های تکنیکی و اقتصادی برای دستیابی به اهداف کارایی وضع شده توسط قانونگذاران برخی از چالش‌های جدید بهره‌برداران شبکه‌های توزیع وانتقال در فضای شبکه هوشمند می‌باشد.

[1]- Fast Simulation & Modeling (FSM)

قابلیت‌های شبیه‌سازی نقش بسیار بزرگی در بهبود عملکرد شبکه برق برای رویارویی با اهداف جدید و نیازهای فوق‌الذکر بازی می‌کند. بعنوان مثال شبیه‌سازی باعث پشتیبانی از توسعه قابلیت‌های مرتبط با موضوع خودترمیمی[1] شبکه هوشمند می‌شود. در محیط شبیه‌سازی شده اپراتورها قادرند مدل‌های دقیقتر و توسعه‌یافته‌تری از آنالیز شبکه داشته باشند. موسسه EPRI مدل سازی سریع را در قالب پروژه Intelligrid انجام داده و قابلیت‌های جدیدی از جمله Look-ahead و Self-healing را در آن درنظر گرفته است. در این پروژه سیستم پیش‌بینی وضعیت آینده و پاسخ‌دهی به شرایط ناپایداری شبکه قدرت را به صورت خودکار انجام خواهد داد. این در حالی است که راندمان و کارآیی سیستم بصورت پیوسته در حالت بهینه قرار دارد.

ابزار FSM در شبکه توزیع DFSM[2] در شبکه انتقال TFSM[3] نامگذاری شده است. این ابزار که کمک بزرگی برای پیش‌بینی و تصمیم‌گیری فراهم می‌کند داده خود را بر اساس اطلاعات تاریخچه‌ای و زمان حقیقی ارائه می‌دهد. در پروژه Intelligrid ابزارها و راه‌حال‌هایی که درآینده مورد نیاز شبکه برق است را درنظر گرفته است و در حال ساختن نرم‌افزار شبیه‌ساز شبکه توزیع[4] به عنوان یک نرم‌افزار کد باز است که به‌عنوان پایه اصلی ابزارهای شبیه‌سازی پیشرفته در آینده قرار گیرد. در کنار این پروژه پلتفرم GridLab-D نیز با این پروژه همراستا شده است.

ابزار تهیه شده به ویژه برای حضور منابع تولید پراکنده و پاسخ بار به عنوان سیستم‌هایی که در شبکه‌های معمولی توزیع مشارکت دارند طراحی شده است.

فاز اول پروژه که نیازسنجی و آنالیز سود به هزینه است انجام شده و نتایج آن در یک پروژه پایلوت نیز بکار گرفته شده است. در فاز دوم، مقرر شده است شرکت‌های زیادی در پروژه مشارکت داشته باشند و نقشه راه اجرایی بدست آید. برای تهیه نقشه راه ابتدا عملکردهای FSM بدست آمده و نقشه راه اولیه برای بازه‌های زمانی ۵ ساله و ۱۰ ساله تهیه می‌شود.

عملکردهای اصلی FSM عبارتند از:

- در بخش کاربردهای End-user
  - برنامه‌ریزی توسعه

[1]- Self-healing

[2]- Distribution Fast Simulation & Modeling

[3]- Transmition Fast Simulation & Modeling

[4]- Distribution System Simulation (DSS)

- تعمیر و نگهداری و برنامه‌ریزی
- مدیریت بازار
- برنامه‌ریزی و دیسپچ
- مدیریت امنیت

– کاربردهای بهره‌برداری

- جایابی خطا و ایزوله کردن
- بازآرایی شبکه
- کنترل ولتاژ و توان راکتیو
- همسوسازی رله‌های حفاظتی

– منابع لازم جهت دستیابی به موارد فوق عبارتند از :

- الگوریتم‌ها
- مدل‌سازی
- شبیه‌سازی
- به تصویرکشیدن[1]

بهره‌برداری زمان حقیقی محدودیت‌های مختلفی دارد که بسته به شرایط نرمال یا اضطراری متفاوت است. در حالت بهره‌برداری نرمال این عملکردها پیشگیرانه بوده و زمان زیادتری برای پاسخگویی وجود دارد و اغلب می‌تواند به صورت خودکار اجرا شود. مفهوم اتوپایلوت به همین حالت اشاره دارد و در آن درگیری نیروی انسانی می‌تواند به حداقل کاهش یابد.

در حالت بهره‌برداری اضطراری استفاده از کاربردهایی را که سلسله مراتب اتفاقات از پیش تعریف شده همراه با تصمیم‌گیری انسانی، به دنبال دارد می‌طلبد. در چنین حالتی به راحتی نمی‌توان بهره‌برداری را خودکار کرد (حداقل در ابتدای راه). مفهوم اتوماتیک اکشن به این حالت بهره‌برداری اشاره دارد.

[1]- Visualization

تفاوت شبکه انتقال و توزیع در اندازه شبکه، زمان پاسخگویی و ریسک تاثیرگذاری در منطقه تحت پوشش بوده و این خود نیازمندی پاسخگویی متفاوت است (Load/Generation Balance).

در عین حال این دو شبکه شباهت‌های زیادی نیز با هم دارند که عبارتند از مفاهیم اصلی پاسخگویی (ایزوله کردن و بازآرایی، حتی اگر منابع دو شبکه یکسان نباشند)، ابزارهای یکسانی که در هر دو شبکه استفاده می‌شود (مانند Load Fow و Performance Indicators)

در شبکه توزیع ریسک تزریق تعداد زیادی منابع تولید پراکنده وجود دارد و شبکه را به حالت اکتیو تبدیل می‌کند.

در این پروژه به منظور تهیه نقشه راه شبیه‌ساز در صنعت برق اقدام به برگزاری کارگاه و انجام پرسشگری از مطلعان صنعت برق شد، در این پرسشگری نیازها و اولویت‌های اجرای شبیه‌ساز FSM در سه بخش زیر به بحث گذاشته شد:

- محرک‌های FSM
- قابلیت‌های FSM در شبکه انتقال
- قابلیت‌های FSM در شبکه توزیع

این پرسشنامه برای ۶۳ شرکت مستقل و ۳۴ شرکت برق، ۹ سازنده، ۲ اپراتور مستقل و ۱۶ شرکت مشاوره و تحقیقاتی توسط Email و تلفن ارسال گردید و برای آنها شرح و ضرورت پرسشنامه و تک تک موارد آن توضیح داده شد.

پس از فاز پرسشگری، یک کارگاه در شهر Palo alto در تاریخ ۲۶ ژولای ۲۰۰۷ ترتیب داده شد و اهداف کارگاه نخست نمایش نتایج پرسشگری برای بررسی قابلیت‌های FSM و سپس به اشتراک گذاشتن آراء و نقطه نظرات در خصوص اولویت‌بندی صنعت برق در ۱۰ سال آینده درخصوص ویژگی‌های FSM در شبکه‌های انتقال و توزیع بود.

همچنین در این کارگاه در نظر بود تا بتوان ویرایش اول نقشه راه FSM در شبکه‌های انتقال و توزیع را بدست آورد.

از میان مدعوین، ۲۸ شرکت نمایندگان خود را برای کارگاه فرستادند که شامل ۱۲ شرکت برق، ۷ شرکت تحقیقاتی، ۴ دانشگاه، ۳ سازنده و ۲ مشاور بودند. این کارگاه هم به صورت ارائه تکنیکی و هم به صورت طوفان فکری برپا شد.

از نظرات بدست آمده در طوفان فکری کمک بسیار زیادی در تهیه نقشه راه ۵ ساله و ده ساله شبیه‌ساز در صنعت برق شد.

در این کارگاه نتایج پرسشگری به شرح ذیل مطرح گردید و توافقات ذیل صورت گرفت:

۲-۲-۱-۱ عملکردهای کلیدی در شبکه توزیع

در زیر لیست کوتاه از فانکشن‌های اصلی برای آنالیز شبکه بر اساس نظرات پرسشگری بدست آمد. نتایج پرسشگری در شبیه‌سازی سریع و مدلینگ شبکه توزیع DFSM عملکردهای زیر را بدست آورد که نشاندهنده انسجام زیاد مطالب با اهمیت عملکردهای کوتاه مدت (۵ ساله) می‌باشد. این نتایج عبارتند از:

1- Fault Location and Isolation
2- Substation reconfiguration
3- Load forecasting and Modeling
4- Contingency Analysis and Visualization
5- Look – ahead analysis and Visualization
6- Volt/Var Control at substation
7- Protective Relay Coordination
8- Intelligent Alarms
9- Circuit Reconfiguration including Isolation
10- State Estimation

۲-۲-۱-۲ ارزیابی محرک‌ها

در نتایج پرسشگری و کارگاه محرک‌های مهم و اصلی شبکه که در سال‌های آتی درگیر خواهند بود به بحث گذاشته شد و نتایج به شرح زیر بدست آمد:

- بهره‌برداری توزیع و انتقال نزدیک‌تر به محدودیت‌های حرارتی، الکتریکی و مکانیکی خواهد شد: این موضوع بیانگر سختی‌ها و موانع توسعه ظرفیت شبکه انتقال، نیاز به مدیریت گرفتگی خطوط انتقال و توزیع و شناسایی راه‌حل ها و نیاز به سرمایه‌گذاری بیش از پیش دارد. لذا اپراتورها باید ارزیابی دقیق‌تر از وضعیت شبکه از جمله شرایط و ریسک‌ها را داشته باشند و اپراتورها باید جایگزین‌های پیش‌بینی شده و سناریوهایی برای عکس‌العمل سریع در احتمالات خطا را داشته باشند. سیستم باید بصورت خودکار عکس‌العمل نشان داده و با کنترل‌هایی بازیابی سریعا شرایط را بهبود بخشد.

- استفاده بیشتر و بیشتر از تجهیزات هوشمند الکترونیکی: سنسورها بیشتر و بیشتر توسط سازندگان برای مانیتورینگ وضعیت شبکه انتقال و توزیع مثل PMU یا کنتورهای هوشمند در دسترس خواهند بود، لذا سیستم‌های مدیریت انرژی باید بتواند داده را از منابع مختلف (داده فراهم شده از سنسورهای حرارتی، مکانیکی و الکتریکی) بصورت یکپارچه استفاده کند و برای ابزارهای شبیه‌سازی فراهم نماید. پروسه‌ها و تمرینات بهره‌برداری شبکه باید بر اساس منابع جدید و قابلیت‌های جدید شکل گیرد.

- علاوه بر محرک‌هایی که در بالا بیان شد، اهمیت نفوذ هر چه بیشتر منابع تولید پراکنده نیز مورد بحث قرار گرفت. مسئله نفوذ منابع تولید پراکنده بستگی کامل به نظرات دولت‌ها و اصول تبیین شده توسط قانون‌گذاران هر کشور دارد، لذا این محرک‌ها بعنوان محرک‌های متمایز درنظر گرفته شد و در بلند مدت (۱۰ سال) محقق می‌گردند. در این خصوص لازم است روند تغییرات تاریخچه‌ای برای یک منطقه و یا اهداف مرتبط با ظرفیت نصب شده درنظر گرفته شود. بدین ترتیب توسعه سیستم بستگی نزدیک به یک سری موارد غیرفنی دارد و عمدتا بستگی به دستورات دولتی و شرایط قانونگذاری است که می‌تواند در طول زمان تغییر کند.

- اعضاء کارگاه همچنین به توافق رسیدند که علاوه بر محرک‌های فوق هماهنگی و همسوسازی بهره‌برداری توزیع و انتقال نیز می‌تواند بعنوان موضوعی که کارآمدی گسترده‌ای در بهره‌برداری توزیع و انتقال بوجود می‌آورد مطرح می‌شود. هماهنگی و یکسوسازی بهره‌برداری شبکه‌های انتقال و توزیع می‌تواند در بسیاری از عملکردهای شبیه‌سازی از جمله تخمین حالت State estimation یا Fault location and Isolation درنظر گرفته شود. بدین ترتیب لازم است که جریان اطلاعات بین این دو بهره‌برداری بهبود یافته تا بتوان پیش‌بینی خطاها و جلوگیری از حوادث (بصورت زمان حقیقی، برنامه ریزی نگهداری) را انجام داد. در تبادل اطلاعات بین اپراتورها همچنین کیفیت و کمیت عملکردها و تعاملات هماهنگ شده و برنامه‌ریزی شده به منظور عکس‌العمل سریع در زمان حوادث غیرمترقبه می‌تواند کمک بسیار بزرگی کند.

۲-۲-۱-۳ ایجاد سناریوها

در کارگاه از بین عملکردهای FSM اولویت‌بندی به شرح زیر صورت گرفت. این اولویت‌ها می‌تواند در نقشه راه تاثیرگذار بوده و مشارکت شبیه‌ساز را برای بهبود توسعه درنظر بگیرد. عملکردهای دارای اولویت عبارتند از:

- Load Forcasting and Modeling
- Contingency analysis and Visualization
- Look ahead analysis and Visualization
- Grid reconfiguration , including Isolation
- State estimation

۲-۲-۱-۴ مشارکت شبیه‌ساز و مدلسازی سریع توزیع DFSM

در ادامه هر کدام از عملکردهای مهم و حیاتی بهره‌برداری شبکه توزیع در وضعیت کنونی، ۵ سال آینده و ۱۰ سال آینده بررسی می‌شود و نحوه مشارکت شبیه‌ساز در بهره‌برداری توزیع شرح داده می‌شود.

- Grid Reconfiguration

- وضعیت کنونی: در حال حاضر بازآرایی شبکه بصورت دستی یا از راه دور توسط اپراتورها و بر اساس تجربیات خود صورت می‌گیرد، البته برای بعضی از بازآرایی‌های شبکه کنترل‌های محلی نیز بکارگرفته می‌شود.
- توسعه در ۵ سال آینده: سناریوهای مختلف بازآیی شبکه پیشنهاد می‌شود که با ابزارهای مدلسازی و شبیه‌سازی قابل انجام هستند.
- مشارکت شبیه‌ساز DFSM در ۵ سال آینده: افزایش و بالابردن الگوریتم‌های موجود پخش بار[1] برای یکپارچه‌کردن نتایج سایر برنامه‌ها و استفاده از مدل‌های دینامیکی بیشتر بر اساس دیتای زمان حقیقی، فراهم کردن نتایج دقیق برای کمک به تصمیم‌گیری اپراتور با حداکثر پارامترهای در دسترس
- توسعه در ۱۰ سال آینده: سناریوهای مختلف بازآرایی شبکه با درنظر گرفتن مسائل مربوط به مدیریت سمت مصرف[2] و منابع تولید پراکنده DER اعمال می‌شود.

---

[1]- Load Flow

[2]- Demand Side Management (DSM)

- مشارکت شبیه‌ساز DFSM در ۱۰ سال آینده: یکپارچه‌سازی اطلاعات زمان حقیقی و پیش‌بینی بر اساس تولیدات DER و مسائل پاسخگویی تقاضا[1] مثل مدل‌های دینامیکی، سطوح محاسباتی سریع و همچنین یکپارچه‌کردن اطلاعات ورودی از سمت انتقال برای کمک به یافتن مطمئن‌ترین و قابل اعتمادترین راه‌حل

- State Estimation

- وضعیت کنونی : تخمین حالت در شبکه توزیع در مراحل اولیه تحقیق و توسعه است.
- پیشرفت و توسعه در ۵ سال آینده: نمونه پروتوتایپ اولیه از State Estimator توزیع در مراکز کنترل اجرا خواهد شد.
- مشارکت شبیه‌ساز در ۵ سال آینده: مدیریت حجم زیاد داده ورودی از منابع مختلف اطلاعاتی از جمله سیستم قرائت کنتور (AMI)، الگوریتم‌های جدید برای استفاده از تمام اندازه‌گیری‌های صورت گرفته به منظور رسیدن به قابلیت State Solver بجای State Estimator
- پیشرفت و توسعه در ۱۰ سال آینده: قابلیت State Estimator در شبکه توزیع به عنوان یک گزینه در سیستم مدیریت توزیع قرار خواهد گرفت.
- مشارکت شبیه‌ساز در ۱۰ سال آینده: الگوریتم‌های یکپارچه‌سازی اندازه‌گیری و مدل‌سازی DER، یکپارچه‌سازی مدل‌های دینامیکی شامل قابلیت پاسخ بار، تبادل اطلاعات بین مراکز کنترل و تبادل اطلاعات با سطوح بالا (TSO) محقق می‌گردد.

- Look ahead analysis and Visualization

- وضعیت کنونی: تعداد کمی از پروژه‌های تحلیل Look ahead (بر اساس پخش بار) وجود دارد و Look ahead در برنامه‌ریزی روزانه و با استفاده از فرضیات ساده صورت می‌گیرد.

[1]- Demand Response (DR)

- توسعه و پیشرفت در ۵ سال آینده: تعداد زیادی پروژه‌های Look ahead (بر اساس پخش بار) بوجود می‌آید، Look aheadهای تستی شبیه‌سازی شده در برنامه‌ریزی‌های روزانه مورد توجه قرار می‌گیرند.
- مشارکت شبیه‌ساز در ۵ سال آینده: آنالیز Look ahead به پروتوتایپ‌های اولیه State estimation لینک شده و اطلاعات تبادلی مشخص می‌گردند.
- توسعه و پیشرفت در ۱۰ سال آینده: اولین آنالیزهای محاسباتی Look ahead به state estimatorتست شده، لینک می‌شوند.
- مشارکت شبیه‌ساز در ۱۰ سال آینده: نیاز به انجام آنالیز سریع‌تر بوجود می‌آید، زیرا تعداد پارامترهایی که اپراتورها با آنها سرو کار دارند افزایش می‌یابد. همچنین لینک بین نتایج State Estimation و آنالیز Look ahead به خوبی و روشنی برقرار می‌شود. الگوریتم‌های Look ahead متغیرهای مربوط به مدل‌های DER را یکپارچه می‌نماید. همچنین یک مدل برای شبیه‌سازی رفتار سطح انتقال و راه تبادل نتایج تعریف می‌گردد.

- Contingencies analysis and visualization

- وضعیت کنونی: آنالییزهای احتمال خطا (Contingencies) بر پایه تجربیات اپراتورها صورت می‌گیرد.
- توسعه و پیشرفت در ۵ سال آینده: ارزیابی‌های کم در آنالیز احتمال خطا بوجود می‌آید. یعنی ماژول‌های اولیه بدست خواهند آمد.
- مشارکت شبیه‌ساز در ۵ سال آینده: ارزیابی الگوریتم‌های مختلف برای انجام این آنالیزها تا آنجایی که ممکن است با مدل‌های جزئی‌تر شده صورت می‌گیرد و اتصال به اولین پروتوتایپ State Estimator برای تبادل داده صورت می‌گیرد.
- توسعه و پیشرفت در ۱۰ سال آینده: راه‌حل‌های جدید آنالیز احتمال خط با کمک کامپیوتر برای بهره‌برداری هر چه بهتر شبکه بوجود خواهد آمد.

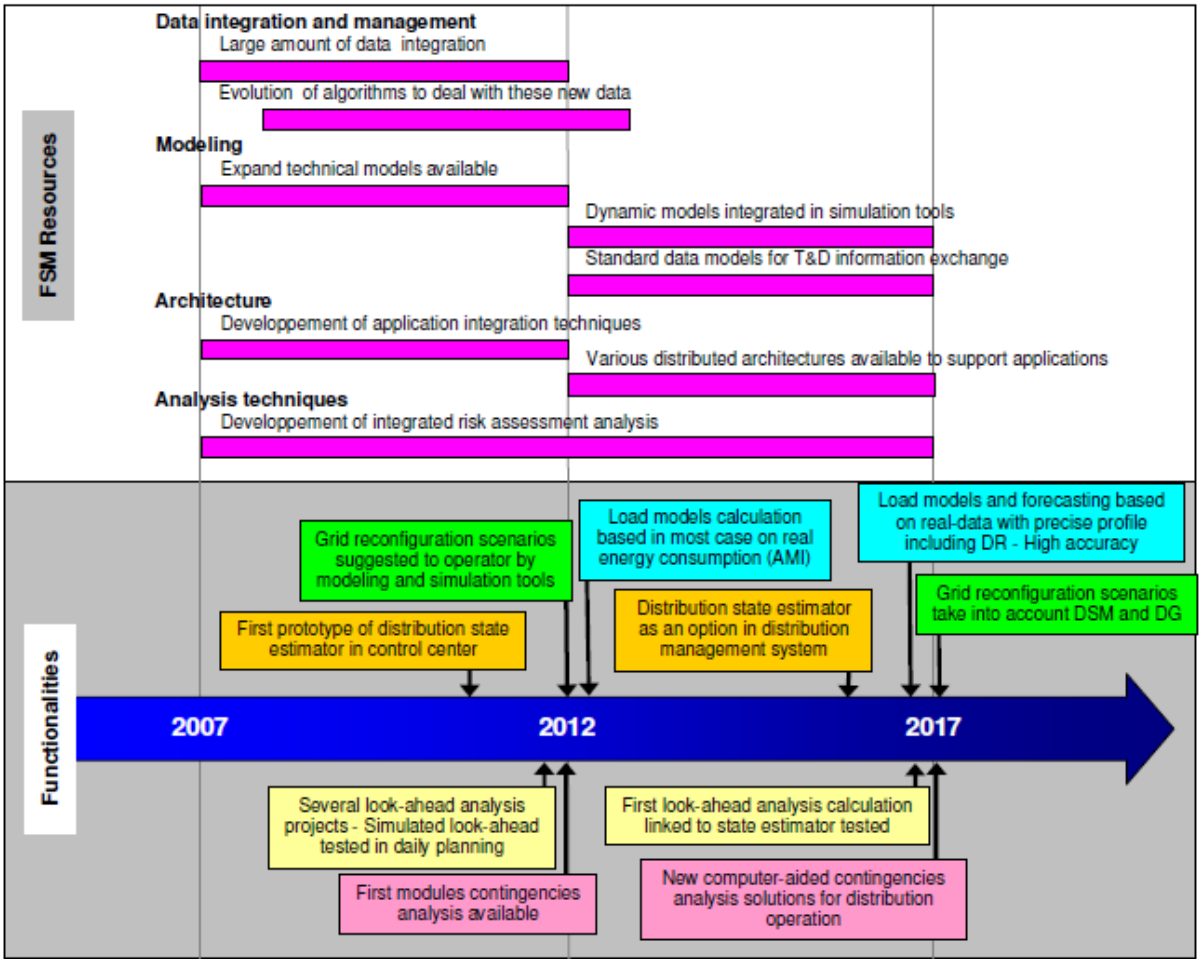
- مشارکت شبیه‌ساز در ۱۰ سال آینده: یکپارچه شدن تاثیر DER روی سیستم در الگوریتم‌ها با مدل‌های مناسب صورت می‌گیرد. همچنین تعریف ساختار و طبیعت اطلاعات که قرار است بین محیط‌های مختلف شبیه‌سازی شده به منظور درنظر گرفته نحوه القاء تاثیرات و فراهم کردن نتایج سطوح بالا انجام خواهد شد.

- Load modeling and forecasting

- وضعیت کنونی: مدل‌های بار بر پایه انواع مشترکان و پیش‌بینی وضع آب و هوا انجام می‌شود.
- توسعه در ۵ سال آینده: مدل‌های جزئی‌تر شده و پیش‌بینی‌های قطعی در اکثر مواقع بر اساس مصرف انرژی (AMI) مشترکان صورت می‌گیرد و همچنین مدل‌های خاص و پروفیل‌ها بر اساس رفتار پاسخ بار به سیستم ا ضافه می‌شود.
- مشارکت شبیه‌ساز در ۵ سال آینده: تقویت مدل‌های موجود شامل اضافه کردن جزئیات بیشتر رفتار الکتریکی و سایر پارامترها(اقتصادی، ریسک و...) همچنین یکپارچه‌کردن اطلاعات AMI در این سیستم صورت می‌گیرد. همچین یکپارچه‌کردن الگوریتم‌ها برای استفاده از اطلاعات جدید در دستری و تعریف نتایج صورت می‌گیرد.
- توسعه در ۱۰ سال آینده: مدل‌های بار و پیش‌بینی‌ها بر اساس داده واقعی با پروفیل دقیق شامل گراف‌های نرخ/پاسخ بار همچنین دقت بالا (بعنوان مثال ۱۰ دقیقه خطا کمتر از ۱درصد)
- مشارکت شبیه‌ساز در ۱۰ سال آینده: تعریف مدل‌های جزئی‌تر شده DER دینامیک که به صورت رفتارهای بر اساس زمان و براساس فرکانس و مدیریت سمت مصرف صورت می‌گیرد. همچنین تعریف مدل‌های لایه‌های بالا با دقت بالاتر (شامل ارزیابی‌های عدم قطعیت) برای تبادل اطلاعات بین سیستم‌های انتقال و توزیع انجام می‌شود. تعریف مدل‌های جزئی‌تر شده دینامیکی که می‌تواند بصورت رفتارهای برحسب زمان یا برحسب فرکانس و همچنین مدیریت سمت مصرف (DSM) باشد در این زمان محقق می‌گردد.

۲-۲-۱-۵ تهیه نقشه راه

در شکل از مجموع مطالب گفته شده در بخش‌های قبل و کارگاه و پرسشگری نقشه راه ابزار شبیه‌سازی در سطح توزیع شکل گرفته است. بخش Resources در شکل از مشخصات عمومی و المان‌های تعریف شده در قسمت‌های مختلف آنالیز مشارکت شبیه‌ساز تعریف شده است.



توسعه عملکردهای FSM یک امر کلیدی برای حمایت از قابلیت خود اصلاح‌گری شبکه هوشمند توزیع می‌باشد. در بخش‌های قبل اصلی‌ترین و حیاتی‌ترین قابلیت‌های کلیدی مورد نیاز و توسعه و پیش‌گویی در سال‌های آینده با استفاده از پروژه‌های Fast Simulation and Modeling ذکر شد.

هدف این نقشه راه آزمایشی فراهم کردن یک دیدگاه جهت نشان دادن آنچه که عملکردهای جدیدی که قرار است توسط سازندگان در پاسخ به نیازهای آتی، فراهم شده است.

این کار همچنین به همسوسازی فعالیت‌های جهانی و سازماندیهی تحقیقات در شرکت‌های برق در زمینه توسعه شبکه هوشمند کمک می‌نماید.

مثال‌هایی از ا ین فعالیت‌های همسو عبارتند از:

- تحقیقات مشترکی EPRI Intelligrid – EDF برای توسعه مفاهمی State Estimation توزیع، تهیه پروتوتایپ و توسعه آن.
- فعالیت‌های هموسازی Pacific Northwest National Laboratory در پلتفرم شبیه‌سازی GridLab-D که تمرکز آن روی توسعه و گسترش اسکوپ مدل‌های موجود برای محیط Business تمام سیستم‌های قدرت و همچنین تمرکز روی ترکیب مدل‌های مهندسی واقتصادی است.
- نرم‌افزار Distribution System Simulation (DSS) مربوط به EPRI، تهیه شده است و این نرم‌افزار کد باز در هماهنگی با پروژه دپارتمان تحقیقات انرژی[1] که توسط Enernex Nexpower هدایت شده است که بتواند یک پلتفرم یکپارچه بر اساس استاندارد اینترفیس‌های باز برای ابزارهای شبیه‌ساز توزیع توسعه دهند.

طبیعی است که بر اساس فعالیت‌های فوق می‌توان پیش‌بینی کرد که فعالیت‌ها و تلاش‌های استاندارد شده برای حفظ برنامه‌های کاربردی که بتوانند برای تبادل داده باز باشند صورت می‌گیرد.

آنچه که مسلم است ماهیت شبکه هوشمند نیازمند ورود منابع تولید پراکنده بادی و خورشیدی با ماهیت متغیر به شبکه در سطوح انتقال و توزیع هستند و این مسئله نیازمند وجود ابزارهای شبیه‌سازی آنلاین و با سرعت بالا به منظور ایجاد تعادل در شبکه می‌باشد، لذا ماهیت شبکه هوشمند در نرم‌افزارهای شبیه‌ساز گره خورده است. این مسئله در پانل خبرگان که در پژوهشگاه نیرو تشکیل شد مطرح گردید و مورد توافق جمعی اعضاء قرار گرفت. بدین ترتیب با توجه به اینکه در آینده شبکه هوشمند علاوه بر جهان در کشور ایران نیز رشد و توسعه خواهد یافت و بحران انرژی تمامی کشورهای جهان را به سمت استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر سوق خواهد داد و مسئله میکروگریدها بیش از پیش مطرح خواهد شد، لذا استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و مدل‌سازی در سطوح مختلف شبکه از اهمیت دوچندانی برخوردار خواهند شد.[۱۳]

[1]- Department of Energy Research

همانطور که در شبکه توزیع مسئله مانیتورینگ و شبیه‌سازی زمان حقیقی بسیار اهمیت دارد، در شبکه‌های انتقال نیز بررسی رفتار شبکه به منظور پیش‌بینی تغییرات شرایط سیستم و فراهم کردن زمان لازم جهت پاسخ‌دهی به نوسانات سیستم شامل جلوگیری، حفاظت و پشتیانی از ریکاوری بسیار حیاتی است.[۱۴]

در شبکه انتقال روئوس عملکردهای شبیه‌سازی به شرح زیر می‌باشند:

- Self healing
- Interactive with consumers and Markets
- Predictive rather than just reacting to emergencies
- Distributed across geographical
- Integrated merging monitoring, control, protection, maintenance, energy management (DMS), Distribution management (DMS), Market operation System (MOS), ERP

۲-۲-۲ پروژه DART[1]

مسئله خوداصلاح‌گری در شبکه انتقال در چند سال اخیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. EPRI پروژه‌ای تحت عنوان مدلسازی و شبیه‌سازی سریع شبکه انتقال T-FSM در قالب برنامه Intelligrid با هدف تبدیل شبکه برق به یک سیستم خوداصلاح‌گر انجام داده است. در این پروژه استراتژی بهبود میزان دسترس بودن، کیفیت، امنیت و قابلیت اطمینان شبکه به واقعیت می‌پیوندد.

قطعی‌های سراسری[2] که طی چند سال اخیر اتفاق افتادند ضرورت وجود شبکه خوداصلاح‌گر را با هر چه قدرتمندتر کردن قابلیت کنترل و مانیتورینگ شبکه و به‌کارگیری سیستم‌های شبیه‌ساز و مدل‌ساز را بیش از پیش روشن می‌سازد. بدیهی است با وجود منابع تولیدپراکنده در شبکه و عدم قطعیت‌های ناشی از آن به‌کارگیری بهره‌برداری و برنامه‌ریزی Off-line کارساز نبوده و نیاز به یک سیستم زمان حقیقی پرسرعت داشته به‌طوری که بتوان آنالیزها و پاسخ‌دهی به فرمان‌های کنترلی را بلافاصله و بطور سنکرون در سطح گسترده اعمال کند. با وجود حداقل تکنولوژی (یعنی تجهیزات اندازه‌گیری فازوری PMU)

---

[1]- Distributed Autonomous Real Time

[2]- Blackout

امکان اندازه‌گیری دقیق و سنکرون برای محقق ساختن قابلیت خوداصلاح‌گری بوجود می‌آید. در کنار این تجهیزات لازم است که از جدیدترین فناوری اطلاعات بعنوان زیرساخت محاسباتی و ارتباطی به منظور نیل به این هدف بهره جست.

چنین سیستمی در پروژه EPRI به DART معروف است که بیانگر یک سیستم خودکار زمان حقیقی توزیع شده است. بطور کلی قابلیت‌های بهره‌برداری خوداصلاح‌گر شبکه شامل موارد زیر می‌باشد:

- افزایش کارآیی: کفایت منابع، افزایش راندمان، کنترل ثانویه ولتاژ، کنترل ثالثیه ولتاژ
- محدودیت‌های تجهیزات: محدودیت حرارتی (خطوط، ژنراتور، ترانسفورماتورو...)، محدودیت حداکثر ولتاژ باس و غیره
- محدودیت‌های بهره‌برداری سیستم: محدودیت‌های حداقل ولتاژ باس، محدودیت‌های پایداری ولتاژ، محدودیت‌های پایداری، محدیدیت‌های نوسانات فرکانس سیستم و غیره
- حفاظت سیستم: حفاظت‌های اولیه و پشتیبان[1] و غیره

با توجه به اینکه شرایط مختلف بهره‌برداری شبکه انتقال (Normal, Alert, Emergency, Restoration) وجود دارد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به محدودیت‌های شبکه نیاز به سیستمی که به صورت زمان حقیقی توانایی تحلیل را داشته باشد ضروری است. در کنار توانایی‌های Off-line که در حال حاضر وجود دارد (مانند پیش‌بینی، Look ahead، آنالیز دینامیک، محاسبه ATC) نیاز است به سمت محاسبات Online حرکت کرد. پیاده‌سازی چنین سیستمی تفاوت‌های زیادی در جزئیات ارتباطات ماژول‌ها دارد. عملکردهای سیستم DART شامل موارد زیر است:

- جمع‌آوری اطلاعات و نگهداری: جمع‌آوری اطلاعات، صحه گذاری اطلاعات، ذخیره‌سازی و فراخوانی اطلاعات در حداقل زمان اهمیت زیادی دارد. داده‌ها ممکن است شامل اطلاعات استاتیک، دینامیک، زمان حقیقی و پیش‌گویی باشد.
- مانیتورینگ: مانیتورینگ تشخیص مشکلات بالفعل و بالقوه در شرایط بهره‌برداری جاری را شامل می‌شود. لازم است از طریق سیستم‌های مانیتورینگ بتوان وضعیت جاری را بدست آورد و شرایط Look ahead را برحسب پایداری، قابلیت اطمینان، محدوده‌های بهره‌برداری و محدودیت‌های بازار با استفاده از ابزارهای مناسب مثل شاخص‌های

[1]- Primary and Backup Protection

کارآیی و آنالیزهای آماری، آنالیز کرد. این کار شامل State Estimation و Power Flow ، آنالیز احتمال خطا و بسیاری از عملکردهای آنالیز پایداری می‌شود.

- افزایش کارآیی: انجام به موقع عملیات اصلاحی و پیشگیرانه (مانند SPS/RAS) برای هر یک از مشکلات بالقوه و یا بالفعل باعث افزایش کارآیی سیستم می‌شود. این عمل شامل عملکردهای مبتنی بر بهینه‌سازی شبکه به منظور محاسبات محدودیت‌های بهره‌برداری سیستم و پارامترهای کنترلی می‌شود.
- کنترل: پیاده‌سازی عملیات کنترلی و حصول اطمینان از انجام آنها در زمان مقرر می‌باشد. این امر شامل AGC، کنترل‌های ثانویه و ثالثیه ولتاژ و غیره می‌باشد.

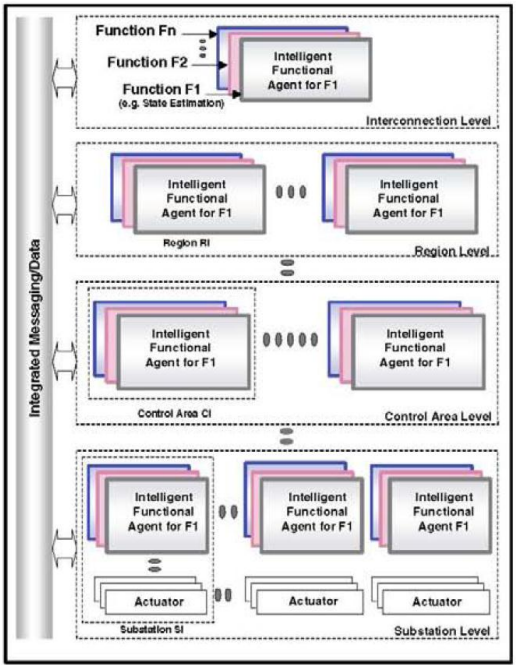
بدین ترتیب سیستم DART باید بصورت بلاانقطاع سرویس‌های زیر را ارائه دهد:

- فراهم کردن هشدارهای موردی در سراسر شبکه
- پیش‌گویی، پیشگیری از مشکلات
- اعمال برنامه‌ریزی‌های بهره‌برداری و محدودیت‌های لازم
- پشتیبانی از فرآیند بازیابی Restoration

به منظور فراهم کردن قابلیت‌های فوق لازم است سیستم DART بتواند تصمیم‌گیری‌های Online انجام داده و از قابلیت‌های محاسباتی و ارتباطی پیشرفته‌ای بهره گیرد. این سیستم در گستره جغرافیایی وسیعی عمل می‌کند و لذا لازم است ساختار سلسله مراتبی داشته باشد و نیازمند بهره‌گیری از زمانبندی دقیق بوده و از قابلیت توسعه و انعطاف‌پذیری بالایی نیز برخوردار است.

هوشمندی سیستم DART بصورت گسترده در تمام سطوح سیستم (حتی در پست‌ها) وجود دارد، زیرا داده (استاتیک و دینامیک) در سراسر سیستم گسترده بوده و مورد استفاده عملگر[1]های مختلف قرار می‌گیرد. عملگرها در هر سطح بصورت پیوسته منطقه تحت پوشش خود را مانیتور کرده و تصمیم‌گیری‌ها و کنترل‌های لازم را بر حسب تغییرات بوجود آمده (بسته به تنظیمات بهره‌برداری و درجه هوشمندی) اعمال می‌کنند. (شکل ۲-۱۰)

[1]-Agent



شکل ۲-۱۰ سلسله مراتب هوشمندی سیستم

بدیهی است که هر چه میزان علمگرهای هوشمند در سیستم افزایش یابد، تاخیر سیستم و نیز ملاحظات پروتکل‌های ارتباطی افزایش می‌یابد و این امر نیاز به ملاحظات طراحی و تصمیم‌گیری دارد.

در سیستم DART، پراکندگی اطلاعات در تمام سطوح توسط پایگاه‌داده مجازی Relational صورت می‌گیرد. هر گونه داده باید در زمان مناسب و بصورت زمان حقیقی در دسترس عملگرهای مرتبط و از منابع گوناگون قرار گیرد. سرویس‌های مبتنی بر وب با استفاده از XML برای یکپارچه‌سازی سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از مهم‌ترین قابلیت‌های این سیستم سیکل اجرایی می‌باشد که لازم است بصورت همسو شده اجرا شود. سیکل اجرایی و پریودهای مربوطه بر اساس نیازهای بهره‌برداری، خاصیت فیزیکی سیستم قدرت و تصمیم‌گیری‌های مهندسی تنظیم می‌شود و بستگی میزان پاسخ زمانی فرمان کنترلی، بار محاسباتی و ممارست دارد. این زمان می‌تواند بین یک ساعت تا ۱۰ میلی ثانیه باشد. زمان دقیق بر حسب نوع معماری و پیاده‌سازی‌های گوناگون متفاوت است. در جدول ۲-۹ سیکل‌های اجرایی برای هر کدام از کاربردهای زمان حقیقی نشان داده شده است.

جدول ۲-۹ سیکل‌های اجرایی سیستم DART

Cycle	Purpose
Hour-ahead	- Assure adequacy of resources (markets, forecasting, scheduling, etc.) - Identify system bottlenecks
5-minute	- System reliability, efficiency, and calculation of control parameters and limits for next 5 min. - Look-ahead (about 10 to 20 min.) - Alert system operator and/or hour-ahead cycle
1-minute	- Maintaining efficiency and reliability using the parameters identified by the 5-min cycle. - Adapting the results of the 5-min cycle using the more recent models of the 1-min.cycle.
2-second	- Data collection/validation for use by control area or interconnection: Data may be from the 10-msec cycle (PMUs). - Traditional closed loop controls (AGC, etc.) - Adapting control parameters and system operating limits for faster cycles
1-second	Control of extended transients using advanced closed loop controls (secondary voltage control, etc.) and adapting control parameters and system operating limits for faster cycles
100-millisecond	Recognizing and reacting to imminent system instabilities including execution of intelligent special protection schemes (iSPS) based on adaptive models or criteria identified by slower cycles. Also control actions as guided by the parameters determined in the slower cycles
10-millisecond	Primary cycle for intelligent protection and faster iSPS (load shedding, generation rejection, system separation)

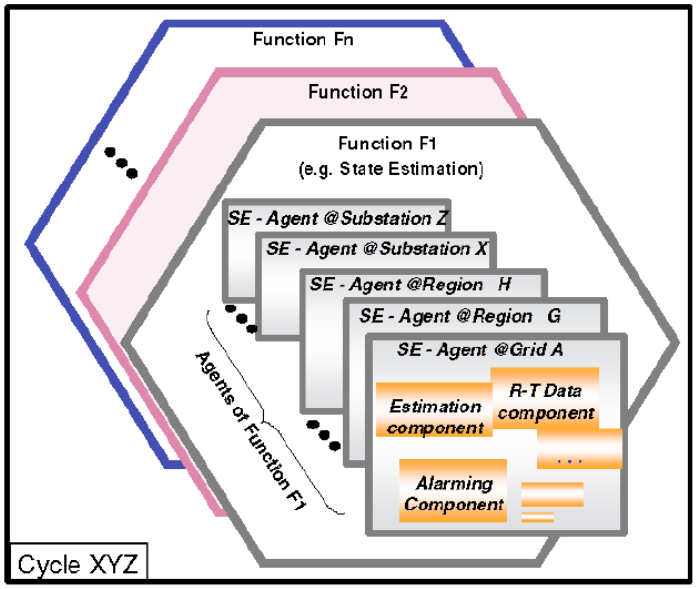
در هر سیکل اجرایی باید اهداف زیر با توجه به شرایط فیزیکی انجام شود:

- شناسایی وضعیت بهره‌برداری فعلی
- ارزیابی میزان آسیب‌پذیری در گذار به وضعیت نامطلوب
- جلوگیری از گذار حتمی و قریب‌الوقوع به وضعیت نامطلوب
- شناسایی عملیاتی کنترل لازم به منظور نگهداری وضعیت موجود یا محقق ساختن یک حالت گذار به وضعیت مطلوب‌تر

۲-۲-۱ نیازهای محاسباتی سیستم DART

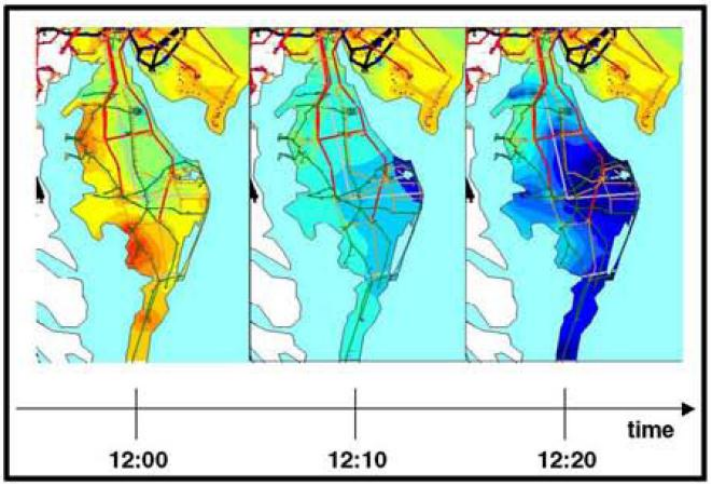
سیستم ایده‌آل DART بایستی قابلیت‌های خوداصلاح‌گری را به منظور سرویس‌دهی بلاانقطاع و پوشش‌دهی پیچیدگی‌های سیستم از دید کاربر داشته باشد. سیستم DART شامل یک محیط باز برای پشتیبانی از تجهیزات و

نرم‌افزارهای گوناگون از سازندگان با استانداردهای مختلف بوده و بطور کلی دارای معماری منعطف، قابل توسعه، همکارپذیر، قابل پیش‌بینی و اقتصادی است. در شکل ۲-۱۱ نحوه مشارکت عملگرها در سطوح مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۱ نحوه مشارکت عملگرها در سطوح مختلف

یکی از قابلیت‌های مهم این سیستم به تصویر کشیدن وضعیت‌های هشدار بوده و بخشی از آنالیز و کنترل سیستم محسوب می‌شود. وضعیت تصویری به گونه‌ای است که اپراتور پس از مشاهده وضعیت موجود قادر خواهد بود وضعیت پاسخ‌گویی سیستم در طول زمان را نیز مشاهده کند. در شکل ۲-۱۲ نحوه به تصویر کشیدن شرایط Look ahead را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۲ به تصویر کشیدن قابلیت‌های شبیه‌ساز سیستم DART برای عملکرد Look ahead

مسئله حجم اطلاعات دریافتی و ذخیره‌سازی و پردازش آنها از جمله مسائلی است که در آینده باید روی آنها کار کرد. درحال حاضر بر اساس تعداد تجهیزات منصوب در پست‌ها، حجم داده‌ی مانیتور شده در حدود ۲/۵ کیلوبایت برای هر Snapshot می‌باشد. هر Snapshot در ۱۰ میلی‌ثانیه در سطح Zonal/Vicinity گرفته می‌شود و هر ثانیه در سطح Control Level دریافت می‌گردد. در طرح آزمایشی پروژه دریافت اطلاعات تنها برای زیربخشی از شبکه انتقال صورت گرفته است. در جدول ۲-۱۰ میزان توان محاسباتی CPU و نیز حجم اطلاعات در هر Snapshot نشان داده شده است.

جدول ۲-۱۰ منابع مورد نیاز برای زیرساخت DART

Control Hierarchy →	Sub-station	Zone/ Vicinity	Control Area	Region	Grid
Snapshot size	2.5 kB	25.0 kB	1.25 MB	25 MB	250MB
Required Transfer (MB/sec)	3.31	8.1	5.089	0.548	2.65
Expected Latency	2.2 msec	4.8 msec	240.8 msec	9.6 sec	96.3 sec
CPU loading (% of one CPU)	134.08	148.9	154.5	57.5	83.16
# of Computer systems	2	3	3	2	2
Average CPU Loading (%)	33.52	24.8	25.75	14.38	20.79
Average Transfer Per CPU (MB/sec)	0.83	1.35	0.848	0.137	0.6625
Redundancy	1X2	2X3	2X3	1X2	1X2
CPU allocation By Cycle ↓					
10 msec.	CPU-1	CPU-A1, CPU-A2			
100 msec.	CPU-2	CPU-B1, CPU-B2			
1 sec.	CPU-2	CPU-B1	CPU-A1		
2 sec.		CPU-B2	CPU-A2		
1 min.			CPU-A2		
5 min.			CPU-B1	CPU-1	CPU-1
Hour-ahead			CPU-B2	CPU-2	CPU-2

همانطور که اشاره شد در حال حاضر این سیستم به منظور پاسخ‌دهی به نیاز شبیه‌سازی و مدلسازی زمان‌حقیقی و پرسرعت در شبکه انتقال در بوته آزمایش بوده و چالش‌های پیاده‌سازی آن به صورت گسترده بیان شده است. EPRI در این پروژه قصد دارد علاوه بر پیاده‌سازی قابلیت‌های خوداصلاح‌گری و آنالیز شبکه، نیازهای سخت‌افزاری و شبکه ارتباطی را نیز مدنظر قرار دهد، زیرا به منظور نیل به اهداف پاسخ‌گویی بلادرنگ لازم است کنترل‌ها توزیع شده باشد و این امر نیازهای مخابراتی و پروتکل‌های ارتباطی و مسائل مرتبط با همکارپذیری را نیز می‌طلبد. لازم به ذکر است که در این پروژه شرکت ABB نیز همکاری داشته است.[۱۵]

۲-۲-۳ نرم افزار شبیه‌ساز GridLAB-D

نرم‌افزار GridLAB-D ابزار آنالیز و شبیه‌سازی شبکه قدرت توزیع می‌باشد که اطلاعات با ارزشی برای کاربرانی که وظیفه طراحی و بهره‌برداری از شبکه توزیع دارند و همچنین شرکت‌های برق که از جدیدترین فناوری‌های انرژی در شبکه هوشمند بهره می‌گیرند، فراهم می‌نماید.

عدم توانایی در مدل کردن و ارزیابی کارآمد تکنولوژی‌های شبکه هوشمند همواره مانعی برای استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در این صنعت بوده است و GridLAB-D برای رفع این مشکل طراحی و بوجود آمده است.

این نرم‌افزار در PNNL[1] با همکاری صنعت و دانشگاه از طریق سرمایه‌گذاری دپارتمان انرژی آمریکا DOE[2] طراحی و پیاده‌سازی شده است. این نرم‌افزار یک ابزار کد باز است و بصورت رایگان در دسترس کاربران قرار دارد، بطوریکه بتوانند از نظرات سازنده کاربران استفاده کنند.

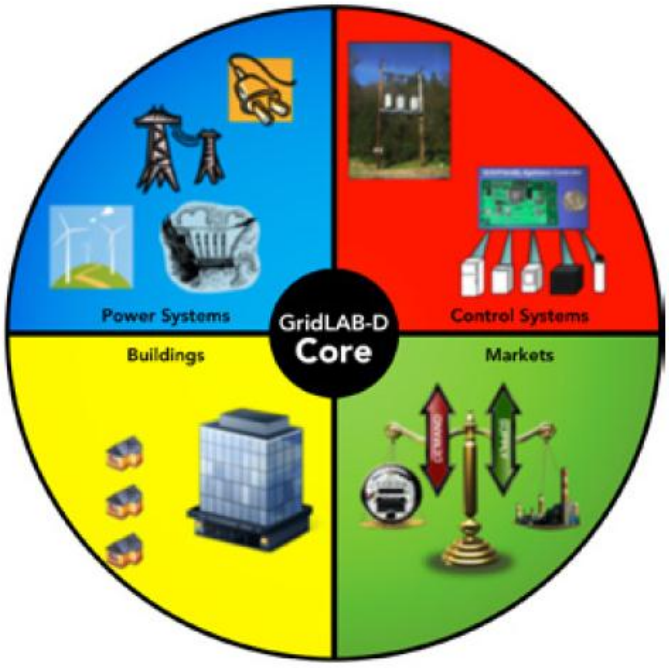
این نرم‌افزار با فراهم کردن یک محیط شبیه‌سازی، نه تنها سیستم قدرت را مدل‌سازی می‌کند بلکه سیستم‌هایی که سیستم قدرت را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند را نیز شبیه‌سازی می‌نماید. به زبان ساده این نرم‌افزار جزئیات تعاملات بین تمامی المان‌های سیستم توزیع از پست تا مصرف‌کننده را در بوته آزمون قرار می‌دهد.

این نرم‌افزار یک بستر تست با ارزش برای ارزیابی استراتژی‌های کنترل با درنظر گرفتن میزان سود به هزینه فراهم می‌کند. از طریق این سیستم می‌توان بدون نیاز به صرف هزینه و پیچیدگی‌های پروژه‌های پایلوت در فیلد، مطالعات تاثیرات فناوری شبکه هوشمند را انجام داد.

در شکل ۲-۱۳حوزه‌های تحت پوشش نرم‌افزار GridLAB-D نشان داده شده است.

[1] Pacific Northwest National Laboratory

[2] Department Of Energy



شکل ۲-۱۳ حوزه‌های تحت پوشش نرم‌افزار GridLAB-D

در حال حاضر بسیاری از ابزارهای سیستم قدرت توانایی‌های آنالیز مورد نیاز جهت تعامل با سیستم قدرت آینده را ندارند. ترکیب نفوذ تکنولوژی اطلاعات متغیر با سرعت زیاد، منابع جدید، مسائل مبتلابه بازار و استراتژی‌های جدید تجاری منجر به عدم قطعیت بالایی در موفقیت این تحولات جدید می‌شود.

قابلیت‌ها و کاربردهای نرم‌افزار GridLAB-D به شرح زیر است:

- طراحی و ارزیابی اتوماسیون توزیع: این نرم‌افزار توانایی‌هایی را ارائه می‌دهد که طراحی و آنالیز فناوری‌های اتوماسیون توزیع شامل بهینه‌سازی ولت–وار، هماهنگی تجهیزات و اتوماسیون، بازآرایی فیدر، قابلیت اطمینان و جایابی خطا و بازگرداندن شبکه را پشتیبانی می‌کند. این نرم‌افزار به کاربر این امکان را می‌دهد که به مدد این فناوری بطور کارآمدی هدایت، تست و سرمایه‌گذاری آتی را ارائه دهد.
- مدیریت پیک بار: بسیاری از برنامه‌های Peak-shaving/Shifing و برنامه‌های کاهش حوادث به طور کامل در محیط شبکه هوشمند مفید نخواهند بود. این نرم‌افزار با مدل کردن رفتار مصرف‌کننده، درک بهتری از بهینه کردن استراتژی‌های مختلف Peak-shaving، استفاده از مکانیزم‌های پیشرفته مثل کنترل‌های تعاملی، کنترل و فرمان

متمرکز و راه‌حل‌های توزیع‌شده را فراهم می‌کند. تاثیر رضایت مصرف‌کننده در در دسترس بودن منابع Peak-shaving می‌تواند به ارزیابی و دقیق‌تر شدن پیش‌بینی منابع در دسترس کمک کند.

- منابع تولید پراکنده و ذخیره‌سازی: ورود منابع جدید انرژی پراکنده (DER) از جمله تولیدات پراکنده در سایت، سیستم‌های ترکیبی برق و حرارت در ساختمان‌ها CHP[1]، ذخیره‌سازی‌های پراکنده و پیش‌نیازهای کنترل باعث بوجود آمدن فرصت‌ها و چالش‌های زیاد فناوری می‌گردد. این نرم افزار به برنامه‌ریزان و مدیران شرکت‌های برق اجازه ارزیابی بهتر سود به هزینه بین سرمایه‌گذاری در زمینه توسعه زیرساخت‌های شبکه و سرمایه‌گذاری در زمینه منابع تولید پراکنده با درنظر گرفتن سایر محاسن اقتصادی DER (مانند افزایش انعطاف‌پذیری عمده‌فروشی، بهبود معیارهای قابلیت اطمینان وغیره) را می‌دهد.
- آنالیز ساختارهای نرخ‌گذاری[2]: وجود تنوع و تفاوت‌های تولیدات انرژی بر اساس نرخ‌های متفاوت معرفی شده به مصرف‌کنندگان برای شرکت‌های برق بسیار جذاب شده است زیرا این شرکت‌ها قادرند فرصت‌های انعطاف‌پذیری تقاضاها را آشکار کرده و به شرکت‌های توزیع توانایی بالانس کردن بازار تامین‌کننده در بازار عمده‌فروشی را می‌دهد. چالش این امر طراحی ساختارهای نرخ‌گذاری است که هم از نظر هزینه برای شرکت‌های برق به صرفه است و هم برای مصرف‌کنندگان جذاب می‌باشد. این نرم‌افزار توانایی منطبق شدن ارائه نرخ‌های گوناگون (شامل نرخ‌های ثابت، نرخ‌های تقاضا، نرخ‌های زمان مصرف و نرخ‌های زمان حقیقی) را داده و تعیین می‌کند که آیا نرخ پیشنهادی مناسب است یا خیر.

۲-۳-۲-۱ قابلیت‌های نرم‌افزار GridLAB-D

این نرم‌افزار قادر است رفتار سیستم توزیع را در طول زمان‌های متفاوت از چند ثانیه تا چند دهه آنالیز کند، نرم‌افزار GridLAB-D تعاملات بین مشخصات فیزیکی، سیستم‌های تجاری، بازارها و اقتصادی منطقه‌ای و رفتارهای مشترکان و

[1] Combined Heat and Power

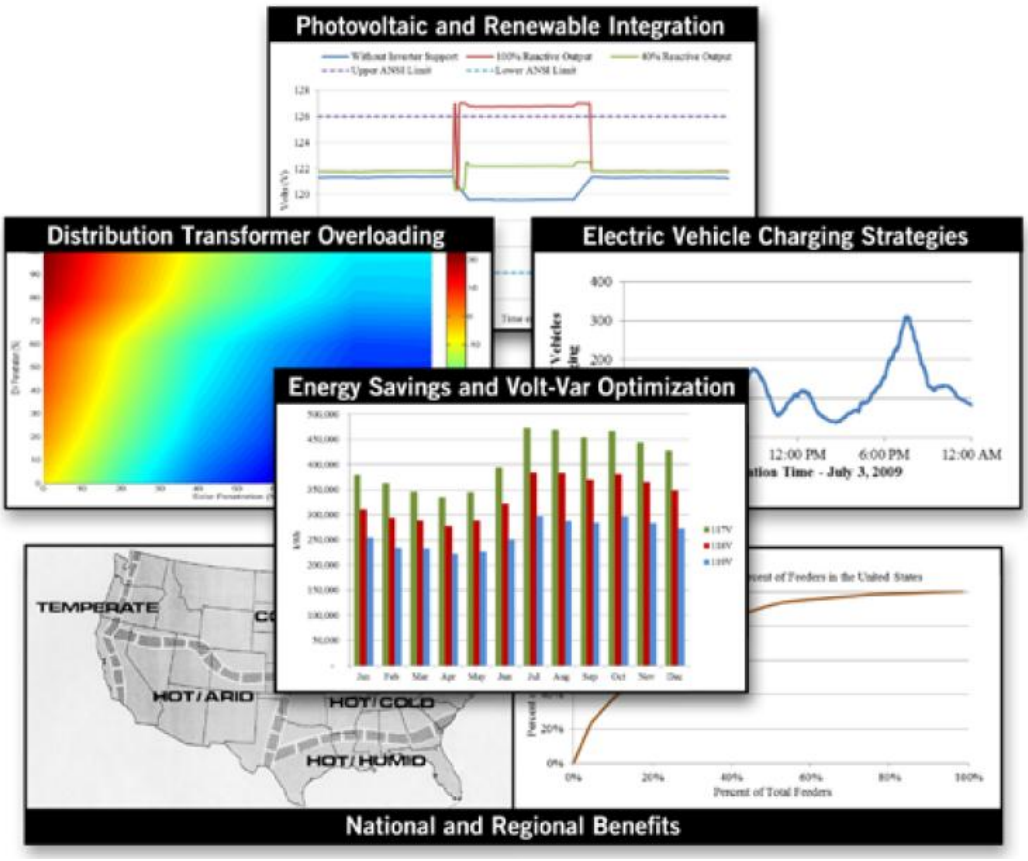
[2] Rate Structure Analysis

اینکه چگونه این افراد شبکه برق را تحت تاثیر قرار می‌دهند را شبیه‌سازی کند. ویرایش ۲,۲ این نرم‌افزار در سپتامبر ۲۰۱۱ به بازار آمد که تعاملات زیر را پشتیبانی می‌کند:

- سیستم‌های قدرت سه فاز، نامتعادل (مش یا شعاعی)
- رفتار بار مصرف‌کننده برای هزارها تا میلیون‌ها مصرف‌کننده و لوازم خانگی
- بازارهای سطح خرده‌فروشی و کنترل تراکنش‌ها
- تولیدات و ذخیره‌سازی‌های پراکنده
- پاسخ بار و کنترل بار مستقیم
- کنترل‌های اتوماسیون توزیع
- قابلیت اطمینان

ویرایش ۲,۳ نرم‌افزار قرار است در دسامبر ۲۰۱۲ وارد بازار شود و علاوه بر موارد فوق قابلیت‌های زیر را نیز خواهد داشت:

- قابلیت‌های میکروگرید، شامل دینامیک ماشین و کنترل تولیدات
- کنترل‌های پیشرفته و الگوریتم‌های بهینه‌سای و اینترفیس‌های مربوطه
- توسعه مدل‌های CHP به منظور به دست آوردن تاثیرات حرارت تلف شده و جبران کردن حرارت مورد نیاز در ساختمان‌ها



شکل ۲-۱۴ تصویری از صفحات نرم‌افزار شبیه‌ساز GridLAB-D

ویرایش ۳,۰ نرم‌افزار قرار است تابستان ۲۰۱۳ منتشر و قابلیت‌های جدید زیر را شامل می‌باشد:

- ایجاد اینترفیس برنامه‌نویسی پیشرفته[1] برای ارتباط با ابزارهای Third Party
- Co-simulation با ابزارهای سطح انتقال
- افزایش قدرت و کارآیی محاسباتی
- Co-simulation با شبیه‌سازهای کد باز مخابراتی
- ایجاد قابلیت‌های بین‌المللی شامل محدوده‌های زمانی[2] پشتیبانی از فرکانس ۵۰ هرتز و سیستم‌های ولتاژ پایین[۱۶]

[1] API

[2] Time Zone

۲-۲-۴ نتیجه گیری آینده‌پژوهی

با توجه به مطالعات تطبیقی صورت گرفته در شرکت‌های پیشرو کشورهای پیشرفته جهان در زمینه نرم‌افزارهای شبیه‌سازهای بهره‌برداری شبکه‌های انتقال و توزیع می‌توان نتیجه گرفت که عمده تحقیقات آنها بر روی افزودن قابلیت شبیه‌سازی المان‌های مختلف شبکه هوشمند از جمله منابع تولیدات پراکنده، میکروگریدها، ذخیره‌سازهای پراکنده (خودروهای الکتریکی)، بازار برق، تعامل با مشترکان (برنامه‌های پاسخ بار و کنترل مستقیم بار، نرخ‌های متغیر، پیک‌سایی)، CHP و تحلیل اطلاعات سنسورهای هوشمند و گسترده[1] در شبکه‌های توزیع و انتقال می‌باشد.

لازم به ذکر است که به مدد وجود سیستم‌های قرائت هوشمند[2] در شبکه هوشمند اطلاعات دقیق‌تری از محل‌های خطا و میزان مصرف مشترکان بوجود خواهد آمد که کمک بزرگی به آنالیزهای شبیه‌سازی شده خواهد کرد و لذا در آینده نزدیک اکثر شبیه‌سازهای پیشرفته از اطلاعات مذکور حداکثر استفاده را بعمل خواهند آورد.

یکپارچه شدن شبیه‌سازی بهره‌برداری شبکه‌های توزیع و انتقال از دیگر مواردی که در ویرایش‌های جدید و کارهای تحقیقاتی این شرکت‌ها به چشم می‌خورد. استفاده از Co-Simulatorها و به‌کارگیری اینترفیس‌های استاندارد به منظور تبادل اطلاعات بین سیستم‌های انتقال و توزیع مطلب دیگری است که در ویرایش‌های آتی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز پیاده می‌شوند.

وجود شبیه‌سازهای زمان حقیقی از دیگر مسائلی است که در تمامی شبیه‌سازهای مورد بررسی به آنها پرداخته شده است. از آنجا که تصمیم‌گیری سریع و خوداصلاح‌گری از جمله قابلیت‌های شبکه‌های پیشرفته و هوشمند می‌باشد، لذا شبیه‌سازهای زمان حقیقی از الزامات اینگونه شبکه‌ها در آینده است.

بدیهی است به دلیل بالا رفتن حجم و سرعت اطلاعات در چنین سیستم‌هایی نیاز به پردازش‌های سریع و استفاده از پردازشگرهای موازی می‌باشد که از دیگر چالش‌های پیش روی سازندگان اینگونه نرم‌افزارها خواهد بود.

[1] Phasor Measurement Unit (PMU)

[2] Advanced Metering Infrastructure (AMI)

فصل سوم

تدوین ارکان جهت ساز نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

تدوین چشم‌انداز فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

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

بیانیه چشم‌انداز تصویری از وضعیت یک بنگاه/کشور است، زمانی که به اهداف و راهبردهای خود در یک بازه زمانی دست یافته باشد. این بیانیه به نحوی تنظیم می‌شود که چالش‌های راهبردی و هدف‌های تعیین شده کیفی ، ارتباط مستقیم و معناداری با یکدیگر داشته باشند؛ و از کلمات و جملات آرمانی، دست یافتنی، ارزشی و نهادینه برای عبارت‌پردازی آن استفاده می‌شود.

در طی جلسه برگزاری کارگاه با خبرگان صنعت، تولیدکنندگان داخلی و بهره‌برداران کلیات چشم‌انداز نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور مورد بحث و بررسی قرار گرفته و با ایجاد طوفان فکری در بین حاضرین در جلسه نتایج ذیل ساختار چشم انداز این نرم‌افزارها بصورت شکل ۳-۱ ارائه و تبیین گردید.

- پی آمدها و نتایج نهایی استفاده از شبیه‌ساز

- افزایش قابلیت اطمینان بهره‌برداری و استفاده بهینه منابع از طریق افزایش توان دانشی و عملیاتی نیروی انسانی: با توجه به اینکه در سال‌ها آینده قابلیت‌ها و ابزارهای جدید هوشمند در سیستم‌های موجود نیاز است که بهره‌برداران با فناوری‌های روز آشنا شده و بتوانند تصمیم‌سازی‌های مناسبی در شرایط خاص بهره‌برداری داشته باشند. بدیهی است با ورود منابع تولید پراکنده که بعضا دارای ماهیت غیرقابل پیش‌بینی می‌باشند، امکان بهره‌برداری چنین شبکه پیچیده‌ای نیازمند ابزارهای نرم‌افزاری و مدل‌سازی‌های زمان حقیقی می‌باشد و اپراتورها در زمان بروز حوادث زنجیره‌ای قادر به تشخیص به موقع علل اصلی نخواهند بود و این امر قابلیت اطمینان سیستم را کاهش خواهد داد. بنابراین به روز نگهداشتن توان دانشی و عملیاتی بهره‌برداران سیستم گزینه‌ای اجتناب ناپذیر می‌باشد.

- جایگاه متصور برای کشور

- کاهش میزان حوادث:

استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز می‌تواند به رفع اشکالات پنهان سیستم منجر گردد و از طرف دیگر موارد نادری که در طولانی مدت ممکن است بروز نماید شناسایی شده و قبل از آسیب‌رسانی به شبکه برطرف گردد. همچنین می‌توان مجموعه‌ای از حوادث را به صورت ترکیبی در این سیستم اعمال نموده و با توجه به نتایج حاصله و تحلیل آنها قابلیت اطمینان سیستم رابه گونه‌ای بالابرد که از بروز حوادث غیرقابل پیش‌بینی در آینده جلوگیری کرد.

- کاهش زمان بازیابی سیستم:

در صورت شناسایی حوادث بالفعل و بالقوه توسط شبیه‌ساز، اشراف بیشتری از وضعیت و شرایط حادثه در دسترس بهره‌بردار قرار می‌گیرد و این امر می‌تواند در موقع بروز حادثه، زمان بازگشت به حالت پایدار سیستم را کاهش دهد. از طرفی با اضافه کردن پارامترهایی به سیستم موجود امکان قابلیت خوداصلاح‌گری و بهینه‌سازی سیستم را فراهم نمود به‌گونه‌ای که تا حدامکان این عملیات بدون دخالت اپراتور و در اسرع وقت صورت پذیرد.

- کاهش هزینه ها آموزش:

از آنجاکه برای بوجود آمدن شرایط خاص بهره‌برداری و آموزش اپراتورها در شرایط عادی (بدون استفاده از شبیه‌ساز) به مدت‌زمان طولانی نیاز است، لذا با ا ستفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز می‌توان در زمان کوتاه‌تر و با هزینه‌های کمتری کلیه شرایط ممکن را به بهره‌برداران آموزش داد و این امر هزینه‌های مربوطه را به طرز چشمگیری کاهش می‌دهد و از طرفی بهره‌برداران توانایی و مهارت بهتری در حل مشکلات پیدا خواهند کرد.

- کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری:

با وجود نرم‌افزارهای شبیه‌ساز می‌توان در هنگام بروز حادثه شرایط خاص را شبیه‌سازی نمود و پس از آن گام عملی در جهت رفع اشکالات برداشت. این مسئله از انجام سعی و خطاهای مکرر جلوگیری نموده و بالطبع سبب کاهش زمان و هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری جهت رفع اشکالات خواهد شد.

- تجهیز کل بخش بهره‌برداری شبکه به فناوری شبیه‌ساز:

با تجهیز کل شبکه بهره‌برداری کشور به فناوری شبیه‌ساز امکان دستیابی به قابلیت اطمینان، کاهش زمان خاموشی، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و افزایش راندمان سیستم میسر می‌گردد. بدین ترتیب چنانچه کل

شبکه به این فناوری تجهیز گردد، از بروز حوادث پیاپی و وابسته به یکدیگر (زنجیره‌ای) جلوگیری شده و در مقیاس بزرگ‌تر از بروز خاموشی‌های سراسری پیشگیری می‌گردد. بدیهی است با اعلام اخطارها و هشدارهای به موقع، این سیستم قادر است بخشی از شبکه را ایزوله کرده و از آسیب‌رسانی به سایر بخش‌های آن جلوگیری به عمل می‌آید.

- محور های تغییر

- تغییر نظام آموزشی دیسپاچر ها:

در حال حاضر از رویه سنتی و قدیمی برای آموزش اپراتورهای و دیسپاچرهای شبکه برق استفاده می‌شود. بدیهی است با توجه به تغییرات روزافزون فناوری‌های مورد استفاده در این صنعت بایستی در نظام آموزشی بهره‌برداران بازنگری شده و امکان استفاده از فناوری‌های روز برای آنها مهیا گردد.

- فرهنگسازی در صنعت برق:

چنانچه ضرورت استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز برای کلیه سطوح دست‌اندرکار بهره‌برداری سیستم تبیین نگردد، استفاده از آنها در عمل استقبال نشده و به نتایج مورد نظر منجر نخواهد گردید. بنابراین لازم است در کنار اجرا و نصب اینگونه نرم‌افزارها، فواید و قابلیت‌های کاربردی و موثر آنها در قالب نشست‌ها، سمینارها و کارگاه‌های آموزشی اشاعه داده شود.

- تحریک بازار با اولویت بخشی به رقابت در بخش خصوصی داخل:

لازم است شرایطی را برای شرکت‌های داخلی فراهم آورد که انگیزه لازم برای ورود به بازار نرم‌افزارهای شبیه‌ساز را داشته باشند و از پشتیبانی‌های طولانی‌مدت بتوانند بهره ببرند. با توجه به عدم وجود نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بومی در کشور، دست‌اندرکاران می‌توانند با اجرای پروژه‌های پایلوت و ارائه شرایط ویژه به شرکت‌های داخلی بازار این فناوری را گسترش و تحریک نمایند.

- الزام بهره بردار به بکارگیری فناوری:

سیاست‌گذاران کشور بایستی به گونه‌ای عمل کنند تا با الزام استفاده از اینگونه فناوری‌ها شرایطی فراهم شود که برای بهره‌برداران توجیه اقتصادی و فنی مناسبی در پی داشته باشد. از طرفی دیگر این الزام منجر به بوجود آمدن

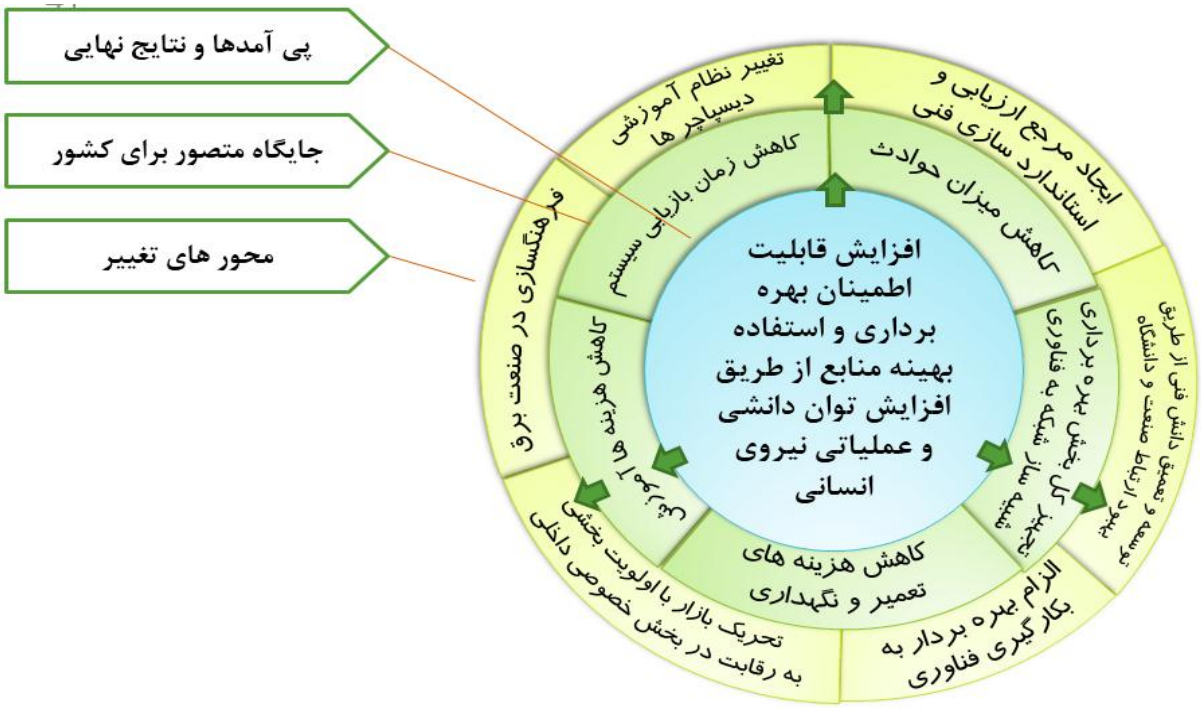
بازار بالقوه و بالفعل محصولات شبیه‌ساز در کشور می‌گردد که خود باعث تمایل بیشتر تولیدکنندگان داخلی جهت ورود به این بازار می‌شود.

- توسعه و تعمیق دانش فنی از طریق بهبود ارتباط صنعت و دانشگاه:

از آنجا که نرم افزارهای شبیه‌ساز از دانش فنی پیچیده‌ای برخوردار بوده و از الگوریتم‌های محاسباتی زیادی استفاده می‌کند، لذا لازم است بین ایجاد کنندگان این گونه نرم‌افزارهای و محیط‌های دانشگاهی و پژوهشی ارتباط تنگاتنگی وجود آید و این امر موجب توسعه و ارتباط صنعت و دانشگاه می گردد.

- ایجاد مرجع ارزیابی و استاندارد سازی فنی:

به جهت استانداردسازی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و ارزیابی فنی و کیفی آنها نیاز به یک مرجع ارزیابی کننده معتبر می‌باشد. این ارزیابی می‌تواند زمینه‌ساز ورود شرکت‌های داخلی به عرصه بازارهای داخلی و خارجی گردیده و کیفیت اینگونه محصولات تضمین گردد.



شکل ۳-۱ چشم انداز توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز

به این ترتیب چشم انداز توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز عبارتست از:

تجهیز کل بخش بهره‌برداری شبکه صنعت برق کشور به فناوری شبیه‌ساز در افق ۱۴۰۴ جهت دستیابی به قابلیت اطمینان و استفاده بهینه از منابع شبکه بهره‌برداری و کاهش میزان حوادث، کاهش زمان بازیابی سیستم، کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات و کاهش هزینه های آموزش از طریق افزایش توان دانشی و عملیاتی نیروی انسانی

تعیین اهداف کلان توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

هدف‌گذاری کلان عبارت است از تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده و به منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز. در حقیقت اهداف مذکور، پاسخگوی یک سؤال اساسی است با این عنوان که "برای رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟"

اهداف کلان نتایج مطلوبی هستند که انتظار می‌رود در پایان پروژه بدست آیند. این اهداف در مقایسه با مأموریت سازمان و چشم‌انداز پروژه جزئی بوده ولی در مقایسه با اهداف عملیاتی، کلان هستند. ویژگی‌های کلی اهداف کلان عبارتند از:

- هماهنگی با مأموریت صنعت
- مؤثر بودن در تحقق چشم‌انداز
- چالش‌گرایی، به همراه واقع‌بینی و قابلیت دستیابی به هدف
- ارائه جهت گیری مشخص و در عین حال عدم معرفی معیار، اقدام یا جنبه کمی خاص
- روشن کردن اولویت‌ها و نتایج مهمی که باید کسب شوند.
- در بر گرفتن یک افق زمانی طولانی (البته این افق از یک سازمان به سازمان دیگر ممکن است متفاوت باشد و بستگی به پارامترهایی از جمله نرخ رشد صنعت و تحولات فناورانه در صنعت دارد)
- حرکت در جهت کم کردن فاصله بین وضع موجود و وضع مطلوب
- همخوانی با اختیارات، الزامات و محدودیت‌های قانونی سازمان
- عدم تغییر مگر در شرایط استثنایی (تغییرات شدید محیطی یا مطرح شدن یک موضوع استراتژیک تازه)

در ادامه فرایند پیشنهادی تدوین اهداف کلان تشریح می‌گردد:

در گام اول باید به نظرسنجی از خبرگان پرداخت. این کار با برگزاری پنل‌ها و بحث گروهی میان متخصصین، در چارچوب نتایج حاصل از بخش هوشمندی فناوری (روندهای رشد و توسعه فناوری در آینده) و تأکید بر مؤلفه‌های موجود در چشم‌انداز باید صورت بگیرد.

در گام بعد باید نظرات جمع‌آوری شده خبرگان پیرامون اهداف کلان پالایش و دسته‌بندی و در صورت نیاز بازنویسی شوند. تدوین اهداف باید با تکیه بر پنج ویژگی ضروری باشد: مشخص بودن، قابل اندازه‌گیری بودنع قابل دستیابی بودن، واقع‌گرایانه بودن و محدود به زمان بودن.

گام سوم نهایی‌سازی اهداف کلان پالایش شده و بازنویسی شده است. برای این کار باید این اهداف مجددا به تأیید افراد متخصص برسند. اجرای این مرحله به کاهش خطای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف کمک می‌کند.

همانند گام نهایی تدوین چشم‌انداز، در مورد اهداف کلان نیز باید پس از طی مراحل بعدی (تدوین اهداف خرد و اقدامات و سیاست‌های اجرایی) و دریافت تصویری واقعی‌تر از وضعیت موجود به بازبینی این اهداف پرداخت. با دریافت بازخورد از مراحل بعدی ممکن است نیاز باشد که اهداف کلان تدوین شده دچار تغییر و اصلاح شوند. [۲]

اهداف کلان توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور در شکل ۳-۲ نشان داده شده اند.

شکل ۳-۲ اهداف کلان توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور

این اهداف عبارتند از:

- تجهیز کل شبکه بهره‌برداری به نرم‌افزار شبیه‌ساز در افق ۱۴۰۴:

از آنجا که تجهیز کل شبکه به نرم‌افزارهای شبیه‌ساز با توجه به گستردگی و تنوع بهره‌برداری در کشور به صورت یکپارچه و در زمان کوتاه میسر نمی‌باشد، لذا این امر بایستی در یک افق ده ساله و به تدریج با گسترش فرهنگ استفاده از اینگونه نرم‌افزارها و ترغیب دست‌اندرکاران و گسترش بازار داخلی عملیاتی گردد.

- کاهش میزان حوادث در بهره‌برداری شبکه با استفاده از شبیه‌ساز:

با توجه به گستردگی و فرسودگی شبکه‌های بهره‌برداری برق کشور، امکان بروز حوادث و همچنین تنوع آنها بسیار زیاد می‌باشد، لذا به منظور بالا بردن قابلیت اطمینان سیستم، استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز می‌تواند تاثیر به‌سزایی در کاهش میزان حوادث داشته باشد. در نتیجه تلفات شبکه و هزینه‌های اقتصادی مترتب کاهش یافته و رضایت مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد.

- کاهش زمان بازیابی سیستم از طریق توانمندسازی دیسپاچرها:

با توانمند شدن دیسپاچرها و اشراف به جزئیات سیستم‌های موجود از طریق استفاده از نرم افزارهای شبیه‌ساز، این امکان فراهم می‌گردد که در صورت بروز حوادث، دیسپاچرها قادر باشند در کوتاه‌ترین و سریع‌ترین زمان ممکن، شرایط سیستم را به حالت عادی، مطمئن و پایدار بازگردانند.

- کاهش هزینه‌های آموزش و پرورش نیروی انسانی :

با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز امکان مدل‌سازی و به وجود آوردن شرایط مختلف بروز حوادث برای اپراتورها و دیسپاچرها در زمان کوتاهی میسر گردیده و این امر باعث کاهش هزینه‌های آموزشی از یک سو و افزایش مهارت دانشی آنها از سوی دیگر می‌گردد.

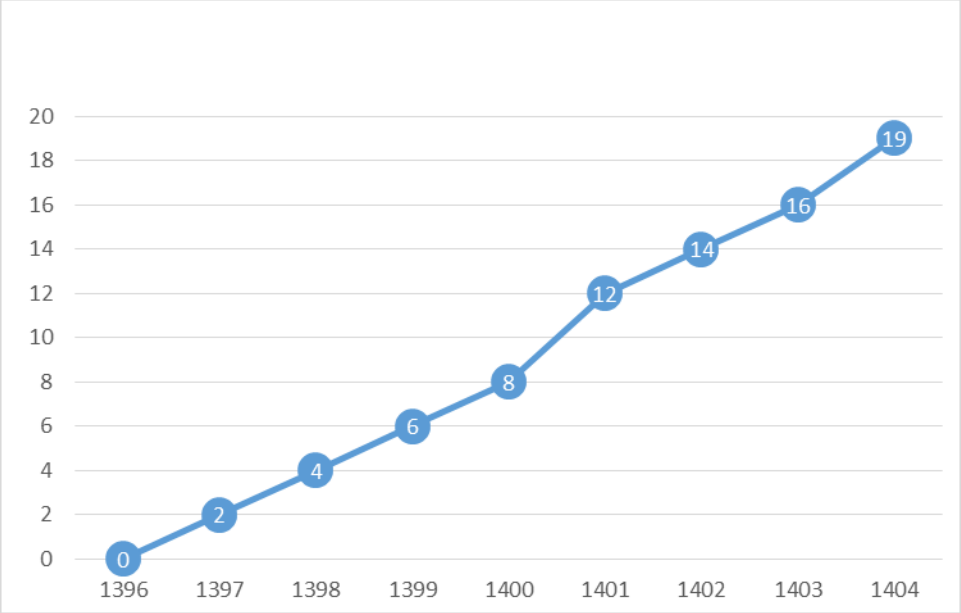
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری از طریق افزایش قابلیت پیش‌بینی :

یکی از عوامل موثر در کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری شبکه اشراف کامل بهره‌برداران به شرایط شبکه، نوع حادثه، سناریوهای بوجود آورده و عوامل تاثیرگذار در بوجود آمدن این گونه حوادث و نتایج حاصل از تغییرات و

بازآرایی شبکه دارد. بدیهی است موارد فوق با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به طرز مناسبی مدل‌سازی گردیده و امکان مشاهده نتایج بدون اثرگذاری واقعی در شبکه را در بوته آزمایش قرار داد.

هدف گذاری مذکور با توجه به بیان نقاط قوت و ضعف شرکت‌های بهره‌برداری و تولیدکنندگان نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و پیش‌نیازها، زمان و هزینه‌های مرتبط، در جلسات کارگاهی به شور گذاشته شد و حاضرین در نتایج ذیل به توافق رسیدند.

هدف گذاری تامین نرم‌افزار شبیه‌سازی بهره‌برداری شبکه توسط بهره برداران در شکل ۳-۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳ هدف گذاری تامین نرم‌افزار شبیه‌سازی بهره‌برداری شبکه توسط بهره برداران

بر اساس این هدف گذاری در پایان ۱۳۹۷ دو شرکت به سیستم شبیه‌ساز شبکه بهره‌برداری مجهز خواهند شد. در سال ۱۳۹۸ تعداد ۴ شرکت به آنها اضافه خواهند شد و به همین ترتیب در سال ۱۳۹۹ تعداد ۶ شرکت، در سال ۱۴۰۰ تعداد ۸ شرکت، در سال ۱۴۰۱ تعداد ۱۲ شرکت، در سال ۱۴۰۲ تعداد ۱۴ شرکت، در سال ۱۴۰۳ تعداد ۱۶ شرکت و در سال ۱۴۰۴ تعداد ۱۹ شرکت مجهز به سیستم شبیه‌ساز خواهند شد که کل این تعداد مساوی با ۸۱ شرکتی است که در حال حاضر این سیستم را در اختیار ندارند.

۳-۱ تدوین راهبردهای توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

در این بخش راهبردهایی که برای دستیابی به اهداف مورد نیاز هستند اتخاذ خواهد شد (راهبردها خطوط اصلی رسیدن به هدف می‌باشند). این بخش سه مرحله را دنبال خواهد کرد:

۱- تعیین رویکرد انتخابی در فناوری بسته به این که جایگاهش در چرخه عمر چیست؟

۲- با توجه به پیشرو با پیرو بودن در فناوری اولویت‌های توسعه و حوزه‌های برگزیده فناوری شبکه هوشمند مشخص خواهد شد.

۳- روش مناسب اکتساب مطابق با اولویت‌های رویکرد اتخاذی تعیین خواهد شد.

بخش ابتدایی این قسمت به بررسی روش‌ها یا مدل‌های تدوین راهبرد فناوری، که در ادبیات مدیریت فناوری به آنها اشاره شده است اختصاص دارد. در این قسمت بدون وارد شدن در جزئیات مدل‌ها، سعی خواهد شد بیشتر نگرش‌ها یا رویکردهای متفاوتی که در ارتباط با تدوین راهبرد فناوری وجود دارد، مورد بحث قرار گیرد.

بیان این مطلب ضروری است که بخشی از تفاوت در رویکردهای مختلف به تدوین راهبرد فناوری، ناشی از تعابیر مختلفی است که از مفهوم راهبرد فناوری و یا به طور کلی از مفهوم مدیریت فناوری وجود دارد. برخی از رویکردها تنها به یکی از مؤلفه‌های راهبرد فناوری یعنی تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری در زمینه توسعه فناوری معطوف می‌شوند، برخی دیگر علاوه بر اولویت‌ها به تعیین روش مناسب توسعه فناوری‌های منتخب اشاره دارند. گروهی نیز توجه خود را به انتخاب پروژه‌های توسعه فناوری معطوف کرده و مسائل سرمایه‌گذاری و تخصیص منابع را در حوزه تدوین راهبرد فناوری وارد نموده‌اند.

طیف تصمیم گیری درباره استراتژی اکتساب فناوری در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. چنانکه در شکل مشخص است این طیف از یک طرف به خرید فناوری و از طرف دیگر به توسعه درون‌زا محدود می‌شود. انتقال فناوری استراتژی حد وسط برای اکتساب فناوری است.

برنامه ریزی فناوری شامل تدوین برنامه اکتساب فناوری هایی است که بر رقابت پذیری بنگاه اقتصادی تأثیر خواهند داشت. اطلاعات مورد نیاز برای برنامه‌ریزی، از ارزیابی فناوری‌هایی که در زنجیره ارزش بنگاه اقتصادی قرار دارند بدست می‌آید.

اکتساب فناوری به معنی تعریف و تعیین چگونگی دستیابی به فناوری‌های منتخب از راه‌های توسعه داخلی، همکاری با دیگر شرکت‌ها و نهادها و یا خرید فناوری می‌باشد. [۱۷]

شکل ۳-۴ طیف تصمیم گیری درباره استراتژی اکتساب فناوری

۳-۱-۱ سبک‌های اکتساب فناوری

پس از انتخاب و تعیین فناوری‌های مورد نیاز یک بنگاه، انتخاب سبک مناسب اکتساب فناوری اولین قدم تصمیم‌گیری می‌باشد.

روش‌های متعددی جهت اکتساب فناوری وجود دارد که عبارت از تحقیق و توسعه داخلی، مهندسی معکوس، تأمین بیرونی، شبکه‌سازی، کنسرسیوم، اتحاد، سرمایه‌گذاری تحقیقاتی، قرارداد تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری مشترک، تحقیق و توسعه مشترک، سهام اقلیت، لیسانس، ادغام، تصاحب آموزشی و تصاحب می‌باشند. در مجموعه تمامی روش‌ها را می‌توان در سه سبک متمایز اکتساب فناوری بر حسب مشارکت طرف خارجی تفکیک کرد که عبارتند از:

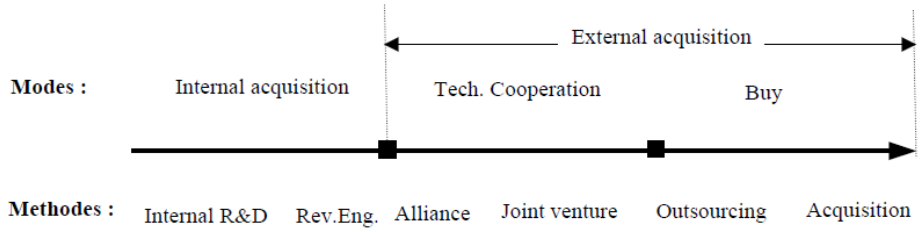
۱- اکتساب داخلی

۳- همکاری فناورانه

۴- خرید فناوری

که دو سبک آخر را به جهت اینکه وجه تمایز اصلی آنها نسبت به سبک اول، وجود و حضور طرف خارجی دارند فناوری می‌باشد به نام سبک‌های اکتساب خارجی می‌نامند.

بر اساس این تقسیم‌بندی برای تصمیم‌گیری در خصوص سبک اکتساب فناوری، بنگاههای اقتصادی با یک طیف از سبک‌های مختلف روبرو هستند که در یک طرف آن تحقیق و توسعه داخلی با تکیه کامل به منابع فناورانه، مالی و نیروی انسانی درون بنگاهی قرار داشته و در نقطه مقابل و سر دیگر طیف تصاحب بنگاهی قرار دارد که منابع فناورانه و نیروی انسانی از طرف خارجی اکتساب می‌گردد. در شکل ۳-۴، طیف اکتساب فناوری و سه منطقه و سبک قابل تفکیک به همراه روش‌های اکتساب هر سبک آورده شده است. جهت محور نشان‌دهنده میزان مشارکت طرف(های) خارجی می‌باشد. [۱۷]



شکل ۳-۵ جزییات طیف اکتساب فناوری [۱۷]

در ادامه روش‌های معمول در انتقال فناوری توضیح داده می‌شوند:

۳-۱-۲ روش‌های انتقال فناوری

برای مشخص‌تر شدن موضوع انتقال فناوری مهمترین روش‌های انتقال فناوری در ادامه توضیح داده می‌شوند:

۳-۱-۲-۱ کانال های عمومی

در این روش فرآیند انتقال فناوری به صورت ناخواسته انجام می شود. مواردی نظیر آموزش نظری/عملی، انتشارات، کنفرانس‌ها، بازدیدها و ... در این دسته قرار می‌گیرند.

۳-۱-۲-۲ کانال های مهندسی معکوس

در این روش انتقال فناوری بدون مشارکت منبع انجام می‌شود، محدودیت این روش ناتوانی در انتقال دانش مکتوم و مخفی طراح تکنولوژی است.

۳-۱-۲-۳ کانال های برنامه‌ریزی شده

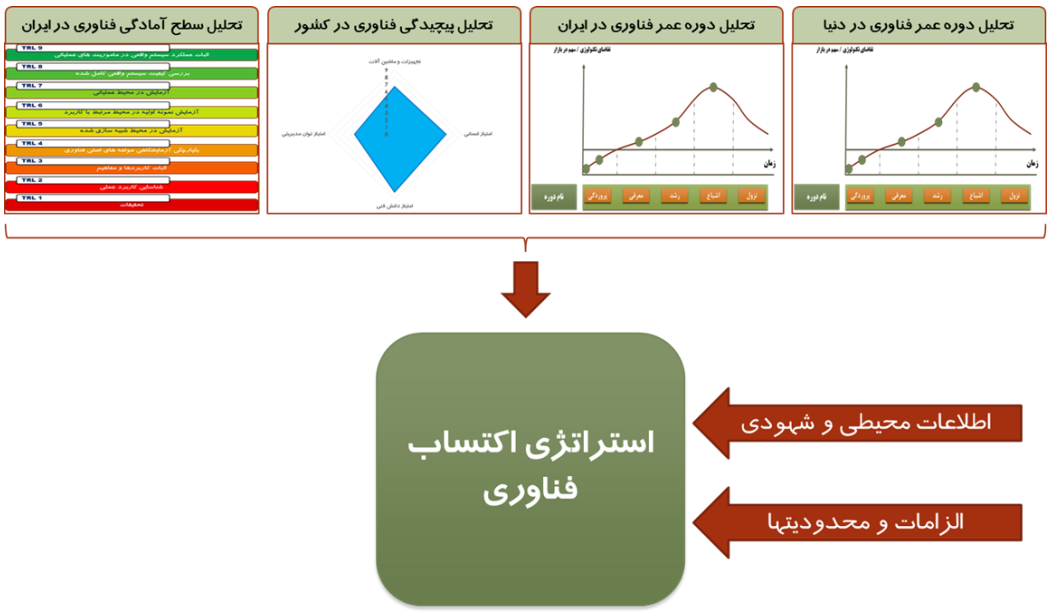
در این روش فرآیند انتقال به صورت خواسته، عمدی و بر طبق یک فرایند برنامه ریزی شده انجام می شود. این روش به چندین طریق قابل انجام است:

- اعطای مجوز: حق استفاده از تکنولوژی خریداری می‌شود.

- اعطای فرانشیز: شکلی از اعطای مجوز است که در آن منبع انتقال فناوری نوعی پشتیبانی مستمر را از دریافت کننده فراهم می آورد.
- شرکت مشترک: دریافت کنندگان تکنولوژی معمولا از شرکت های مشترک بین‌المللی برای دریافت تکنولوژی استفاده می کنند.
- پروژه کلید در دست: یک کشور یک پروژه کامل را از یک منبع بیرونی خریداری می کند.
- سرمایه گذاری مستقیم خارجی: یک شرکت تصمیم می گیرد برخی منابع خود را در خارج از کشور سرمایه گذاری کند. نیروی کار ارزان، منابع طبیعی، تکنولوزی و بازارهای هدف کشور میزبان مهم‌ترین دلایل انتخاب این روش هستند.
- پروژه مشترک تحقیق و توسعه: به علت محدودیت منابع، دو یا چند شرکت در قالب یک مجموعه بزرگ با یکدیگر همکاری می کنند. معمولا این اقدام بین کشورها و مجموعه های بزرگ رخ می دهد.

۳-۱-۳ نظر سنجی از خبرگان در مورد استراتژی اکتساب فناوری

جدول ۳-۱ نشان‌دهنده نظر خبرگان تولید کننده نرم‌افزار اسکادا در مورد استراتژی اکتساب فناوری‌های نرم‌افزار اسکادا و نرم‌افزار شبیه‌ساز است. با توجه به ورودی‌های حاصل از بررسی چرخه عمر فناوری، سطح پیچیدگی فناوری، سطح آمادگی فناوری در خصوص استراتژی اکتساب فناوری بحث و تصمیم‌گیری شد.



شکل ۳-۶ مدل مفهومی فرآیند انتخاب استراتژی اکتساب فناوری

همانگونه که از جدول پیداست سطح آمادگی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز در کشور ۲ است. این فناوری از نظر چرخه عمر در دنیا در دوره رشد قرار دارد در حالی که در کشور ما از این نظر در دوره جنینی و پروردگی قرار دارد. فرآیند تولید و اجزا سیستم برای نرم‌افزار شبیه‌ساز عدد ۹ از ۱۰ را به خود اختصاص داده است که عدد بالایی است. در کنار این پارامتر، نیروی انسانی عدد ۳/۵ از ۱۰ ، دانش فنی عدد ۶/۸ از ۱۰ و سازماندهی و مدیریت عدد ۴/۵ از ۱۰ را به خود اختصاص داده اند. لازم به ذکر است که موارد فوق مربوط به سطح پیچیدگی فناوری بر اساس مدل اطلس می‌باشند که در فصل قبل توضیحات آنها ارائه شد. سطح پیچیدگی نشان‌دهنده میزان توانایی در هر یک از این مولفه‌ها است.

به این ترتیب با توجه به جدول فوق پیشنهاد می‌شود که برای سیستم‌های اسکادا که در داخل کشور طراحی و توسعه یافته‌اند استراتژی تحقیق و توسعه داخلی اتخاذ گردد. برای تجهیز نرم‌افزارهای خریداری شده از خارج از کشور پیشنهاد می‌شود استراتژی خرید نرم‌افزار از شرکت خارجی که اسکادا را تولید نموده است در دستور کار قرار گیرد.

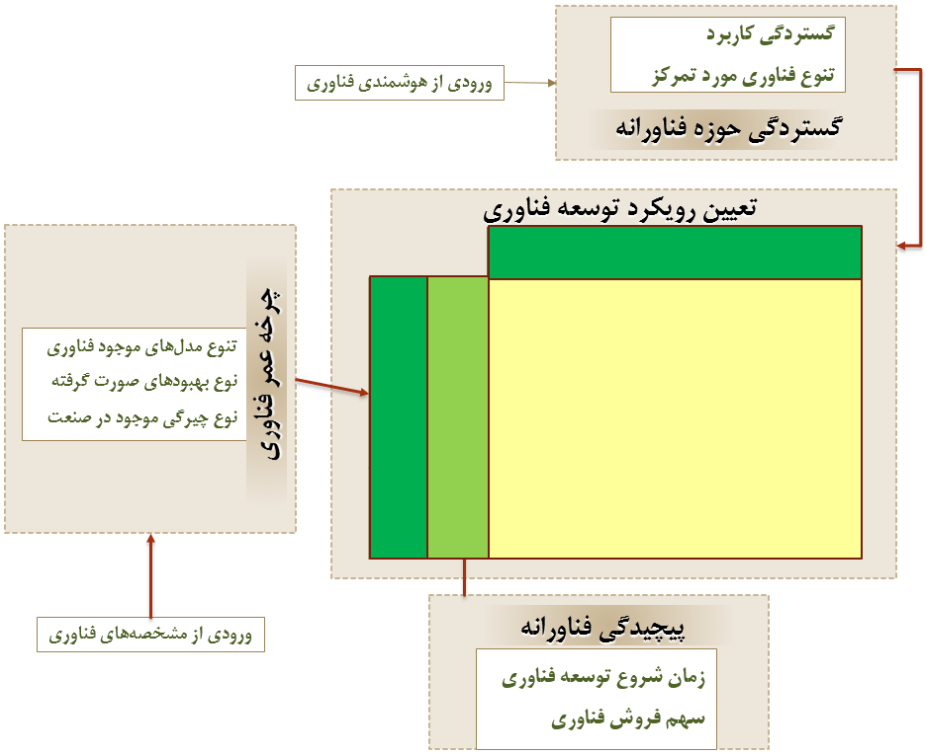
جدول ۳-۱ نتایج نظر سنجی از خبرگان در مورد استراتژی اکتساب فناوری اسکادا و شبیه‌ساز

فناوری ها	سطح آمادگی فناوری در کشور	وضعیت چرخه عمر فناوری دنیا	وضعیت چرخه عمر فناوری ایران	امتیاز پیچیدگی فناوری				استراتژی اکتساب فناوری									
				فرآیند تولید و اجرا سیستم	نیروی انسانی	دانش فنی	سازماندهی و مدیریت	تحقیق و توسعه داخلی	کانال های انتقال فناوری								خرید فناوری
									کانال های عمومی	کانال های مهندسی معکوس	کانال های برنامه ریزی شده						
											اعطای مجوز	اعطای فرانشیز	شرکت مشترک	پروژه کلید دردست	سرمایه گذاری مستقیم خارجی	وکنسرسیوم فنی	
اسکادا	۸.0	رشد	معرفی	5.8	7.3	8.3	6.5	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
شبیه‌ساز	2.0	رشد	جنینی	9	3.5	6.8	4.5	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱

همچنین مطابق اطلاعات مندرج در جدول فوق پیشنهاد می‌شود که برای حالی هنوز مرکز کنترل بـه سیسـتم اسـکادا مجهـز نشده است، استراتژی اکتساب فناوری، تحقیق و توسعه داخل کشور باشد نه خرید از شرکت‌های خارجی.

۳-۱-۴ استراتژی توسعه فناوری در حوزه نرم‌افزار شبیه‌ساز

برای تعیین استراتژی توسعه فناوری در حوزه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز از نموداری مشابه شکل ۳-۷ استفاده می‌شود.



شکل ۳-۷ نمودار تعیین رویکرد توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

در این نمودار تعیین رویکرد توسعه فناوری با استفاده از اطلاعات مربوط به گستردگی حوزه فناورانه، چرخه عمر فناوری و پیچیدگی فناورانه انجام می‌گیرد.

گستردگی حوزه فناورانه که در بالای نمودار قرار دارد، گستردگی کاربرد و تنوع فناوری مورد تمرکز را مشخص می‌کند و داده‌های ورودی از بخش هوشمندی فناوری دریافت می‌شود.

چرخه عمر فناوری که در سمت چپ نمودار قرار دارد، بر اساس تنوع مدل‌های موجود فناوری، نوع بهبودهای صورت گرفته و نوع چیرگی موجود در صنعت تعیین می‌شود.

پیچیدگی فناورانه که در قسمت چپ بعد از چرخه عمر فناوری قرار می‌گیرد بر اساس زمان شروع توسعه فناوری و سهم فروش فناوری تعیین می‌شود.

به منظور مشخص نمودن چگونگی توسعه فناوری شبیه‌ساز بهره‌برداری در کشور کارگاه تخصصی با حضور خبرگان تولیدکننده نرم‌افزار اسکادا در کشور تشکیل شد. در این کارگاه پرسش‌های زیر با حاضران در میان گذاشته شد:

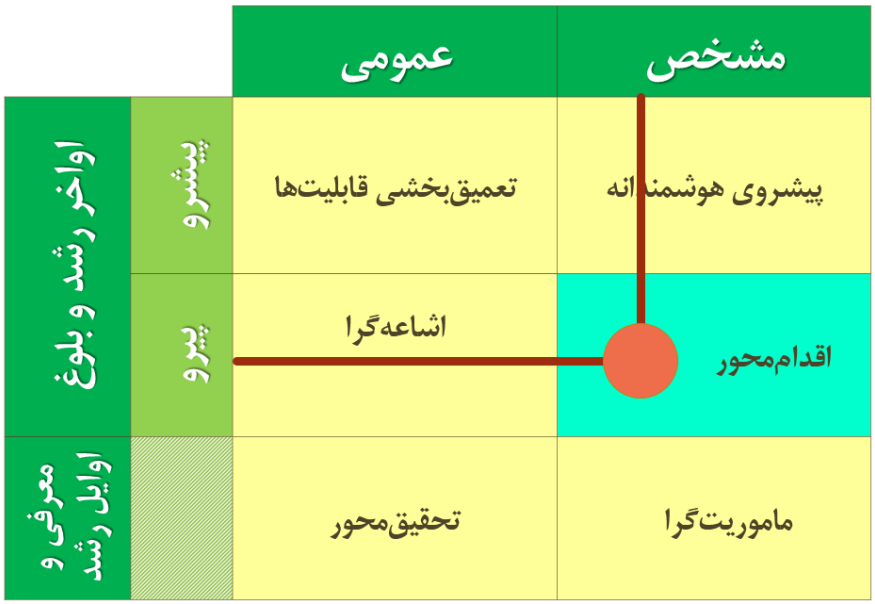
پرسش نخست: در فن‌آوری شبیه‌ساز کجای چرخه عمر هستیم؟

اتفاق نظر حاضران بر این بود که این فناوری در دنیا در مرحله رشد است (خیلی جاها فروخته‌اند ولی راه‌اندازی و بهره‌برداری نمی‌شود. اما در ایران ما اوایل رشد هستیم. پس نتیجه می‌شود که ما در ایران پیرو هستیم.

پرسش دوم: استراتژی اکتساب فن‌آوری چه خواهد بود؟

- برای شرکت‌هایی که از خارج نرم‌افزار اسکادای خود را وارد نموده‌اند پیشنهاد می‌شود که شبیه‌ساز را نیز از خارج خرید نمایند.
- برای شرکت‌هایی که از اسکادای تولید شده در داخل کشور استفاده می‌نمایندتوسعه فن‌آوری درون‌زا پیشنهاد می‌شود.

با این توضیحات شکل ۳-۸ نمودار تعیین توسعه فناوری در حوزه نرم‌افزار شبیه‌ساز را بر اساس نظر خبرگان حاضر در کارگاه مطابق مشخصه‌هایی که در نمودار کلی توضیح داده شده‌اند، نمایش می‌دهد.



شکل ۳-۸ نمودار تعیین توسعه فناوری در حوزه نرم‌افزار شبیه‌ساز

همانطور که در شکل ۳-۸ دیده می‌شود، گستردگی فناوری در مورد نرم‌افزارهای شبیه‌ساز شامل دو بخش مشخص و عمومی می‌باشد. مشخص بودن فناوری شبیه‌ساز به این معنی است که این فناوری صرفا در حوزه یک صنعت خاص کاربرد دارد و در سایر صنایع کاربردی ندارد. در حالی که عمومی بودن به این معنی است که یک فناوری در حوزه‌های مختلف کاربرد دارد. از این نظر فناوری شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق صرفا در حوزه صنعت برق کاربرد دارد و در نتیجه در بخش فناوری‌های مشخص قرار می‌گیرد.

از طرف دیگر از بعد چرخه عمر، می‌توان دوره این فناوری را در دنیا، اواخر دوره رشد و بلوغ یا دوره معرفی و اوایل رشد فرض کرد که در اصل در اواخر دوره رشد و بلوغ انتخاب صحیحی است.

از نقطه نظر پیچیدگی فناورانه، می‌توان دو حالت پیشرو و پیرو را برای این توسعه این فناوری در نظر گرفت. به این معنی که انتظار داریم کشور ما در توسعه این فناوری در دنیا پیشرو یا پیرو باشد. با توجه به نظر خبرگان به نظر می‌رسد که کشور ما باید در این فناوری پیرو باشد. حال اگر به نمودار شکل ۳-۸ نگاه کنیم با توجه به خانه‌های جدول در صورتی که فناوری از نظر گستردگی حوزه فناوری در حالت مشخص و از نظر چرخه عمر در اواخر دوره رشد و بلوغ قرار گیرد و همچنین از نظر پیچیدگی فناورانه در حالت پیرو باشد در نتیجه باید استراتژی اقدام محور را برای توسعه آن انتخاب نمود.

در استراتژی اقدام محور هدف دستیابی به فناوری در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بهره‌گیری از تجارب کشورهای پیشرو می باشد. لذا با توجه به اینکه دو دسته کلی از تولید کنندگان اسکادا در ایران وجود دارند، یکی تولید کنندگان بین المللی و دیگری تولید کنندگان داخلی لذا استراتژی اکتساب فن آوری عبارت است از:

توسعه درونزای فناوری توسط شرکت‌های داخلی تولیدکننده اسکادا از یک سو و خرید فناوری شبیه‌ساز برای نرم‌افزارهای اسکادای بین‌المللی خریداری شده در کشور از شرکت‌های خارجی ارائه دهنده.

اگر هریک از پارامترهای مربوط به شکل ۳-۸ تغییر نماید بسته به آنها استراتژی تعیین شده برای آن نیز متفاوت خواهد بود.

۳-۱-۵ مقایسه میان رویکردها

مشخصه‌هایی که برای هریک از رویکردها مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از:

- هدف
- زمان‌بندی ورود
- ضرورت اولویت
- نقش دولت
- ساختار نهادی محوری
- نوع و الگوی نوآوری

- سطح شبکه سازی
- نیروهای پیشران
- سبک اکتساب

مقایسه مشخصه «هدف» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۲ آمده است.

جدول ۳-۲ مقایسه هدف در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	هدف
تحقیق محور	توسعه زیرساخت‌های دانشی و کسب قابلیت‌های علمی در نظام نوآوری
ماموریت گرا	ایجاد یک صنعت بر پایه‌ی فناوری‌های کلیدی نوظهور و امید به زایش‌های فناورانه در حوزه‌های دیگر
اشاعه گرا	اکتساب، انتشار، و پراکندن قابلیت فناورانه در محیط صنعت و کم کردن شکاف توانمندی‌های موجود و مرزهای فناورانه
اقدام محور	دستیابی به فناوری در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بهره‌گیری از تجارب کشورهای پیشرو
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	پایدارسازی و عمق‌بخشی به قابلیت‌های علمی–صنعتی موجود در ساختار نظام نوآوری
پیشروی هوشمندانه	حفظ پیشروی در تولید و توسعه فناوری کنونی با داشتن نگاهی آینده و گزینه‌های جایگزین فناوری

مقایسه مشخصه «زمانبندی ورود» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۳ آمده است.

جدول ۳-۳ مقایسه زمانبندی ورود در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	زمانبندی ورود
تحقیق محور	پیشگامی
ماموریت گرا	پیشگامی
اشاعه گرا	پیروی هوشمندانه
اقدام محور	پیروی هوشمندانه– پیروی منفعلانه

رویکرد	زمانبندی ورود
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	پیشگامی
پیشروی هوشمندانه	پیشگامی

مقایسه مشخصه «ضرورت اولویت بندی» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۴ آمده است.

جدول ۳-۴ مقایسه ضرورت اولویت بندی در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	ضرورت اولویت بندی
تحقیق محور	عدم ضرورت
ماموریت گرا	اهمیت بالا
اشاعه گرا	عدم ضرورت
اقدام محور	اهمیت بالا
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	عدم ضرورت
پیشروی هوشمندانه	اهمیت بالا

مقایسه مشخصه «نقش دولت» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۵ آمده است.

جدول ۳-۵ مقایسه نقش دولت در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	نقش دولت
تحقیق محور	حمایت بالا و مستقیم از فعالیت-های تحقیقاتی
ماموریت گرا	حمایت بالا و مستقیم از فناوری-های منتخب
اشاعه گرا	حمایت غیرمستقیم از اشاعه فناوری
اقدام محور	حمایت غیرمستقیم از اکتساب فناوری
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	یکپارچه-سازی و جهت‌دهی به فعالیت‌ها
پیشروی هوشمندانه	یکپارچه-سازی و جهت‌دهی به فعالیت‌ها

مقایسه مشخصه «ساختار نهادی محوری» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۶ آمده است.

جدول ۳-۶ مقایسه ساختار نهادی محوری در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	ساختار نهادی محوری
تحقیق محور	دانشگاه‌ها و نهادهای تحقیقات ملی
ماموریت گرا	نهادهای تحقیقاتی ملی ماموریت‌گرا
اشاعه گرا	هاب‌های انتشار فناوری دولتی و شرکت‌های بزرگ
اقدام محور	شرکت‌های بزرگ
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	شرکت‌های بزرگ، شرکت‌های کوچک و متوسط
پیشروی هوشمندانه	شرکت‌های بزرگ، شرکت‌های کوچک و متوسط

مقایسه مشخصه «نوع و الگوی نوآوری» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۷ آمده است.

جدول ۳-۷ مقایسه نوع و الگوی نوآوری در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	نوع و الگوی نوآوری
تحقیق محور	–
ماموریت گرا	نوآوری محصول–بنیادین
اشاعه گرا	نوآوری فرایند–تدریجی
اقدام محور	نوآوری فرایند–تدریجی
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	نوآوری فرایند–تدریجی
پیشروی هوشمندانه	نوآوری فرایند–تدریجی

مقایسه مشخصه «سطح شبکه‌سازی» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۸ آمده است.

جدول ۳-۸ مقایسه سطح شبکه‌سازی در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	سطح شبکه‌سازی
تحقیق محور	تعاملات میان نهادهای تحقیقاتی داخلی
ماموریت گرا	همکاری میان نهادهای تحقیقاتی داخلی
اشاعه گرا	همکاری فناورانه با متحدان خارجی و تعاملات میان کنش‌گران داخلی صنعت
اقدام محور	همکاری فناورانه با متحدان خارجی، همکاری میان نهادهای تحقیقاتی با صنعت
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	همکاری میان اجزای صنعت باهم، همکاری میان نهادهای تحقیقاتی با صنعت
پیشروی هوشمندانه	همکاری میان نهادهای تحقیقاتی با صنعت

مقایسه مشخصه «نیروهای پیشران» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۹ آمده است.

جدول ۳-۹ مقایسه نیروهای پیشران در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	نیروهای پیشران
تحقیق محور	فشار علم، حمایت مالی دولتی و امید به استفاده از فناوری در آینده
ماموریت گرا	حمایت مالی دولتی، فشار فناوری، و امید به زایش-های فناوری
اشاعه گرا	کشش بازار، تسهیل-سازی دولتی، امید به پیشرو شدن در فناوری-های پیشرفته آینده
اقدام محور	کشش بازار و تسهیل‌سازی دولتی
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	کشش بازار
پیشروی هوشمندانه	کشش بازار

مقایسه مشخصه «سبک اکتساب» در رویکردهای مختلف در جدول ۳-۱۰ آمده است.

جدول ۳-۱۰ مقایسه سبک اکتساب در رویکردهای مختلف توسعه فناوری

رویکرد	سبک اکتساب
تحقیق محور	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه

رویکرد	سبک اکتساب
ماموریت گرا	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه
اشاعه گرا	همکاری فناورانه/خرید فناوری
اقدام محور	همکاری فناورانه/خرید فناوری
تعمیق بخشی قابلیت‌ها	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه
پیشروی هوشمندانه	تحقیق و توسعه داخلی/همکاری فناورانه

۳-۱-۶ مشخصات استراتژی اقدام محور در زمینه توسعه فناوری

مشخصات استراتژی اقدام محور در زمینه توسعه فناوری در جدول ۳-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱۱ مشخصات استراتژی اقدام محور

هدف	دستیابی به فناوری در کوتاهترین زمان ممکن و با بهره گیری از تجارب کشورهای پیشرو
زمانبندی ورود	پیروی هوشمندانه – پیروی منفعلانه
ضرورت اولویت	اهمیت بالا
نقش دولت	حمایت مستقیم از اکتساب فناوری
ساختار نهادی محوری	شرکت‌های بزرگ
نوع و الگوی نوآوری	نوآوری فرآیند- تدریجی
سطح شبکه سازی	همکاری فناورانه با متحدان خارجی، همکاری میان نهادهای تحقیقاتی با صنعت
نیروهای پیشران	کشش بازار و تسهیل سازی دولتی
سبک اکتساب	همکاری فناورانه / خرید فناوری

فصل چهارم

تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌های نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

تدوین اهداف خرد (کمی و کیفی)

هدف‌های خرد، آرمان‌های بلند مدت را محقق می‌سازند. این اهداف مبنای مشخصی برای نظارت و کنترل تحقق برنامه‌های مدون شده در سند توسعه می‌باشند. این اهداف دارای ویژگی‌های ذیل می‌باشند:

- خاص و قابل صراحت
- قابل اندازه‌گیری
- قابل دستیابی
- نتیجه‌گرا
- کوتاه‌مدت

اهداف خرد مرتبط با توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در کشور در ادامه توضیح داده می‌شوند.

۴-۱-۱ ایجاد زیرساخت نظام نوآوری

به منظور تحقق اهداف زیرساخت نظام نوآوری در نرم‌افزارهای شبیه‌ساز لازم است موارد زیر محقق گردد:

- ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی
- تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه
- تشکیل تیم علمی و فنی
- طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری
- تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز
- بهسازی نظام آموزشی دیسپاچرها
- ایجاد آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار شبیه‌ساز
- شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی

۴-۱-۲ پیاده‌سازی اولیه فناوری

پیاده‌سازی اولیه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور با اجرای پروژه پایلوت در دو شرکت آغاز می‌گردد و هدف طراحی و ایجاد مدل‌های توسعه نرم‌افزار، آموزش و خرید آن به شرح زیر می‌باشد:

- اجرای پایلوت در دو شرکت
- تدوین طرح ملی آموزش به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز
- توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری
- طراحی مدل خرید نرم‌افزار به عنوان سرویس اجاره
- طراحی بسته حمایتی بخش خصوصی

۴-۱-۳ شروع به‌کارگیری نرم‌افزار

اهداف کمی و کیفی شروع به کارگیری نرم‌افزار شبیه‌ساز در صنعت برق به شرح زیر است:

- اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی
- تجهیز ۹ شرکت به نرما فزار شبیه‌ساز
- برگزاری سمینارهای سالانه معرفی فناوری‌های نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق

۴-۱-۴ توسعه کاربرد فناوری

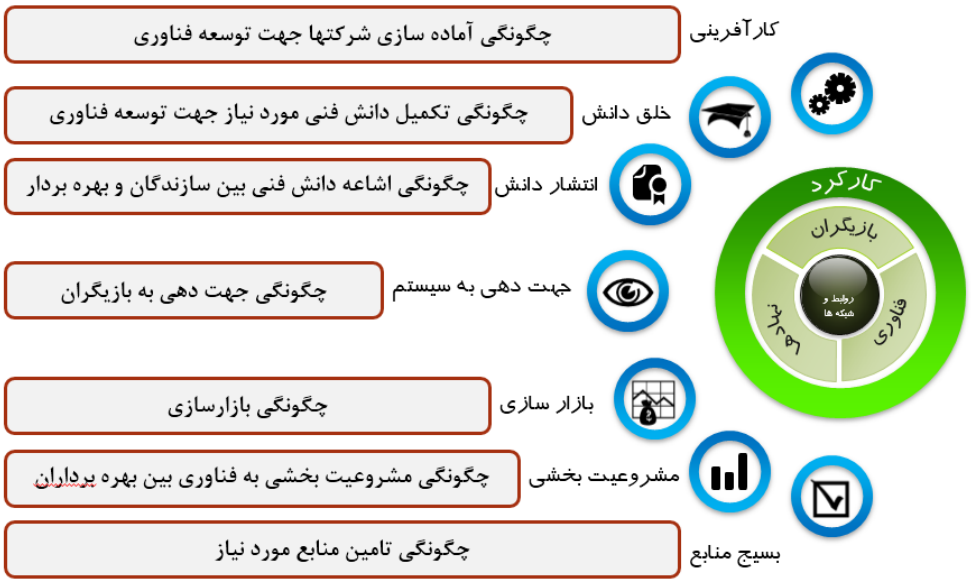
توسعه کاربرد فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز با تجهیز سالانه به ترتیب ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۹ شرکت به این نرم‌افزار محقق می‌گردد.

۴-۱-۵ تجهیز کل شبکه به نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

تجهیز کل شبکه به نرم‌افزارهای شبیه‌ساز از جمله اهداف محقق شده در پایان سال ۱۴۰۴ می‌باشد.

۴-۲ تدوین اقدامات و سیاست‌های اجرایی

سیاست ها و اقدامات توسعه فناوری عبارت است از بسته سیاستی که جهت توسعه نظام نوآوری فناورانه در راستای توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در کشور لازم الاجرا می باشد. در شکل ۴-۱ اجزا سیاست گذاری توسعه فناوری به صورت خلاصه نشان داده شده است.



شکل ۴-۱ اجزا سیاست گذاری توسعه فناوری

لذا سرفصل کلی اقدامات ضروری عبارت است از:

۴-۲-۱ کارآفرینی

کار آفرینی به معنی چگونگی آماده سازی شرکتها جهت توسعه فناوری است. این فعالیت عبارتست از تبدیل دانش فنی موجود به کسب و کارهای جدید. این کار از طریق انجام پروژه‌های اجرایی انجام می‌شود. فعالیت‌های کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که به طور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. 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.

زیرکارکردهای کارآفرینی عبارتند از:

- ایجاد فرصت‌های کاری جدید

در ایجاد فرصت‌های کاری جدید، کسب سود به طور مستقیم مورد هدف قرار می‌گیرد.

- شناساندن فرصت‌های کاری جدید

در شناساندن فرصت‌های کاری جدید، ایجاد مشروعیت برای آن محصول یا خدمت (و در سطحی بالاتر برای فناوری) هدف اصلی فعالیت است. در این حالت، با ایجاد مشروعیت برای محصول یا خدمت ارائه شده، زمینه‌ای برای کسب سود فراهم می‌شود.

۴-۲-۲ خلق دانش

منظور از خلق دانش چگونگی تکمیل دانش فنی مورد نیاز جهت توسعه فناوری می‌باشد. کارکرد خلق دانش، دربرگیرنده‌ی تمامی فعالیت‌هایی است که می‌توان در فرایند یادگیری قرار داد. تحقق این کارکرد پیش‌نیاز توسعه نظام نوآوری فناورانه تلقی می‌گردد. این کارکرد در رابطه با موضوعات مختلف مانند دانش فنی فناوری نوظهور، بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کنندگان صادق است. در کارکرد خلق دانش یادگیری کتابخانه‌ای، یادگیری در حین انجام کار و یادگیری در حین استفاده از نقش پررنگ‌تری برخوردار هستند. یادگیری کتابخانه‌ای بیشتر بر یادگیری علوم محض و یادگیری در حین انجام کار و یادگیری در حین استفاده بیشتر بر یادگیری در محیط عملی تأکید دارند. کارکرد خلق دانش، عموما می‌تواند از طریق دانشگاه‌ها یا سایر مؤسسات تحقیقاتی برآورده شود، اگرچه در مواردی نظیر یادگیری در حین انجام کار، کارآفرینان نیز می‌توانند مؤثر واقع شوند.

۴-۲-۳ انشار دانش

منظور از انتشار دانش چگونگی اشاعه دانش فنی بین سازندگان و بهره برداران است.

دو نوع از شبکه‌ها برای انتشار دانش می‌توان متصور بود:

- شبکه‌های نرم

شبکه‌های نرم دارای مشخصات زیر است:

- لزوما دانش موجود در منبع دانشی (بازیگر برخوردار از دانش) به بازیگر خواهان دانش به صورت کامل منتقل نمی‌شود.
- نمونه‌هایی از این نوع از شبکه‌ها عبارتند از کنفرانس‌ها، همایش‌ها، کارگاه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی مشترک بین بازیگران موجود در نظام.
- این نوع از انتشار دانش، تسهیم دانش نامیده می‌شود.

- شبکه‌های سخت

شبکه‌های سخت دارای مشخصات زیر است:

- دانش موجود در منبع دانشی توسط بازیگر خواهان آن دریافت می‌شود.
- نمونه‌هایی از این نوع شبکه‌ها عبارتند از: اتحادیه‌های راهبردی، هاب‌های فناوری و سرمایه‌گذاری‌های مشترک.
- این نوع از انتشار دانش، به اشتراک‌گذاری دانش نامیده می‌شود.

۴-۲-۴ جهت دهی به سیستم

جهت دهی به سیستم به معنی چگونگی جهت دهی به بازیگران می‌باشد. کارکرد جهت‌دهی به سیستم متشکل از فعالیت‌هایی است که به گزینش و محدود کردن گزینه‌های موجود در رابطه با فناوری، کاربرد آنها و بازارشان و همگرا ساختن تلاش‌های انجام گرفته در توسعه‌ی فناوری می‌پردازد. بدون انجام این مرحله، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه‌ی وسیعی از گزینه‌های کاربردی و فناورانه پراکنده شده و به هدر می‌رود. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند. فعالیت‌های انجام شده‌ی مربوط به کارکرد جهت‌دهی به سیستم عبارتند از:

۱- تنظیمی (Regulative): قوانین، مقررات، استانداردها، توافق‌نامه‌ها

۲- شناختی (Cognitive): برخی از رخدادها می‌توانند انتظارات را نسبت به برخی گزینه‌های پیش رو افزایش دهند.

۳- هنجاری (Normative): وجود تفکر و برنامه‌ریزی بلندمدت مدیران

۴-۲-۵ بازار سازی

بازارسازی به معنی چگونگی شکل‌دهی بازار برای فناوری در حال توسعه می‌باشد. مجموعه‌ی فعالیت‌ها با هدف رقابت‌پذیر ساختن فناوری نوظهور نسبت به فناوری‌های موجود در عرصه‌ی بازار در طول تحقق این کارکرد قرار می‌گیرند. شکل‌گیری بازار هر فناوری نوظهور با پیدایش سه قابلیت: قابلیت‌های فنی، قابلیت‌های اقتصادی و قابلیت‌های بازار در آن فناوری همراه خواهند بود. با دستیابی به هر قابلیت، توانایی‌هایی از ابعاد گوناگون در فناوری ایجاد می‌گردد و زمینه را برای نفوذ فناوری در بازار آماده می‌کند. قابلیت‌های فنی اشاره به قابلیت‌هایی داشته که یک فناوری با دارا بودن آنها می‌تواند از لحاظ فناورانه ممکن تلقی شود. قابلیت اقتصادی به قابلیت‌هایی اشاره دارد که فناوری با دارا بودن آنها از نظر اقتصادی به صرفه تلقی می‌شود. قابلیت بازار در یک فناوری به این معنی خواهد بود که علاوه بر دارا بودن قابلیت‌های فنی و اقتصادی، فناوری توانایی رقابت با سایر گزینه‌های موجود در بازار را داشته، با تمایلات مصرف‌کنندگان سازگار باشد.

۴-۲-۶ مشروعیت بخشی

مشروعیت بخشی به معنی چگونگی ایجاد مقبولیت به فناوری بین بهره برداران است. آن دسته از فعالیت‌هایی که به دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای فناوری جدید هستند و می‌توانند منجر به تغییر نهادهای موجود در جامعه و همراستا شدن آنها با نیازهای بازیگران موجود در نظام مورد نظر گردند. ظهور یک فناوری جدید، اغلب با مخالفت بازیگرانی که دارای منافع در فناوری‌های کنونی هستند، همراه می‌شود.

این کارکرد در توسعه فناوری‌ها مانند یک کاتالیزور عمل می‌کند و به فرایند توسعه نظام نوآوری سرعت می‌بخشد. کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، شامل لابی‌های سیاسی و رایزنی‌هایی است که بین گروه ذینفعان فناوری صورت می‌پذیرد.

۴-۲-۷ بسیج منابع

منظور از بسیج منابع چگونگی تامین منابع مورد نیاز می‌باشد. مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه‌ی نظام نوآوری در راستای تحقق کارکرد بسیج منابع قرار می‌گیرند.

در جدول ۴-۱ سیاست‌ها و اقدامات ضروری مرتبط با توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور نشان داده شده است.

جدول ۴-۱ سیاست ها و اقدامات توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در کشور

سرفصل کلی	عنوان سیاست
کار آفرینی	تمرکز بر توسعه فناوری در شرکت‌های توانمند داخلی دارای تجربه موفق در تولید اسکادا
	ایجاد حلقه همکاری با دانشگاه جهت تکمیل دانش فنی
خلق دانش	تحقیق و توسعه بر روی الزامات و نیازمندی‌ها و معماری نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری
	قابلیت یکپارچه شدن با انواع سیستم‌های اسکادا
	قابلیت تعامل با نرم‌افزارهای مهندسی نظیر DIgSILENT
	ایجاد یک کنسرسیوم ملی با حضور خبرگان دانشگاهی جهت تکمیل دانش فنی با محوریت پژوهشگاه نیرو و سرمایه‌گذاری مشترک دولت و بخش خصوصی داوطلب
انتشار دانش	برگزاری سمینار سالانه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق جهت توسعه دانش فنی و کاربردی و تسهیم تجربیات
	اشاعه دانش بین شرکت‌های خصوصی از طریق عضویت و سرمایه‌گذاری در کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه اسکادا و شبیه‌ساز
جهت دهی به سیستم	قراردادن برنامه توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری در برنامه‌ها و تعهدات وزارت نیرو در برنامه پنجساله ششم و بودجه‌های سالیانه
	الزام شرکت‌های انتقال، فوق توزیع و توزیع جهت به‌کارگیری اسکادا و شبیه‌ساز توسط توانیر
بازار سازی	توسعه یک استاندارد ملی ارزیابی مشخصه‌های فنی و معماری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و اسکادای مورد نیاز کشور جهت مرجعه قرار دادن در خرید نرم‌افزار در کشور
	توسعه بسته حمایت از بخش خصوصی واجد شرایط بر اساس استاندارد ملی ارزیابی

سرفصل کلی	عنوان سیاست
	نرم‌افزار، جهت در اولویت قرار گرفتن در مناقصات و کسب امتیاز فنی منصفانه
	تعریف دو طرح پایلوت اجرای نرم‌افزار شبیه‌ساز با شرط ورود شرکت‌های داخلی جهت تحریک بازار داخل در مناطقی که از لحاظ فنی، انسانی و مدیریتی آمادگی بالاتری دارند با ارائه تسهیلات به بهره‌بردار
مشروعیت بخشی	بهینه‌سازی و طراحی مجدد نظام آموزشی دیسپاچرها و الزام به یادگیری اصول و اثرات و نتایج نرم‌افزار شبیه‌ساز برای یک دیسپاچر
	اجرای طرح اجباری آموزش اصول و مبانی و کارگاه عملی کاربری نرم‌افزار شبیه‌ساز برای کلیه دیسپاچرهای کشور با ارایه مدرک از پژوهشگاه نیرو یا دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور
بسیج منابع	ارائه پکیج کامل نرم‌افزار، آموزش، پشتیبانی به‌روزرسانی، راهبری به صورت کامل بر اساس مدل Software As A Service (SAAS) (مدل اجاره ماهانه نرم‌افزار و خدمات در قالب راه‌حل) جهت کاهش هزینه اولیه سرمایه‌گذاری و خرید نرم‌افزار برای بهره‌بردار و افزایش ضریب موفقیت آن

فصل پنجم

تدوین ره‌نگاشت (نقشه راه) و برنامه عملیاتی نرم‌افزارهای شبیه ساز صنعت برق

تدوین پروژه‌های اجرایی

در این بخش مشخص خواهد شد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی و با چه اولویت‌بندی باید در سالیان مختلف اجرا گردند تا در صورت اجرای آنها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات عملیاتی مورد بحث در حوزه فناوری مورد نظر صورت گرفته، اهداف خرد و کلان تحقق یافته و راهبردها به بار نشسته است. [۲]

به منظور تحقق سیاست‌های مرتبط با توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور لازم است پروژه‌های اجرایی تعریف گردند. که در ادامه شرح داده می‌شوند.

- تحقق سیاست کارآفرینی از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری در شرکت‌های برق
  - ایجاد آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق
  - شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی
- تحقق سیاست خلق دانش از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز
  - تشکیل تیم علمی و فنی برای توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور
  - تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه
- تحقق سیاست انتشار دانش از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - اجرای دوره‌های آموزشی کاربردی برای بهره‌برداران شبکه برق
  - اجرای سمینارهای سالانه معرفی فناوری شبیه‌ساز برای بهره برداران
- تحقق سیاست جهت دهی به سیستم از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق
  - توسعه استاندارد ملی ارزیابی مشخصه‌های فنی و معماری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری کشور
- تحقق سیاست بازارسازی از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - توسعه بسته حمایت از بخش خصوصی و شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

- تعریف و اجرای دو طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در دو نقطه مستعد در بخش بهره‌برداری کشور
- تجهیز کل شبکه بهره‌برداری برق کشور به نرم‌افزار شبیه‌ساز

- تحقق سیاست مشروعیت بخشی از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - اجرای طرح ملی آموزش به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز برای دیسپاچرهای شبکه بهره‌برداری
  - بهسازی نظام آموزشی دیسپاچرها در سطح ملی
- تحقق سیاست بسیج منابع از طریق اجرای پروژه‌های ذیل میسر است:
  - طراحی و اجرای مدل خرید نرم‌افزار به عنوان سرویس اجاره‌ای (SAAS[1])
  - ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی اجرای نرما فزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور

در ادامه هر یک از پروژه‌های فوق‌الذکر به تفصیل توضیح داده می‌شوند.

۵-۱-۱ پروژه ارزیابی توجه فنی و اقتصادی

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه بررسی ملاحظات فنی و اقتصادی به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در شرکت‌های بهره‌برداری شبکه برق کشور می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناخت و بررسی ابعاد نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

۲- تایید مراحل واقدامات

۳- بررسی هزینه‌ها و برآورد بازار

۴- تهیه طرح مالی

[1] Software as a Service

۵- بررسی منافع سرمایه‌گذاری

۶- تهیه گزارش ارزیابی فنی و اقتصادی

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان، تایید گزارش فنی، تایید سرمایه‌گذار بخشی خصوصی و تایید ناظر طرح می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه گزارش توجیه فنی و اقتصادی اجرای سیستم‌های شبیه‌ساز در شرکت‌های بهره‌برداری صنعت برق می‌باشد.

۵-۱-۲ تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه فناوری‌های شبیه‌ساز صنعت برق با محوریت پژوهشگاه نیرو و سرمایه‌گذاری مشترک با شرکت‌های بخش خصوصی داوطلب می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی شرکت‌های ذینفع

۲- تشکیل کنسرسیوم

۳- تهیه اساسنامه کنسرسیوم

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان، تایید اساسنامه و تایید ناظر طرح می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه اساسنامه و صورت‌جلسات کنسرسیوم ملی تحیق و توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه می‌باشد.

۵-۱-۳ تشکیل تیم علمی و فنی

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تشکیل تیم فنی شامل توسعه‌هندگان، متخصصان، استانید مجرب دانشگاهی و نمایندگان بهره‌بـردار بـه منظور تکمیل دانش فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری شبیه‌ساز بهره‌برداری می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی و معرفی اعضای تیم

۲- تهیه دستور جلسات

۳- تهیه مصوبات تیم

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و تایید ناظر طرح می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه صورتجلسات و مصوبات تیم علمی و فنی می‌باشد..

۵-۱-۴ طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تهیه معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری و تهیه RFP ملی توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز بهـره‌بـرداری شبکه برق بر اساس نیازهای اساسی کشور می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- تهیه مشخصات فنی طرح ملی

۲- تحلیل نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق

۳- طراحی نرم‌افزار شبیه‌ساز

۴- تهیه RFP طرح ملی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و تایید ناظر طرح می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه معماری سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق و اسناد RFP می‌باشد.

۵-۱-۵ تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تدوین استاندارد ارزیابی مشخصات فنی مورد نیاز کشور در حوزه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی استانداردهای ارزیابی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در جهان

۲- تعیین معیارهای ارزیابی

۳- بومی سازی استانداردهای ارزیابی با توجه به نیازهای کشور

۴- ارزیابی چند نمونه پروژه پایلوت

۵- تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و تایید ناظر طرح وتایید گزارش تدوین استاندارد می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه استاندارد ارزیابی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور می‌باشد.

۵-۱-۶ تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی شرکت‌های داخلی تولید کننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز جهت حضور در مناقصات داخلی می‌باشد. در این بسته حمایتی کلیه ملاحظات حمایتی از شرکت‌های داخلی و جلوگیری از حذف آنها در مناقصات بعمل خواهد آمد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- انجام مطالعات میدانی، فنی، اقتصادی و قراردادی

۲- تعیین معیارهای حمایتی

۳- تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و تایید ناظر طرح وتایید گزارش جامع بسته حمایتی بخش خصوصی می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه گزارش بسته حمایتی بخش خصوصی تولیدکننده داخلی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق می‌باشد.

۵-۱-۷ ایجاد آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار شبیه‌ساز

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، ایجاد آزمایشگاه مرجع تست و ارزیابی نرم‌افزار در پژوهشگاه نیرو برای ارزیابی تولیدکنندگان داخلی و شرکت‌های خارجی می‌باشد. از طریق این آزمایشگاه امکان صدور گواهینامه سنجش کیفیت نرم‌افزار شبیه‌ساز میسر است

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- انجام مطالعات میدانی

۲- تعیین نیازهای آزمایشگاهی

۳- تعیین مشخصات فنی و اقتصادی آزمایشگاه تست نرم‌افزار

۴- خرید تجهیزات

۵- راه‌اندازی آزمایشگاه

۶- تهیه دستورالعمل استاندارد تست نرم‌افزار در آزمایشگاه مرجع

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر طرح وتایید گزارش‌های فنی ودستورالعمل آزمایشگاه می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه گزارش فنی و دستورالعمل انجام آزمایشات و تاسیس آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار می‌باشد.

۵-۱-۸ شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی توانمند برای ورود به حوزه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و حمایت از آنها می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی شرکت‌های توانمند در زمینه تولید نرم‌افزاهای شبیه‌ساز

۲- تعیین معیارهای ارزیابی

۳- ارزیابی و اولویت‌بندی شرکت‌های توانمند

۴- تهیه گزارش ارزیابی فنی و توان مالی شرکت‌های داخلی تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و ناظر پروژه می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه گزارش شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی می‌باشد.

۵-۱-۹ اجرای دو طرح پایلوت

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، اجرای طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز در دو نقطه مستعد بهره‌برداری شبکه برق کشور می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- تعیین مشخصات فنی و بازرگانی اسناد مناقصه

۲- برگزاری مناقصه

۳- اجرای طرح

۴- ارزیابی پایلوت‌های اجرا شده و تهیه گزارش

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و ناظر پروژه می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه پایلوت‌های اجرا شده و گزارش ارزیابی فنی واقتصادی آنها می‌باشد.

۵-۱-۱۰ سمینار سالانه معرفی فناوری

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، برگزاری سمینار سالانه معرفی فناوری‌های شبیه‌ساز برای بهره‌برداران می‌باشد. از طریق این سمینارها امکان انتشار دانش در بین کاربران و بهره‌برداران سیستم میسر می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی و دعوت از شرکت‌های ذینفع

۲- تعیین موضوعات سمینار و سیلابس آن

۳- برگزاری سمینار

۴- تهیه گزارش نظرسنجی

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و ناظر پروژه می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه سمینار سالانه معرفی فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و گزارش ارزیابی سمینار می‌باشد.

۵-۱-۱۱ به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، اجرای طرح پژوهشی به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها در سطح ملی می‌باشد. بدین ترتیب امکان درج سیلابس‌های مربوط به سیستم‌های شبیه‌ساز در این نظام آموزشی و ضرورت وجود این نرم‌افزارها در مراکز دیسپاچینگ مشخص می‌شود.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- بررسی و مطالعه نظام موجود آموزشی دیسپاچرها

۲- انجام مطالعات تطبیقی

۳- اصلاح نظام آموزشی دیسپاچرها

۴- تهیه آیین‌نامه آموزشی

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید خبرگان و ناظر پروژه برای صحه‌گذاری روی آیین نامه آموزشی می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه آیین نامه جدید آموزشی دیسپاچرها می‌باشد.

۵-۱-۱۲ طرح ملی آموزش به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، اجرای طرح ملی اجباری آموزش به‌کارگیری نرم‌افزاهای شبیه‌ساز برای دیسپاچرهای شبکه بهره‌برداری می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- انجام مطالعات تطبیقی

۲- بومی‌سازی اولویت‌بندی اجرای طرح در مناطق مختلف کشور

۳- اجرای طرح مطابق مناطق اولویت‌بندی شده

۴- تهیه گزارش ارزیابی اجرای طرح

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه اجرای طرح ملی اجباری آموزش به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز برای دیسپاچرهای شبکه بهره‌برداری و گزارش ارزیابی اجرای طرح می‌باشد.

۵-۱-۱۳ طراحی مدل SAAS جهت خرید نرم‌افزار

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، طراحی روشی جهت خرید نرم‌افزار به عنوان سرویس اجاره‌ای (SAAS) به منظور کاهش هزینه اولیه خرید سیستم برای بهره‌بردار و بهبود کیفیت ارائه خدمات می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- تهیه مدل فنی و ا قتصادی

۲- تعیین مراحل و اقدامات اجرای طرح

۳- بررسی هزینه‌ها

۴- برآورد بازار

۵- تهیه لیست شرکت‌های توانمند در این زمینه

۶- تهیه طرح مالی

۷- بررسی منافع سرمایه‌گذاری

۸- نهایی سازی طرح و تهیه گزارش مدل فنی و اقتصادی

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه، تایید خبرگان و سرمایه‌گذاران می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه گزارش مدل فنی واقتصادی SAAS جهت خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز در کشور می‌باشد.

۵-۱-۱۴ پروژه توسعه نرم‌افزار تحلیلگر شبکه بهره‌برداری[1]

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، توسعه فناوری شبیه‌ساز توسط شرکت‌های داخلی دارنده فناوری اسکادا بر اساس نیازهای ملی و طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- تعیین مراحل و اقدامات پروژه

۲- اولویت‌بندی اجرای طرح در مناطق مختلف کشور

۳- اجرای طرح توسعه

[1] Energy Management System (EMS)

۴- تست نرم‌افزار

۵- اخذ تاییدیه‌ها

۶- تهیه راهنمای کاربر

۷- تهیه گزارش پیاده‌سازی

۸- مستندسازی پروژه

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه، تایید خبرگان و صحه‌گذاری روی مستندات و نتایج تست‌های نرم‌افزار می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری و گزارش‌های راهنمای کاربر و سایر مستندات پیاده‌سازی نرما فزار می‌باشد.

۵-۱-۱۵ اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری(EMS)

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، اخذ تاییدیه‌های معتبر از مراجع بین‌المللی برای نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS) می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی شرکت‌های معتبر بین‌المللی برای اخذ تاییدیه

۲- فراهم کردن الزامات و شرایط اخذ تاییدیه

۳- ارسال نرم‌افزار جهت اخذ تاییدیه

۴- انجام اصلاحات

۵- اخذ تاییدیه

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحه‌گذاری شرکت‌های مرجع

خروجی پروژه:

خروجی پروژه تاییدیه معتبر از مرجع بین‌المللی می‌باشد.

۵-۱-۱۶ پروژه توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر[1] بهره‌برداری شبکه

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، توسعه فناوری شبیه‌ساز توسط شرکت‌های داخلی دارنده فناوری اسکادا بر اساس نیازهای ملی و طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- تعیین مراحل و اقدامات پروژه

۲- اولویت‌بندی اجرای طرح در مناطق مختلف کشور

۳- اجرای طرح توسعه

۴- تست نرم‌افزار

۵- اخذ تاییدیه‌ها

۵- تهیه راهنمای کاربر

۶- تهیه گزارش پیاده‌سازی

۷- مستندسازی پروژه

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه، تایید خبرگان و صحه‌گذاری روی مستندات و نتایج تست‌های نرم‌افزار می‌باشد.

[1] Dispatcher Training Simulator

خروجی پروژه:

خروجی پروژه نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری و گزارش‌های راهنمای کاربر و سایر مستندات پیاده‌سازی نرما فزار می‌باشد.

۵-۱-۱۷ اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS)

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، اخذ تاییدیه‌های معتبر از مراجع بین‌المللی برای نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- شناسایی شرکت‌های معتبر بین‌المللی برای اخذ تاییدیه

۲- فراهم کردن الزامات و شرایط اخذ تاییدیه

۳- ارسال نرم‌افزار جهت اخذ تاییدیه

۴- انجام اصلاحات

۵- اخذ تاییدیه

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحه‌گذاری شرکت‌های مرجع

خروجی پروژه:

خروجی پروژه تاییدیه معتبر از مرجع بین‌المللی می‌باشد.

۵-۱-۱۸ بهینه‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، بهینه‌سازی و به‌روز رسانی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS) بر اساس نیازهای بهره‌برداران شبکه در کشور می‌باشد. تهیه نرم‌افزارهای صنعتی نیازمند اخذ بازخورد از کاربران و اصلاح مداوم آنها در طول زمان

می‌باشند. بدین ترتیب با اجرای این پروژه می‌توان تضمین کرد که نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه به‌صورت مناسبی توسط بهره‌برداران مورد استفاده قرار گیرد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- جمع‌آوری نظرات کاربران شبکه

۲- تایید نظرات اصلاحی با مشورت از خبرگان و تیم فنی

۳- نهایی‌سازی نظرات اصلاحی

۴- انجام اصلاحات

۵- اخذ تایید از کاربران شبکه

۶- مستندسازی و اصلاح اسناد فنی مطابق بر اساس تغییرات

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحه‌گذاری بهره‌برداران شبکه

خروجی پروژه:

خروجی پروژه نرم‌افزار بهینه شده می‌باشد.

۵-۱-۱۹ بهینه‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، بهینه‌سازی و به‌روز رسانی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) بر اساس نیازهای بهره‌برداران شبکه در کشور می‌باشد. تهیه نرم‌افزارهای صنعتی نیازمند اخذ بازخورد از کاربران و اصلاح مداوم آنها در طول زمان می‌باشند. بدین ترتیب با اجرای این پروژه می‌توان تضمین کرد که نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی به‌صورت مناسبی توسط بهره‌برداران مورد استفاده قرار گیرد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- جمع‌آوری نظرات کاربران شبکه

۲- تایید نظرات اصلاحی با مشورت از خبرگان و تیم فنی

۳- نهایی‌سازی نظرات اصلاحی

۴- انجام اصلاحات

۵- اخذ تایید از کاربران شبکه

۶- مستندسازی و اصلاح اسناد فنی مطابق بر اساس تغییرات

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحه‌گذاری بهره‌برداران شبکه

خروجی پروژه:

خروجی پروژه نرم‌افزار بهینه شده می‌باشد.

۵-۱-۲۰ تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تجهیز اسکاداهای موجود در شبکه برق کشور به سیستم شبیه‌ساز می‌باشد. تجهیز شرکت‌های برق کشور به تدریج و برحس اولویت صورت می‌گیرد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- اولویت‌بندی شرکت‌های برق جهت نصب نرم‌افزار شبیه‌ساز

۲- تهیه اسناد مناقصه و ارزیابی شرکت‌کنندگان

۳- تجهیز ۴ شرکت

۴- تجهیز ۶ شرکت

۵- تجهیز ۸ شرکت

۶- تجهیز ۱۲ شرکت

۷- تجهیز ۱۴ شرکت

۸- تجهیز ۱۶ شرکت

۹- تجهیز ۱۹ شرکت

۱۰- مستندسازی پروژه

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحه‌گذاری روی مستندات پروژه می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه اجرای نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در ۸۱ شرکت توزیع و برق منطقه‌ای در سطح کشور می‌باشد.

۵-۱-۲۱ اجرای مدل SAAS خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، به‌کارگیری مدل خرید نرم‌افزار به عنوان سرویس اجاره بر اساس مدل طراحی شده و اولویت‌بندی شرکت‌های برق می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- فراخوان و اعلام آمادگی شرکت‌های برق جهت اجرای مدل SAAS

۲- فراخوان و اعلام آمادگی شرکت‌های تولید کننده نرم‌افزار شبیه‌ساز جهت اجرای مدل SAAS

۳- تجهیز شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز بر اساس اولویت‌بندی صورت گرفته مطابق مدل SAAS

۴- ارزیابی فنی و اقتصادی اجرای مدل در شرکت‌های برق

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحه‌گذاری گزارش ارزیابی فنی وا قتصادی اجرای مدل SAAS می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه اجرای نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در شرکت‌های واجد شرایط و گزارش ارزیابی فنی و اقتصادی می‌باشد.

۵-۱-۲۲ اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی

هدف از اجرای پروژه :

هدف از اجرای پروژه، تهیه دستورالعملی برای حمایت از تولیدکنندگان داخلی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و اجرا و نظارت بر آن می‌باشد.

مراحل اجرای پروژه عبارتند از:

۱- تهیه دستورالعمل بسته حمایتی

۲- نظارت بر مناقصات

۳- اجرای بسته حمایتی

معیار پذیرش مراحل پروژه:

معیار پذیرش مراحل اجرای پروژه، تایید ناظر پروژه و صحیه‌گذاری شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع می‌باشد.

خروجی پروژه:

خروجی پروژه گزارش فنی اقتصادی بسته حمایتی می‌باشد.

۵-۲ 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 زمـانی مشـخص و محدود طراحی و اجرا شوند. با این کار می‌توان به روشن و در کنترل بودن بودجه مورد نیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتـر نتایج و دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان، اشاره کرد.[۲]

در ادامه، در مورد فرایند تدوین بودجه و تهیه برنامه زمانی یک پروژه توضیحاتی ارائه می‌شود.

۵-۲-۱ ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی بکار گیری شبیه‌ساز

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱ آمده است.

جدول ۵-۱ فعالیت‌ها، هزینه و زمان ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی بکار گیری شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناخت و بررسی ابعاد نرم‌افزارهای شبیه‌ساز		۲	۲ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس مهندسی برق
تایید مراحل واقدامات		۱	
بررسی هزینه‌ها و برآورد بازار		۲	
تهیه طرح مالی		۴	
بررسی منافع سرمایه‌گذاری		۲	
تهیه گزارش ارزیابی فنی و اقتصادی		۱	
جمع		۱۲	

۵-۲-۲ تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه فناوری های شبیه‌ساز صنعت برق

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۲ آمده است.

جدول ۵-۲ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه فناوری های شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی شرکت‌های ذینفع		۲	۱ نفر مهندس صنایع ۱ نفر مهندس نرم‌افزار
تشکیل کنسرسیوم		۴	
تهیه اساسنامه		۶	
جمع		۱۲	

۵-۲-۳ تشکیل تیم فنی به منظور تکمیل دانش فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری شبیه‌ساز

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۳ آمده است.

جدول ۵-۳ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تشکیل تیم فنی

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی و معرفی اعضاء تیم فنی		۲	۱ نفر مهندس صنایع ۱ نفر مهندس نرم‌افزار
تهیه دستور جلسات		۲	
تهیه مصوبات تیم فنی		۸	
جمع		۱۲	

۵-۲-۴ تهیه معماری ملی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۴ آمده است.

جدول ۵-۴ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تهیه معماری ملی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
تهیه مشخصات فنی طرح ملی		۲	۱ نفر ممهندس صنایع ۳ نفر مهندس نرم‌افزار ۲ نفر مهندس قدرت
تحلیل نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه		۸	
طراحی نرم‌افزار شبیه‌ساز		۶	
تهیه RFP طرح ملی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق		۲	
جمع		۱۸	

۵-۲-۵ تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۵ آمده است.

جدول ۵-۵ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی استانداردهای ارزیابی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در جهان		۲	۲ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس مهندسی برق
تعیین معیارهای ارزیابی		۰,۵	
بومی سازی استانداردهای ارزیابی با توجه به نیازهای کشور		۴	
ارزیابی چند نمونه پروژه پایلوت		۳	
تهیه گزارش ارزیابی پروژه‌های پایلوت		۰,۵	
تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز		۲	

جمع		۱۲	

۵-۲-۶ تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۶ آمده است.

جدول ۵-۶ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
انجام مطالعات میدانی، فنی و اقتصادی و قراردادی		۳	۱ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار
تعیین معیارهای حمایتی		۳	
تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی		۳	
انجام مطالعات میدانی، فنی و اقتصادی و قراردادی		۳	
جمع		۱۲	

۵-۲-۷ ایجاد آزمایشگاه مرجع تست و ارزیابی نرم‌افزار در پژوهشگاه نیرو

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۷ آمده است.

جدول ۵-۷ فعالیت‌ها، هزینه و زمان ایجاد آزمایشگاه مرجع تست و ارزیابی نرم‌افزار

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
انجام مطالعات میدانی		۲	۱ نفر کارشناس مهندسی برق ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس مهندسی سخت‌افزار
تعیین نیازهای آزمایشگاهی		۲	
تعیین مشخصات فنی و اقتصادی آزمایشگاه		۲	
خرید تجهیزات		۱۴	
راه‌اندازی آزمایشگاه		۲	
تهیه دستورالعمل تست نرم‌افزار		۲	
جمع		۲۴	

۵-۲-۸ شناسایی و ارزیابی شرکتهای داخلی توانمند

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۸ آمده است.

جدول ۵-۸ فعالیت‌ها، هزینه و زمان شناسایی و ارزیابی شرکتهای داخلی

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی شرکت‌های توانمند		۳	۱ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار
تعیین معیارهای ارزیابی		۳	
ارزیابی و اولویت‌بندی شرکت‌ها		۳	
تهیه گزارش ارزیابی فنی و توان مالی شرکت‌های داخلی تولیدکننده نرم‌افزار		۳	
جمع		۱۲	

۵-۲-۹ اجرای دو طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۹ آمده است.

جدول ۵-۹ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اجرای دو طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
تعیین مشخصات فنی و بازرگانی اسناد مناقصه		۲	۱ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس برق
برگزاری مناقصه		۱	
اجرای طرح		۸	
ارزیابی پایلوت‌های اجرا شده و تهیه گزارش		۱	
جمع		۱۲	

۵-۲-۱۰ برگزاری سمینار سالانه معرفی فناوری های شبیه‌ساز برای بهره برداران

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۰ آمده است.

جدول ۵-۱۰ فعالیت‌ها، هزینه و زمان برگزاری سمینار سالانه فناوری های شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی و دعوت از شرکت‌ها و افراد ذینفع		۱	۱ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس برق
تعیین موضوعات سمینار و سیلابس آن		۳	
برگزاری سمینار		۸۴	
تهیه گزارش نظر سنجی		۱	
جمع		۸۴	

۵-۲-۱۱ اجرای طرح پژوهشی به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها در سطح ملی

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۱ آمده است.

جدول ۵-۱۱ فعالیت‌ها، هزینه و زمان طرح پژوهشی به‌سازی نظام آموزشی دیسپاچرها

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
بررسی و مطالعه نظام موجود آموزشی دیسپاچرها		۲	۱ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس برق
انجام مطالعات تطبیقی		۲	
اصلاح نظام آموزشی دیسپاچرها		۶	
تهیه آیین نامه آموزشی		۲	
جمع		۱۲	

۵-۲-۱۲ اجرای طرح ملی اجباری آموزش به کارگیری نرم‌افزار های شبیه‌ساز

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۲ آمده است.

جدول ۵-۱۲ فعالیت‌ها، هزینه و زمان طرح ملی اجباری آموزش به کارگیری نرم‌افزار های شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
انجام مطالعات تطبیقی		۲	۱ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۱ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۱ نفر کارشناس برق
بومی‌سازی و اولویت‌بندی اجرای طرح در مناطق مختلف کشور		۱	
اجرای طرح مطابق مناطق اولویت‌بندی شده		۳۱	
تهیه گزارش ارزیابی اجرای طرح		۲	

جمع		۳۶	

۵-۲-۱۳ طراحی روشی جهت خرید نرم‌افزار به صورت سرویس اجاره‌ای

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۳ آمده است.

جدول ۵-۱۳ فعالیت‌ها، هزینه و زمان طراحی روشی جهت خرید نرم‌افزار به صورت سرویس اجاره‌ای

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
تهیه مدل فنی و اقتصادی		۲	۲ نفر کارشناس مهندسی صنایع ۲ نفر کارشناس مهندس نرم‌افزار ۲ نفر کارشناس برق
تعیین مراحل و اقدامات اجرای طرح		۱	
بررسی هزینه‌ها		۲	
برآورد بازار		۲	
تهیه لیست شرکت‌های توانمند در این زمینه		۱	
تهیه طرح مالی		۲	
بررسی منافع سرمایه‌گذاری		۱	
نهایی سازی طرح و تهیه گزارش		۱	
جمع		۱۲	

۵-۲-۱۴ پروژه توسعه فناوری نرم‌افزار تحلیلگر شبکه[1] بهره‌برداری

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۴ آمده است.

جدول ۵-۱۴ فعالیت‌ها، هزینه و زمان توسعه فناوری نرم‌افزار تحلیلگر شبکه

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
تعیین مراحل و اقدامات پروژه		۱	۵ نفر مهندس نرم‌افزار ۳ نفر مهندس برق
اولویت‌بندی اجرای طرح در مناطق مختلف		۱	
اجرای طرح توسعه		۹	
تست نرم‌افزار		۲	
اخذ تاییدیه‌ها		۱	
تهیه راهنمای کاربر		۱	
تهیه گزارش پیاده‌سازی		۱	
مستندسازی پروژه		۲	
جمع		۱۸	

[1] Energy Management System (EMS)

۵-۲-۱۵ پروژه اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS)

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۵ آمده است.

جدول ۵-۱۵ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS)

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی شرکت‌های معتبر بین‌المللی برای اخذ تاییدیه		۱	۲ نفر مهندس نرم‌افزار ۱ نفر مهندس قدرت
فراهم کردن الزامات و شرایط اخذ تاییدیه		۲	
ارسال نرم‌افزار جهت اخذ تاییدیه		۴	
انجام اصلاحات		۴	
اخذ تاییدیه‌ها		۱	
جمع		۱۲	

۵-۲-۱۶ پروژه توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر[1] بهره‌برداری

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۶ آمده است.

[1] Dispatcher Training Simulator (DTS)

جدول ۵-۱۶ فعالیت‌ها، هزینه و زمان توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزش دیسپاچر

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
تعیین مراحل و اقدامات پروژه		۱	۵ نفر مهندس نرم‌افزار ۳ نفر مهندس برق
اولویت‌بندی اجرای طرح در مناطق مختلف		۱	
اجرای طرح توسعه		۹	
تست نرم‌افزار		۲	
اخذ تاییدیه‌ها		۱	
تهیه راهنمای کاربر		۱	
تهیه گزارش پیاده‌سازی		۱	
مستندسازی پروژه		۲	
جمع		۱۸	

۵-۲-۱۷ پروژه اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS)

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۷ آمده است.

جدول ۵-۱۷ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS)

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
شناسایی شرکت‌های معتبر بین‌المللی برای اخذ تاییدیه		۱	۲ نفر مهندس نرم‌افزار ۱ نفر مهندس قدرت
فراهم کردن الزامات و شرایط اخذ تاییدیه		۲	
ارسال نرم‌افزار جهت اخذ تاییدیه		۴	
انجام اصلاحات		۴	
اخذ تاییدیه‌ها		۱	
جمع		۱۲	

۵-۲-۱۸ پروژه به‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۸ آمده است.

جدول ۵-۱۸ فعالیت‌ها، هزینه و زمان به‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
جمع‌آوری نظرات کاربران شبکه		۱۲	۴ نفر مهندس نرم‌افزار ۴ نفر مهندس قدرت
تایید نظرات اصلاحی با مشورت از خبرگان و تیم فنی		۱۲	
نهایی سازی نظرات اصلاحی		۶	
انجام اصلاحات		۲۴	
اخذ تاییدیه از کاربران		۶	
مستندسازی و اصلاح اسناد فنی		۱۲	
جمع		۷۲	

۵-۲-۱۹ پروژه به‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۱۹ آمده است.

جدول ۵-۱۹ فعالیت‌ها، هزینه و زمان به‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
جمع‌آوری نظرات کاربران شبکه		۱۲	۴ نفر مهندس نرم‌افزار ۴ نفر مهندس قدرت
تایید نظرات اصلاحی با مشورت از خبرگان و تیم فنی		۱۲	
نهایی سازی نظرات اصلاحی		۶	
انجام اصلاحات		۲۴	
اخذ تاییدیه از کاربران		۶	
مستندسازی و اصلاح اسناد فنی		۱۲	
جمع		۷۲	

۵-۲-۲۰ تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۲۰ آمده است.

جدول ۵-۲۰ فعالیت‌ها، هزینه و زمان تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
اولویت‌بندی شرکت‌های برق جهت نصب نرم‌افزار شبیه‌ساز		۱	۲ نفر مهندس نرم‌افزار ۱ نفر مهندس برق
تهیه اسناد مناقصه و ارزیابی شرکت‌کنندگان		۲	
تجهیز ۴ شرکت		۱۲	
تجهیز ۶ شرکت		۱۲	
تجهیز ۸ شرکت		۱۲	
تجهیز ۱۲ شرکت		۱۲	
تجهیز ۱۴ شرکت		۱۲	
تجهیز ۱۶ شرکت		۱۲	
تجهیز ۱۹ شرکت		۱۲	
مستندسازی پروژه		۲	
جمع		۸۴	

۵-۲-۲۱ اجرای مدل SAAS[1] خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۲۱ آمده است.

[1] Software as a Service

جدول ۵-۲۱ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اجرای مدل SAAS خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
فراخوان و اعلام آمادگی شرکت‌های برق جهت اجرای مدل SAAS		۱	۲ نفر مهندس نرم‌افزار ۱ نفر مهندس برق
فراخوان و اعلام آمادگی شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار شبیه‌ساز جهت اجرای مدل SAAS		۱	
تجهیز شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز بر اساس اولویت‌بندی صورت گرفته		۹۶	
ارزیابی فنی و اقتصادی اجرای مدل در شرکت‌های برق		۱	
جمع		۹۶	

لازم به ذکر است که قیمت ارائه شده در این مدل (اجاره سرویس نرم‌افزار) می‌تواند جایگزین قیمت تجهیز کل شبکه از طریق خرید نرم‌افزار شود.

۵-۲-۲۲ اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی

جزییات مربوط به فعالیت‌ها، هزینه و زمان پروژه در جدول ۵-۲۱ آمده است.

جدول ۵-۲۲ فعالیت‌ها، هزینه و زمان اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی

فعالیت	هزینه (میلیون ریال)	زمان (ماه)	نیروی انسانی
تهیه دستورالعمل برگزاری مناقصات		۱	۲ نفر مهندس نرم‌افزار ۱ نفر مهندس برق
نظارت بر انجام مناقصات در راستای حمایت از بخش خصوصی		۱	
اجرای بسته حمایتی		۹۶	
جمع		۹۶	

۵-۳ تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)

این مولفه با نگاشت نهادی بر اقدام‌ها و سیاست‌های تعریف شده و 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 (پیش برنده و هماهنگ کننده 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 جدول ۵-۲۳ تقسیم کار ملی طرح نرم‌افزار های شبیه‌ساز درج شده است.

جدول ۵-۲۳ تقسیم کار ملی طرح نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

	عنوان پروژه / اقدام	مجری	ناظر	همکاران
۱	اجرای طرح پژوهشی ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی به کار گیری شبیه‌ساز در شرکتهای بهره‌برداری صنعت برق	وزارت نیرو	سرمایه‌گذار بخش خصوصی	شرکت‌های توزیع، برق‌های منطقه‌ای، پژوهشگاه نیرو
۲	تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه فناوری های شبیه‌ساز صنعت برق با	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	شرکت‌های موج‌نیرو، کرمان‌تابلو، سام، افق

	عنوان پروژه / اقدام	مجری	ناظر	همکاران
	محوریت پژوهشگاه نیرو و سرمایه گذاری مشترک با شرکتهای بخش خصوصی داوطلب			پژوهش گلستان و سایر تولیدکنندگان نرم‌افزارهای شبیه‌ساز
۳	تشکیل تیم فنی شامل توسعه دهندگان، متخصصان و اساتید مجرب دانشگاهی و نمایندگان بهره‌بردار به منظور تکمیل دانش فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری شبیه‌ساز بهره‌برداری	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	اساتید دانشگاه، شرکت‌های توزیع، برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولید کننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز
۴	تهیه معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری و تهیه RFP ملی توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه بر اساس نیاز های اساسی کشور	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	اساتید دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار اسکادا و شبیه‌ساز در کشور
۵	تدوین استاندارد ارزیابی مشخصه های فنی مورد نیاز کشور در حوزه نرم‌افزار های شبیه‌ساز بهره‌برداری	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	اساتید دانشگاه، شرکت‌های توزیع و برق‌های منطقه‌ای
۶	تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی داخلی جهت حضور در مناقصات داخلی	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های خصوصی تولیدکننده نرم‌افزارهای اسکادا و شبیه‌ساز
۷	ایجاد آزمایشگاه مرجع تست و ارزیابی نرم‌افزار در پژوهشگاه نیرو برای ارزیابی تولید کنندگان داخلی و شرکتهای خارجی	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و تولیدکنندگان تجهیزات و نرم‌افزارهای تست
۸	شناسایی و ارزیابی شرکتهای داخلی توانمند برای ورود به حوزه نرم‌افزار های شبیه‌ساز	وزارت نیرو	توانیر	پژوهشگاه نیرو و شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز
۹	اجرای طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در دو نقطه مستعد در بخش بهره‌برداری کشور	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های توزیع، برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار شبیه‌ساز

	عنوان پروژه / اقدام	مجری	ناظر	همکاران
۱۰	برگزاری سمینار سالانه معرفی فناوری های شبیه‌ساز برای بهره برداران	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	ارگان‌های برگزار کننده سمینار، شرکت‌های خصوصی حامی
۱۱	اجرای طرح پژوهشی بهسازی نظام آموزشی دیسپاچر ها در سطح ملی	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های توزیع و برق‌های منطقه‌ای
۱۲	اجرای طرح ملی اجباری آموزش به کارگیری نرم‌افزار های شبیه‌ساز برای دیسپاچر های شبکه بهره‌برداری	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های توزیع و برق‌های منطقه‌ای
۱۳	طراحی روشی جهت خرید نرم‌افزار به عنوان سرویس اجاره‌ای (SAAS) جهت کاهش هزینه اولیه خرید سیستم برای بهره بردار و بهبود کیفیت ارایه خدمات	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار شبیه‌ساز و شرکت‌های توزیع و برق‌های منطقه‌ای
۱۴	پروژه توسعه فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS)	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز داخل کشور
۱۵	اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه بهره‌برداری (EMS)	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز داخل کشور
۱۶	پروژه توسعه فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS)	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز داخل کشور
۱۷	اخذ تاییدیه‌های معتبر بین‌المللی نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS)	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز داخل کشور
۱۸	به‌سازی فناوری نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه (EMS) متناسب با نیاز بهره‌برداران	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز داخل کشور
۱۹	به‌سازی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی (DTS) متناسب با نیاز بهره‌برداران	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز

	عنوان پروژه / اقدام	مجری	ناظر	همکاران
				داخل کشور
۲۰	تجهیز کل شبکه به نرم‌افزار شبیه‌ساز	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار شبیه‌ساز، شرکت‌های توزیع و برق‌های منطقه‌ای
۲۱	اجرای مدل SAAS خرید نرم‌افزار شبیه‌ساز	وزارت نیرو	پژوهشگاه نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز داخل کشور
۲۲	اجرای بسته حمایتی بخش خصوصی	پژوهشگاه نیرو	وزارت نیرو	شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار شبیه‌ساز، شرکت‌های توزیع و برق‌های منطقه‌ای

۵-۴ ترسیم ره‌نگاشت

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 ساختاریافته 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.

یکی از اصلی‌ترین حوزه‌های تدوین نقشه راه، حوزه فناوری می‌باشد. نقشه راه فناوری، ابزاری ساختاریافته برای کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فناوری‌های در حال توسعه در طول زمان می‌باشد. استفاده از این ابزار به سازمان‌ها

کمک می‌کند تا در محیط پویا و به شدت متغیر امروز با تمرکز بر پویش محیط و ردیابی روند تغییرات فناوری‌های موجود، موقعیت خود را در بازار حفظ و ارتقا بخشند.

نقشه راه فناوری به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با شناسایی تولیدات و نیازهای بازار آینده و فناوری لازم برای رسیدن به آنها، از وجود تقاضا در آینده اطمینان یابند. نقشه راه فناوری روشی برای شناسایی تولیدات یا تهیه نیازها و تبدیل آنها به گزینه‌های فناوری و طرح‌های توسعه است تا اطمینان حاصل شود که فناوری مورد نیاز آینده به هنگام نیاز، آماده و میسر است.

تاریخ شروع استفاده از تکنیک نقشه راه فناوری به سال ۱۹۸۰ برمی‌گردد. هنگامی که در کشور آمریکا چندین شرکت از جمله موتورولا این روش را برای انتخاب بهترین راه به سوی آینده برگزیدند. هدف شرکت موتورولا از ترسیم نقشه راه فناوری، ایجاد تعادل میان موضوعات بلندمدت و کوتاه‌مدت، ایجاد تعادل میان ابعاد راهبردی و ابعاد عملیاتی سازمان و نیز ایجاد هماهنگی میان فناوری و سایر منابع سازمان معرفی شده است. بدین ترتیب رویکرد موتورولا به عنوان پایه‌ای برای رشد نقشه راه فناوری قرار گرفت و این پایه، در طول زمان به تدریج دستخوش تغییرات و پیشرفت‌هایی شد. [۱۸]

در شکل ۵-۱ نقشه راه توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق نشان داده شده است. که در ادامه توضیحات مربوط به بخش‌های مختلف نقشه راه ارائه می‌گردد.

پیامد مورد انتظار:

لایه‌ی پیامدهای مورد انتظار مشخص می‌کند که توسعه‌ی بکارگیری فناوری چه پیامدها و نتایجی را برای کشور به‌همراه دارد.

نتایج مورد نظر:

نتایجی هستند که ازانجام اقدامات موجود در سند توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز انتظار می‌رود.

اقدامات زیرساختی لازم:

اقدامات زیرساختی لازم، اقداماتی هستند که به‌عنوان پیش‌نیازها و الزامات باید انجام شوند که در نتیجه‌ی آن توسعه فناوری مفید واقع شود و نتایج مورد نظر حاصل شود.

فناوری‌های هدف:

فناوری‌های هدف مجموعه فناوری‌های اولویت‌داری است که در محدوده‌ی این سند برای توسعه‌ی آن‌ها برنامه‌ریزی صورت گرفته است.

برنامه اکتساب فناوری:

اقداماتی است که برای توسعه فناوری باید انجام شود این اقدامات شامل مواردی از قبیل طراحی، ساخت، اخذ تاییدیه و بهینه سازی و... می‌باشند.

اقدامات سیاستی:

مجموعه سیاست‌هایی است که باید اجرا شود تا توسعه فناوری تسهیل شود.

منابع:

منابع لازم جهت تحقق سند توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور می‌باشد.

همانطور که در نقشه راه مشاهده می‌شود طرح کلان نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در چهار فاز به شرح زیر اجرا خواهد شد:

۱- فاز اول که اختصاص به ایجاد زیرساخت نوآوری دارد بین سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ اجرا خواهد شد. در این فاز شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی، ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی طرح، تشکیل تیم فنی و کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه، طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری و طراحی بسته حمایتی از شرکت‌های خصوصی و نیز طراحی مدلی برای اجاره سرویس نرم‌افزار انجام خواهد شد.

۲- در فاز دوم که پیاده‌سازی اولیه فناوری و اجرای پایلوت‌ها می‌باشد، بین سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ اجرا خواهد شد و در این فاز آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار، پروژه توسعه نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه، پروژه توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی و اخذ تاییدیه این نرم‌افزارها از مراجع ذیصلاح انجام خواهد شد. همچنین در این فاز اجرای بسته حمایتی از بخش خصوصی و نیز اجرای مدل اجاره سرویس آغاز می‌شود.

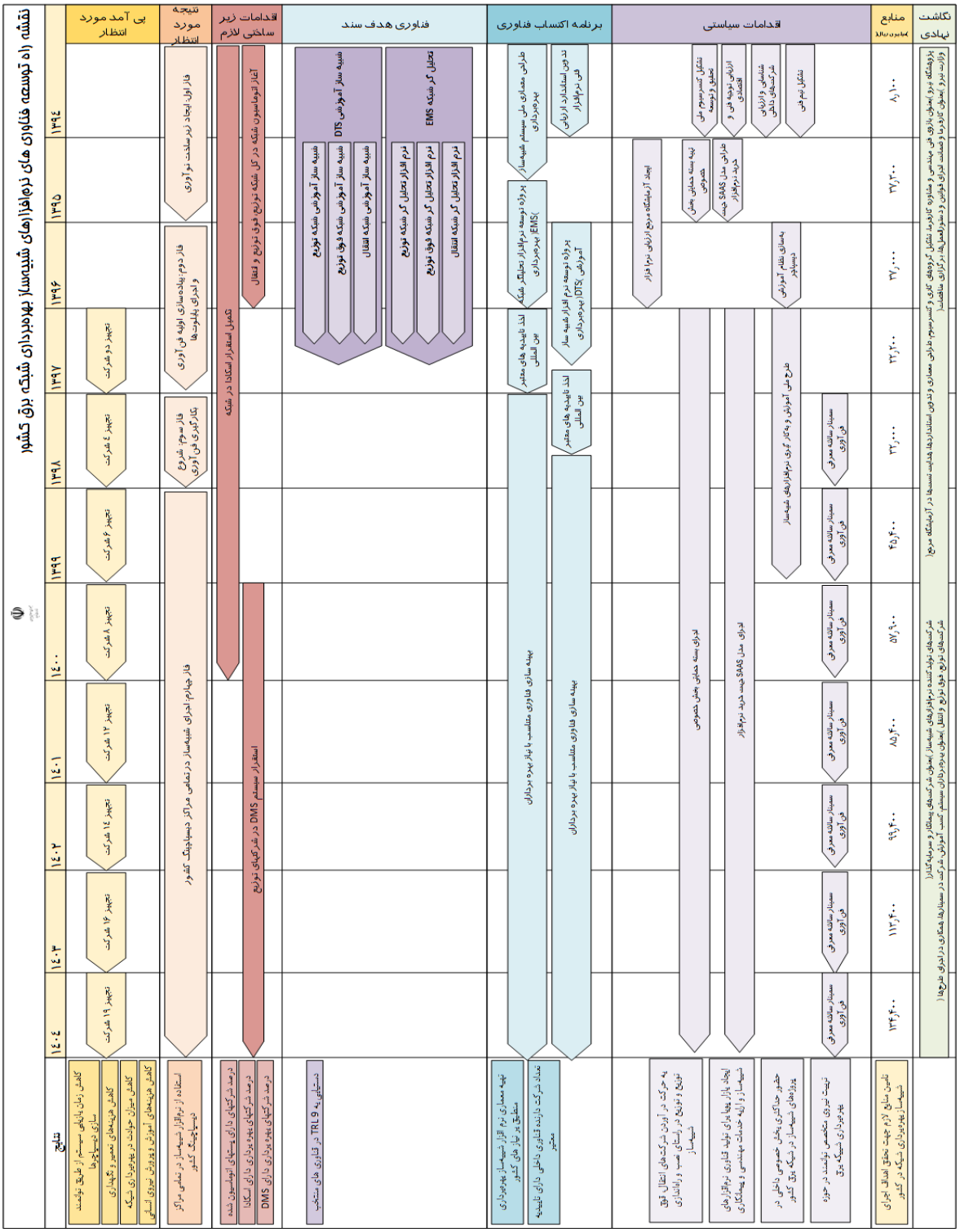
اجرای دو پروژه پایلوت نرم‌افزار شبیه‌ساز در دو شرکت برق منطقه‌ای که آمادگی بیشتری نسبت به سایر شرکت‌ها دارند، از دیگر فعالیت‌های این فاز خواهد بود.

همزمان با اجرای پروژه‌های پایلوت، بهسازی نظام آموزش اپراتورها و تدوین طرح ملی آموزش و به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز نیز در دستور کار مسئولین ذیربط قرار خواهد گرفت.

۳- به‌کارگیری فناوری نرم افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه از سال ۱۳۹۸ با تجهیز ۴ شرکت آغاز خواهد شد و همچنین از این سال به بعد بهینه‌سازی فناوری‌های شبیه‌ساز آموزشی و تحلیل‌گر شبکه مطابق نیاز اپراتورها انجام خواهد شد و تا

پایان طرح که سال ۱۴۰۴ خواهد بود، ادامه می‌یابد. همچنین در این فاز پیش‌بینی می‌شود با شروع بکارگیری نرم‌افزار در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع، سمینارهای سالانه به منظور معرفی فناوری به مخاطبین برگزار گردد.

۴- در فاز آخر که از سال ۱۳۹۹ آغاز می‌گردد به تدریج نرم افزارهای شبیه‌ساز در برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نصب خواهند شد. لازم به ذکر است که این نرم‌افزارها ممکن است بطور یک‌جا خریداری شوند و یا اینکه از سرویس‌های اجاره‌ای (SAAS) استفاده شود که تصمیم‌گیری در این خصوص به میزان آمادگی شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های برق و نیز سیاست‌های وزارت نیرو بستگی دارد.



شکل ۵-۱ نقشه راه توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور

نتیجه‌گیری

فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به‌منظور شبیه‌سازی رفتار فرآیندهای جهان واقعی به وجود آمده‌اند. امروزه نقش نرم‌افزار در فرآیند کنترل و مانیتورینگ بسیار پررنگ‌تر از گذشته شده است. از آنجا که فرآیند کنترل و مانیتورینگ در صنعت برق تمام نقاط کشور را شامل می‌شود، به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز نیز در کنار نرم‌افزارهای کنترل و مانیتورینگ موضوعیت دارد.

استفاده از سیستم‌های شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق علاوه بر اینکه به آموزش صحیح، اصولی و بهینه اپراتورها کمک می‌کند، تجزیه و تحلیل و رفع خطاهای شبکه را به خوبی و در اسرع وقت انجام می‌دهد، بطوریکه زمان خاموشی به حداقل رسیده و جلوی بسیاری از خطاهای اپراتورها و بالطبع صدمه به تجهیزات سمت شرکت‌های برق و نیز تجهیزات مشترکین گرفته می‌شود.

با وجود سیستم‌های شبیه‌ساز قابلیت مشاهده وضعیت پروسه قبل از اعمال هر گونه تغییرات توسط کاربران در آن قابل پیش‌بینی است. این برنامه‌ها برای بالا بردن ضریب ایمنی شبکه نیز بکار گرفته می‌شوند و همچنین قادرند کارآیی سیستم را بهبود بخشند. از آنجا که توسط برنامه شبیه‌ساز امکان مشاهده وضعیت‌های مختلف شبکه وجود دارد، لذا این برنامه‌ها به کاربران کمک می‌کند تا بتوانند بهترین وضعیت یا حالت بهینه را برای کارکرد سیستم انتخاب کنند تا کارآیی سیستم به حداکثر برسد.

بدین ترتیب بطور خلاصه پیامدها و نتایج نهایی استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در بهره‌برداری شبکه برق عبارتند از:

- کاهش میزان حوادث
- افزایش قابلیت اطمینان بهره‌برداری و استفاده بهینه منابع از طریق افزایش توان دانشی و عمیراتی نیروی انسانی
- کاهش زمان بازیابی سیستم
- کاهش هزینه‌های آموزش
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری

برای دستیابی به موارد فوق لازم است تغییرات مهمی در سیاست‌های صنعت برق کشور صورت گیرد. از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تغییر در نظام آموزشی دیسپاچرها
- فرهنگ‌سازی در صنعت برق

- تحریک بازار با اولویت‌بخشی به رقابت در بخش خصوصی داخل
- الزام بهره‌برداران شبکه در بکارگیری فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز
- توسعه و تعمیق دانش فنی از طریق بهبود ارتباط صنعت و دانشگاه
- ایجاد مرجع ارزیابی و استانداردسازی فنی

هر چند در ایران نرم‌افزارهای شبیه‌ساز کمتر مورد استفاده و اقبال قرار گرفته‌اند ولی گرایش جهان به سمت بکارگیری این ابزارها برای بهره‌مندی از قابلیت‌های ارزشمند آنها روز به روز افزایش می‌یابد. از مجموع ۹۷ شرکت بهره‌برداری شبکه برق کشور ۶۳ درصد آنها دارای نرم‌افزار اسکادا بوده و از بین این شرکت‌ها تنها ۱۶درصد مراکز اسکادا دارای نرم‌افزار شبیه‌ساز می‌باشند.

با توجه به اینکه در حال حاضر حدود ۸۱ مرکز دیسپاچینگ شبکه برق کشور فاقد نرم‌افزار شبیه‌ساز می‌باشند، خلا وجود این فناوری در کشور مشهود است. با توجه به اینکه برآورد متوسط قیمت پایه حدود ۷ میلیارد ریال برای خرید هر نسخه از نرم‌افزار در نظر گرفته شده است، لذا اندازه بازار بالقوه این نرم‌افزارها در کشور در حدود ۵۶۷ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

به طور کلی می توان گفت که حدوداً یک ششم بازار نرم افزار اسکادا در ایران در اختیار شرکتهای ایرانی می باشند و این در حالی است که کلیه نسخه های نرم افزار شبیه‌ساز از طریق فروشندگان خارجی تهیه شده است.

در حال حاضر فناوری شبیه‌ساز در کشور توسعه نیافته و لذا برای رفع این نیاز لازم است این فناوری در کشور ایجاد شود. تولید این فناوری می‌تواند عدم وابستگی به کشورهای خارجی را موجب شود. بدین ترتیب حرکت به سمت توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به دلیل کاهش وابستگی به کشورهای خارجی، جایگاه استراتژیک کشور را ارتقاء می‌بخشد.

بررسی وضعیت چرخه عمر این فناوری در دنیا و در ایران، حاکی از آن است که در حال حاضر در سطح بین‌المللی فناوری شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق دارای تقاضای در حال رشد است، هر چند که در ایران بکارگیری و توسعه این فناوری در دوران جنینی و تولد از نظر تقاضای تکنولوژی می‌باشد

در حال حاضر توان تولید فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در کشور وجود دارد ولی این توان منحصر به چند شرکت خاص تولیدکننده نرم‌افزارهای اسکادا می‌باشد. شاخص سطح آمادگی فناوری (TRL) برای این فناوری در کشور در سطح ۲ یعنی تحقیقات کاربردی می‌باشد و لازم است تا جهت توسعه این فناوری سرمایه‌گذاری مناسب صورت پذیرد. بدین ترتیب با توجه به

اینکه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در کشور توسعه نیافته است، لذا برای رفع نیاز بازار لازم است این فناوری در کشور توسعه پیدا کند. از منظر پیچیدگی فناوری، بیشترین شکاف توانمندی در بخش نیروی انسانی مورد نیاز جهت توسعه و به کارگیری فناوری و توانایی های سازماندهی و مدیریت می‌باشد و در بخش دانش فنی نیز نیاز به تحقیق و توسعه جهت تکمیل دانش فنی مورد نیاز برای توسعه تکنولوژی می‌باشد.

با توجه به اینکه کاربرد نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری مشخص و محدود به صنعت برق می‌باشد و از طرفی وضعیت چرخه عمر این نرم‌افزار در دنیا در اواخر دوره رشد و نزدیک به بلوغ قرار گرفته است، لذا با توجه به شکاف انباشت تکنولوژی، کشور ما به عنوان پیرو در این فناوری محسوب می‌شود، می توان نتیجه گرفت که استراتژی توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز درکشور استراتژی اقدام محور خواهد بود.

در استراتژی اقدام محور هدف دستیابی به فناوری در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بهره‌گیری از تجارب کشورهای پیشرو می‌باشد. لذا با توجه به اینکه دو دسته کلی از تولید کنندگان اسکادا در ایران وجود دارند، (تولیدکنندگان بین‌المللی و دیگری تولیدکنندگان داخلی) لذا استراتژی اکتساب فن آوری عبارت است از:

توسعه درونزای فن آوری توسط شرکت‌های داخلی تولید کننده اسکادا از یک سو و خرید فناوری شبیه‌ساز برای نرم‌افزار های اسکادای بین‌المللی خریداری شده در کشور از شرکت های خارجی ارایه دهنده می باشد.

با توجه به مطالب فوق اهداف کلان کشور در ارتباط با توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق عبارتند از:

- تجهیز کل شبکه بهره‌بردار به نرم‌افزار شبیه‌ساز در افق ۱۴۰۴
- کاهش میزان حوادث در بهره‌برداری با استفاده از شبیه‌ساز
- کاهش زمان بازیابی سیستم از طریق توانمندسازی دیسپاچرها
- کاهش هزینه‌های آموزش و پرورش نیروی انسانی
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری از طریق افزایش قابلیت پیش‌بینی

سیاست ها و اقدامات توسعه فناوری عبارت است از بسته سیاستی که جهت توسعه نظام نوآوری فناورانه توسعه فناوری نرم افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در کشور باید لازم الاجرا می باشد. لذا فهرست سیاست‌ها و اقدامات (پروژه‌ها) مرتبط عبارت است از:

- کارآفرینی

- توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری در شرکت‌های برق
- ایجاد آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق
- شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی

- خلق دانش
  - تدوین استاندارد ارزیابی فنی نرم‌افزار شبیه‌ساز
  - تشکیل تیم علمی و فنی برای توسعه فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور
  - تشکیل کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه
- انتشار دانش
  - اجرای دوره‌های آموزشی کاربردی برای بهره‌برداران شبکه برق
  - اجرای سمینارهای سالانه معرفی فناوری شبیه‌ساز برای بهره برداران
- جهت‌دهی به سیستم
  - تهیه بسته حمایتی بخش خصوصی تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق
  - توسعه استاندارد ملی ارزیابی مشخصه‌های فنی و معماری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری کشور
- بازار سازی
  - توسعه بسته حمایت از بخش خصوصی و شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزارهای شبیه‌ساز
  - تعریف و اجرای دو طرح پایلوت پیاده‌سازی نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری در دو نقطه مستعد در بخش بهره‌برداری کشور
  - تجهیز کل شبکه بهره‌برداری برق کشور به نرم‌افزار شبیه‌ساز
- مشروعیت بخشی
  - اجرای طرح ملی آموزش به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز برای دیسپاچرهای شبکه بهره‌برداری
  - بهسازی نظام آموزشی دیسپاچرها در سطح ملی
- بسیج منابع

- طراحی و اجرای مدل خرید نرم‌افزار به عنوان سرویس اجاره‌ای (SAAS[1])
- ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی اجرای نرما فزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق کشور

به منظور بیان ارتباط میان اهداف کلان، اهداف خرد، راهبردها، راه‌کارها، سیاست‌های کلان، سیاست‌های پشتیبان، منابع و مجریان لازم است یک برنامه‌ریزی کاربردی تحت عنوان نقشه راه صورت گیرد بطوریکه تصویری کلان از مسیر توسعه متشکل از بخش‌های مختلف آن و ارتباط بخش‌ها با هم مشخص می‌گردد.

نقشه راه طرح کلان نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه برق در چهار فاز به شرح زیر ارائه شده است:

۱- فاز اول که اختصاص به ایجاد زیرساخت نوآوری دارد بین سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ اجرا خواهد شد. در این فاز شناسایی و ارزیابی شرکت‌های داخلی، ارزیابی توجیه فنی و اقتصادی طرح، تشکیل تیم فنی و کنسرسیوم ملی تحقیق و توسعه، طراحی معماری ملی سیستم شبیه‌ساز بهره‌برداری و طراحی بسته حمایتی از شرکت‌های خصوصی و نیز طراحی مدلی برای اجاره سرویس نرم‌افزار انجام خواهد شد.

۸- در فاز دوم که پیاده‌سازی اولیه فناوری و اجرای پایلوت‌ها می‌باشد، بین سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ اجرا خواهد شد و در این فاز آزمایشگاه مرجع ارزیابی نرم‌افزار، پروژه توسعه نرم‌افزار تحلیل‌گر شبکه، پروژه توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز آموزشی و اخذ تاییدیه این نرم‌افزارها از مراجع ذیصلاح انجام خواهد شد. همچنین در این فاز اجرای بسته حمایتی از بخش خصوصی و نیز اجرای مدل اجاره سرویس آغاز می‌شود.

اجرای دو پروژه پایلوت نرم‌افزار شبیه‌ساز در دو شرکت برق منطقه‌ای که آمادگی بیشتری نسبت به سایر شرکت‌ها دارند، از دیگر فعالیت‌های این فاز خواهد بود.

همزمان با اجرای پروژه‌های پایلوت، بهسازی نظام آموزش اپراتورها و تدوین طرح ملی آموزش و به‌کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز نیز در دستور کار مسئولین ذیربط قرار خواهد گرفت.

۹- به‌کارگیری فناوری نرم افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری شبکه از سال ۱۳۹۸ با تجهیز ۴ شرکت آغاز خواهد شد و همچنین از این سال به بعد بهینه‌سازی فناوری‌های شبیه‌ساز آموزشی و تحلیل‌گر شبکه مطابق نیاز اپراتورها انجام خواهد شد و تا

[1] Software as a Service

پایان طرح که سال ۱۴۰۴ خواهد بود، ادامه می‌یابد. همچنین در این فاز پیش‌بینی می‌شود با شروع بکارگیری نرم‌افزار در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع، سمینارهای سالانه به منظور معرفی فناوری به مخاطبین برگزار گردد.

۱۰- در فاز آخر که از سال ۱۳۹۹ آغاز می‌گردد به تدریج نرم افزارهای شبیه‌ساز در برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نصب خواهند شد. لازم به ذکر است که این نرم‌افزارها ممکن است بطور یک‌جا خریداری شوند و یا اینکه از سرویس‌های اجاره‌ای (SAAS) استفاده شود که تصمیم‌گیری در این خصوص به میزان آمادگی شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های برق و نیز سیاست‌های وزارت نیرو بستگی دارد.

پیوست اول

صورتجلسات

صورت جلسه اول کمیته راهبری

	صورتجلسه	تاریخ : ۹۳/۰۷/۲۸
	MQF03-0	شماره :
		پیوست :

موضوع جلسه : آشنایی اعضاء کمیته با یکدیگر و تشریح موضوع طرح	گروه: کامپیوتر	مرحله: اول
حاضران: آقایان دکتر آقا محمدی- دکتر غرویان- مهندس ذاکر- مهندس رکنیان- مهندس جمشیدی- مهندس فیروزی- مهندس کرمی- مهندس عامری- مهندس فتحی- مهندس فرهادی- مهندس فیض- مهندس پور مستدام- مهندس توکلی خانم‌ها مهندس مرتضوی- مهندس شیرخانی		
غایبان: آقایان مهندس اسکویی- مهندس مرجانمهر- مهندس مولایی- مهندس محمودی نصر	آغاز: ۱۷:۰۰	پایان : ۱۹:۰۰
دستورجلسه: تشریح طرح و پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه شبیه‌سازهای صنعت برق		

ردیف	موضوعات مطرح شده	اقدام / پیگیری	سررسید	نتیجه / تاریخ
۱	آقای مهندس پور مستدام اعضاء کمیته راهبری، طرح و پروژه را معرفی کردند و در خصوص کلیات نرم‌افزارهای سیمولاتور در صنعت برق صحبت کردند.			
۲	آقای مهندس فرهادی ضرورت اجرای طرح‌ها، ویژگی‌های تحقیقات میان مدت و بلند مدت و جهت‌گیری تحقیقات و فرآیند مدیریت پژوهی در پژوهشگاه و ترکیب اعضا و نقش کمیته راهبردی را برای حاضرین شرح دادند.			
۳	آقای مهندس ذاکر در خصوص نقش اعضاء کمیته راهبری در تهیه سند سوال کردند (آیا اعضا، نقش نظارت دارند یا نقش همکاری در تدوین سند نیز دارند؟) در پاسخ آقای مهندس فرهادی توضیح دادند که هدف اصلی نظارت توسط کمیته راهبری است، هر چند اعضاء محترم امکان همکاری در تهیه سند را داشته باشند، پژوهشگاه استقبال خواهند کرد.			
۴	آقای مهندس جمشیدی درباره گسترده بودن ابعاد و محدوده طرح توضیح دادند و عنوان کردند که نحوه محدود شدن Scope کار چگونه است؟ آقای مهندس فرهادی توضیح دادندکه کمیته راهبری نقش تعیین کننده محدوده کار را بر عهده دارند و اگر به توافق رسیدیم عنوان پروژه را می‌توان عوض کرد.			
۵	آقای مهندس رکنیان: اسکادا خودش می‌تواند سیمولاتور داشته باشد و ظاهراً هدف آنست که بر اساس نیازهای بهره‌برداری سیمولاتور تهیه شود و آیا لازم است سیمولاتور به اسکادا خروجی بفرستد. آیا سیمولاتوری که می‌خواهیم تهیه کنیم مجزا از اسکادا است یا سیمولاتور توانایی این را دارد که دیتابیس offline را از اسکادا بگیرد و تحلیل کند و بتوان اصول بهره‌برداری را در این			

	نرم‌افزار تست و بررسی کرد؟ جواب‌های مهندس فرهادی اعضا، کمیته راهبری می‌توانند بعنوان hint به تیم فنی مشاور بدهند.			
۶	آقای مهندس فیض: پاسخ دادند ماموریت پروژه این است که ضرورت اجرای طرح و Focus آن در صنعت برق کشور را مشخص کند. مطالب عنوان شده دقیقاً فاز اول پروژه است که Scope بسته می‌شود و ضرورت شبیه‌ساز در صنعت برق مشخص می‌شود نقش مشاور و تیم فنی آن است که نظرات کمیته راهبری را دخیل کند.			
۷	آقای مهندس فیروزی: مدیریت شبکه، تولید، انتقال، تولید و مصرف بایستی مد نظر قرار گیرد. در طرح شبیه‌ساز مدل‌سازی بار بهتر است دیده شود. رفتار بار و بهینه‌سازی بار در مناطق سردسیر گرمسیر بسته به نوع مصارف دیده شود و دوم آنکه اطلاعات موجود در مدیریت شبکه برای ترجمه و استفاده قابل ارائه است. آقای فرهادی: در بحث شبیه‌سازی رفتار بار دیده شود و در جواب دوم می‌تواند پر رنگ تر از این باشد و چنانچه سندی تهیه شده، خواهش می‌کنیم که اعضاء کمیته راهبری هر نوع سند مجاز را در اختیار تیم فنی و مشاورین قرار دهند.			
۸	آقای مهندس کرمی: بنظر می‌رسد که User به خوبی دیده نشده است. چنانچه شبیه‌سازها در انتهای طرح ساخته شود آیا مدیریت شبکه و مصرف کنندگان ملزم به خرید شبیه‌ساز در سند راهبردی هستند. آقای مهندس فرهادی: سند راهبردی و نقشه راه مشخص می‌کند که مجموعه فعالیت‌های وزارت نیرو یا حمایت وی طی ۱۰ سال و پنج سال آینده با توسعه آن به چه صورت باشد. سیاست‌گذاری وزارت نیرو در قالب نقشه راه می‌آید. آقای مهندس فیض: در فن‌آوری روش اکتساب فن‌آوری این کمیته تصمیم می‌گیرد که بهترین روش گرفتن شبیه‌ساز چه هست (از لایسنسور خریداری شود یا خریداری شود) روش اکتساب فن‌آوری طیف گسترده‌ای از خرید یا نوشتن نرم‌افزار شبیه‌ساز را دارد تیم فنی پرسشگری با تولید و توزیع و انتقال کرده‌اند و نظر End user را سوال کرده‌اند و نیازش سوال شده است. فاز ۴ متدولوژی مشخص می‌کند آیا انگیزه کافی وجود دارد برای دولت برای بخش خصوصی که بخشی از ابهامات را حل می‌کند.			
۹	آقای مهندس عامری: بهتر است که انرژی خوبی گذاشته شود و یکبار با حضور اعضاء کمیته راهبری عنوان پروژه revise شود که در ادامه چرائی کل داستان را نپرسیم. در انتقال و فوق توزیع پروتکل‌های کمی داریم و پروتکل تستر یک محصول استاندارد است که Tools آن به وفور وجود دارد و نیازی نیست کمیته راهبری روی این محصول بحث کنند. آقای فرهادی: در جلسات جلوتر می‌توان به این نتیجه رسید که چه مواردی را از اسکوپ کار حذف کنیم و مقرر گردید تیم فنی گزارش خود و پیشنهاد خود را برای کمیته راهبری بفرستند تا در جلسه بعد اسکوپ نهایی شود.			

۱۰	آقای دکتر غرویان: گفتند که اسکوپ کار محدود شود تا اسکوپ محدود نشود جلو رفتن پروژه اشتباه است.			
۱۱	آقای دکتر محمدی: سیمولاتور مهم است که با چه مصرفی تهیه شود. سیمولاتور جنبه آموزشی دارد. آموزش بهره‌برداری، آموزش راه‌اندازی هم زیر مجموعه آن قرار می‌گیرد. اصولا سیمولاتور برای یک فعالیت specific برای تعاملات Online بهره‌برداری با سیستم است و Interactive است. توسعه فعالیت کاملا Offline است و در این Category قرار نمی‌گیرد. بهره‌برداری (عادی و اضطراری) و راه‌اندازی در Category سیمولاتورها قرار می‌گیرد. بهره‌برداری بایستی باز بصورت محدودتر و یا ارتباطات آن بررسی شود (بهره‌برداری یک پست یا نیروگاه یا مرکز دیسپاچینگ منطقه‌ای، مرکز کنترل دیسپاچینگ ملی) بایستی دقیقا مشخص شود که سیمولاتور برای چه می‌خواهیم چون تولید، انتقال، توزیع خیلی کلی است حتی توزیع هم بسیار گسترده است یا حتی انتقال خیلی گسترده است بایستی مشخص شود که کدام بخش آنها را نیاز داریم. باید مشخص کنیم کدام بخش مشکل دارد و در همان قسمت متمرکز شویم و کار را خیلی گسترده نکنیم تا عملیاتی باشد. ما در کشور به خوبی نتوانستیم نرم‌افزار develop کنیم و خدمات پشتیبانی بدهیم و آن را Update کنیم.			
۱۲	آقای مهندس ذاکر: نباید سیمولاتور را با نرم‌افزارهای مهندسی که جزو ابزار کار (نرم‌افزار مطالعات سیستم) اشتباه گرفت. سیمولاتور بازیابی (restoration)، سیمولاتور نیروگاه جنبه آموزشی دارد و بخش توسعه و ... سیمولاتور نیستند بلکه ابزارهای کار هستند. پس اگر عنوان شبیه‌ساز را بخواهیم نباید نرم‌افزار مهندسی (اسکادا، DMS ، BMS و ...) را با آن اشتباه گرفت.			
۱۳	تیم فنی اعلام کرد سیمولاتورها فقط از دید نرم‌افزاری دیده خواهند شد و در قالب یک گزارش اطلاعات جمع‌آوری شده را برای کمیته راهبری ارسال می‌نماید تا این اعضا قبل از جلسه دوم کمیته نظرات خود را اعلام نمایند.			

دستورجلسه بعد:

نام و امضای حاضران جلسه:

صورت جلسه دوم کمیته راهبری

	صورتجلسه	تاریخ : ۹۳/۰۸/۱۹ شماره : پیوست :
	MQF03-0	

موضوع جلسه : جلسه دوم کمیته راهبردی	گروه: کامپیوتر	مرحله: اول
حاضران: آقایان دکتر آقا محمدی- دکتر غرویان- مهندس ذاکر عنبرانی- مهندس رکنیان- مهندس جمشیدی- مهندس فیروزی- مهندس فیض- مهندس پور مستدام- مهندس توکلی خانم‌ها مهندس شیرخانی- مهندس مرتضوی		
غایبان: آقایان مهندس کرمی- مهندس عامری- مهندس اسکویی- مهندس فرهادی	آغاز: ۱۷:۰۰	پایان : ۱۹:۰۰
دستورجلسه: تشریح متدولوژی، تأیید نهایی محدوده پروژه و عنوان طرح		

ردیف	موضوعات مطرح شده	اقدام / پیگیری	سررسید	نتیجه / تاریخ
۱	آقای مهندس فیض متدولوژی تدوین سند استراتژی را توضیح دادند و مقرر گردید در این جلسه تعریف، محدوده و کاربردهای نرم‌افزارهای شبیه ساز نهایی شود.			
۲	تعریف شبیه‌ساز نهایی گردید به شرح زیر: عبارت پروسه به عبارت فرآیند معین تعیین نماید.			
۳	در بخش محدوده طرح عبارت مدلسازی در بند سوم به عبارت شبیه‌سازی انواع پروسه‌ها تغییر یابد (Task های معین) در بند هفتم ابزار مهندسی به ابزار محاسباتی تغییر یابد.			
۴	در بخش محدوده طرح در بند هفتم نحوه ارتباط با ابزارهای شاخص مانند Digsilent و ... حتی الامکان بررسی گردد.			
۵	در بخش کاربرد شبیه‌سازها در بند یک آموزش کاربران به آموزش کاربران رده توزیع، فوق توزیع و انتقال تغییر یابد.			
۶	در بخش کاربرد شبیه‌ساز بند سوم عبارت بهبود عملکرد یا کارایی شبکه به عبارت با افزایش توانمندی و قابلیت بهره‌بردار در مدیریت شبکه تغییر یابد.			
۷	عنوان پیشنهادی پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه نرم‌افزارهای شبیه ساز بهره‌برداری شبکه برق ایران عنوان شد و تأیید گردید.			

دستورجلسه بعد:

نام و امضای حاضران جلسه:

صورت جلسه بررسی اقدامات آتی پروژه

	صورتجلسه	تاریخ : ۹۳/۰۸/۲۴ شماره : پیوست :
	MQF03-0	

موضوع جلسه : بررسی اقدامات آتی پروژه جهت اختتام فاز ۱ و ۲ پروژه	گروه: کامپیوتر	مرحله:
حاضران: آقایان مهندس پور مستدام – مهندس توکلی – مهندس فیض خانم‌ها مهندس شیرخانی- مهندس مرتضوی- مهندس مرتضایی		
غایبان: -	آغاز: ۱۰:۰۰	پایان : ۱۲:۰۰
دستورجلسه:		

ردیف	موضوعات مطرح شده	اقدام / پیگیری	سررسید	نتیجه / تاریخ
۱	مراحل قابل انجام جهت اختتام فاز ۱ و ۲ به شرح زیر می‌باشد: ۱. فعالیت‌های قابل انجام قبل از اولویت‌بندی فناوریها و تحدید محدوده طرح • تعیین عناوین انواع نرم‌افزار شبیه‌ساز • بررسی پیشینه و سابقه استفاده از انواع نرم‌افزار مشابه صنعت برق و دلایل موفقیت و شکست آنها • تعیین اجزا سیستمی هر یک از این نرم‌افزارها • تعیین پیچیدگی، دوره عمر و عمومیت کاربرد هر یک از اجزا سیستمی • تعیین اهداف ملی توسعه هر یک از نرم‌افزارها • نهایی کردن درخت فناوری اولیه • نهایی کردن معیارهای اولویت‌بندی درخت و اولویت‌بندی درخت فناوری ۲. فعالیت‌های قابل انجام پس از اولویت‌بندی فناوریها و تحدید محدوده طرح • برآورد اندازه بازار نرم‌افزارهای هدف در بازار ایران بر اساس منابع غیر مستقیم در صنعت برق			

	• برآورد قیمت خرید هر یک از انواع نرم‌افزار شبیه‌ساز هدف • برآورد کل هزینه تولید هر یک از انواع نرم‌افزار شبیه‌ساز هدف • بررسی وضعیت کشور در بکارگیری نرم‌افزارهای هدف • بررسی شرکتهای تولید کنتور نرم‌افزارهای هدف در ایران و توانمندی آنها • بررسی بازیگران اصل در رابطه با نرم‌افزارهای هدف			
دستورجلسه بعد:				
نام و امضای حاضران جلسه:				

صورت جلسه سوم کمیته راهبری

	صورتجلسه	تاریخ : ۹۳/۰۹/۲۶ شماره : پیوست :
	MQF03-0	

موضوع جلسه :	گروه: کامپیوتر	مرحله:
حاضران: آقایان مهندس ذاکر عنبرانی- مهندس ربانی- مهندس تیموری- مهندس عامری- مهندس گیوه‌ای- مهندس خانزاده - مهندس فیض- مهندس پورمستدام- مهندس توکلی خانم‌ها مهندس شیرخانی		
غایبان: -	آغاز: ۰۹:۰۰	پایان : ۱۵:۱۵
دستورجلسه: کارگاه پیچیدگی ، عمرفن‌آوری نرم‌افزارهای شبیه ساز بهره‌برداری شبکه برق		

ردیف	موضوعات مطرح شده	اقدام / پیگیری	سررسید	نتیجه / تاریخ
۱	موضوع طرح توسعه‌ی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز صنعت برق برای حاضرین در جلسه تشریح شد و مهمترین یافته‌ها آن جهت اعمال نظر اعضا مورد بحث قرار گرفت.			
۲	وضعیت دوره‌های عمرفناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز صنعت برق در ایران با حاضرین در جلسه بررسی شد و مورد تأیید قرار گرفت.			
۳	وضعیت دوره‌ی عمر فناوری نرم افزار شبیه‌ساز صنعت برق در دنیا باحاضرین در جلسه مورد بررسی قرار گرفت و تأیید شد.			
۴	سطح پیچیدگی فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز صنعت برق بر اساس مدل اطلس با مدعوین در جلسه مورد بررسی قرار گرفت و تأیید شد.			
۵	سطح TRL فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز صنعت برق مطرح شد و پس از بحث و بررسی مورد تأیید اعضای حاضر در جلسه قرار گرفت و امتیاز آن تغییر یافت.			
۶	مباحث فاز ۴ پروژه، در قالب سوالات اساسی مطرح شد و مورد بحث قرار گرفت و سوالات جمع‌بندی گردید.			
۷	استراتژی اکتساب فناوری نرم‌افزار شبیه‌ساز صنعت برق مربوط به فاز ۳ طرح پس از بحث و بررسی توسط حاضرین در جلسه نهایتاً منجر به انتخاب روش مناسب گردید.			
۸	جایگاه مطلوب پیامدها و نتایج توسعه فناوری همینطور محورهای اساسی تغییر در راستای رسیدن به آن جایگاه (چشم انداز) مورد بحث قرار گرفت و نگاشت آن استخراج گردید.	قرار بر این شد که پس از ویرایش متن چشم‌انداز و اهداف به لحاظ ادبی به جلسه ارائه گردد.		

۹	فهرست پروژه‌های لازم جهت اعمال تغییرات برای دستیابی به اهداف توصیف شده توسط اعضای حاضر در جلسه استخراج شد.			
دستورجلسه بعد: جمع‌بندی موارد در کمیته راهبری				
نام و امضای حاضران جلسه:				

صورت جلسه چهارم کمیته راهبری

	صورتجلسه	تاریخ : ۹۳/۱۰/۱۵ شماره : پیوست :
	MQF03-0	

موضوع جلسه : نهایی سازی سند توسعه راهبردی طرح نرم‌افزاری شبیه ساز	گروه: کامپیوتر	مرحله: سند
حاضران: آقایان دکتر غرویان- مهندس ذاکر عنبرانی- مهندس رکنیان- مهندس جمشیدی- مهندس فیروزی- مهندس عامری-مهندس گیوه‌ای- مهندس خانزاده - مهندس فیض- مهندس پور مستدام- مهندس توکلی خانم‌ها مهندس سخی- مهندس شیرخانی		
غایبان: -	آغاز: ۱۴:۰۰	پایان : ۱۷:۰۰
دستورجلسه:		

ردیف	موضوعات مطرح شده	اقدام / پیگیری	سررسید	نتیجه / تاریخ
۱	نتایج حاصل از مطالعات مربوط به فاز ۱ و ۲ متدولوژی خدمت اعضای محترم کمیته راهبری ارائه شد (شامل: بررسی وضعیت بکارگیری شبیه‌سازهای ، بهره‌برداری، برآورد اندازه بازار بالقوه، انواع نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در صنعت برق، معماری نرم‌افزار شبیه‌ساز بهره‌برداری، درخت فناوری‌های نرم‌افزار، چرخه‌ی عمرفناوری و سطح پیچیدگی فناوری) و پس از بحث و بررسی و اعمال تغییرات مورد نظر اعضای محترم مورد تأیید قرار گرفت.	محدوده طرح تنها به لحاظ ادبیات تغییر یافت		
۲	نتایج حاصل از مطالعات مربوط به فاز ۳ متدولوژی خدمت اعضای محترم کمیته راهبری ارائه گردید (شامل: رویکرد اکتساب فناوری، استراتژی توسعه فناوری، چشم انداز توسعه فناوری) و	متن چشم‌انداز تغییر یافت		

	پس از بحث و بررسی و اعمال تغییرات مورد نظر اعضای محترم مورد تأیید ایشان قرار گرفت.			
۳	نتایج سطح آمادگی فناوری در کشور (TRL) خدمت اعضای محترم کمیته راهبری ارائه گردید (فاز ۴) و پس از بحث و بررسی تأیید شد.			
۴	در حوزه‌ی اقدامات و سیاست‌ها، اجزای سیاست‌گذاری توسعه فناوری خدمت اعضای محترم کمیته راهبری مطرح شد: – مبحث کار آفرینی مورد بحث قرار گرفت و تأیید شد. – مبحث خلق دانش مورد بحث قرار گرفت و تأیید شد. – مبحث انتشار دانش مورد بحث قرار گرفت و تأیید شد. – مبحث جهت دهی به سیستم مورد بحث قرار گرفت و تأیید شد. – مبحث بازار سازی مورد بحث قرار گرفت و تأیید شد. – مبحث مشروعیت بخشی بحث و بررسی شد و پس از انجام اصلاحات لازم تأیید شد. – موضوع بسیج منابع به بحث و بررسی گذاشته شد و مورد تأیید قرار گرفت. کلیه مباحث مورد بحث (فاز ۱۴) جمع‌بندی و مورد تأیید اعضای محترم کمیته راهبری قرار گرفت.			
۵	طرح اقدامات و پروژه‌های استخراجی طرح توسعه‌ی فناوری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق تحت عنوان اقدامات و شرح هر یک به استحضار اعضای محترم کمیته راهبری رسید، همچنین شناسنامه مربوط به هر یک از این طرح‌ها (شامل : عنوان ، هدف،مایلستون‌ها، معیار پذیرش، خروجی طرح، مدت لازم، بودجه‌ی لازم، مجری مربوطه) مورد بحث و بررسی قرار گرفت و در قالب نقشه‌ی راه مطرح گردید و مورد تأیید اعضای محترم کمیته راهبری قرار گرفت (فاز ۵)			
۶	اهداف طرح توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز خدمت اعضای محترم کمیته معرفی شد و هدف گذاری تأمین نرم‌افزار شبیه‌سازی بهره‌برداری شبکه به صورت سال به سال مورد بحث قرار گرفت و به تأیید اعضای محترم کمیته راهبری رسید.			
۷	در حوزه‌ی نظام ارزیابی و بروز رسانی، شاخص‌های عملکردی و اثر بخشی و مکانیزم ارزیابی، ساختار نظارت و بروز رسانی سند (فاز ۶) مطرح شد و بحث و بررسی گردید و پس از انجام اصلاحات در ادبیات شاخص‌های عملکردی و اثر بخشی مورد تأیید اعضای محترم کمیته قرار گرفت.			

دستورجلسه بعد:

نام و امضای حاضران جلسه:

صورت جلسه هماهنگی برای برگزاری کمیته راهبری

	صورتجلسه	تاریخ : ۹۳/۰۹/۰۱ شماره : پیوست :
	MQF03-0	
موضوع جلسه : جلسه دوم کمیته راهبردی	گروه: کامپیوتر	مرحله:
حاضران: آقایان مهندس پور مستدام خانم‌ها مهندس شیرخانی- مهندس مرتضوی- مهندس زمانزاده		
غایبان: آقای مهندس توکلی- خانم مهندس مرتضایی	آغاز: ۱۴:۰۰	پایان : ۱۶:۰۰
دستورجلسه: تشریح متدولوژی، تأیید نهایی محدوده پروژه و عنوان طرح		

ردیف	موضوعات مطرح شده	اقدام / پیگیری	سررسید	نتیجه / تاریخ
۱	با توجه به اینکه در جلسه اول کمیته راهبردی تعریف شبیه ساز نهایی شده است. لذا در Template پر شده گزارش فاز ۱ و ۲ این تعریف تأیید شده تلقی می‌گردد.			
۲	اجزای سیستم شبیه ساز گزارش و گراف رسم شده آن مورد تأیید است که در کمیته راهبردی مطرح گردد.			
۳	اهمیت و موارد کاربرد مورد تأیید است که در جلسه کمیته راهبری مطرح است سابقه و پیچیدگی سیستم و دوره عمرفناوری: سابقه کفایت می کند که در جلسه کمیته راهبری مطرح شود. پیچیدگی و دوره عمر: بایستی بعد از کامل شدن درخت فن‌آوری درج شود.			
۴	درخت فن‌آوری بگونه‌ای تغییر کند که همه موارد در یک درخت قرار گیرد و تا حد امکان خرد شوند. پیچیدگی بصورت یک چک لیست تهیه شود و سطح پیچیدگی فن آوری و زیر فن‌آوری‌ها تهیه شود.			
۵	بازیگران کلیدی بایستی دسته‌بندی شوند و بازنگران تهیه شده Ok می‌باشند.			
۶	مشاور محترم اسلاید بازیگران را به ما خواهند داد که بازیگران را بر اساس آن تقسیم‌بندی کنیم.			
۷	محدوده طرح در جلسه کمیته راهبردی نهایی گردید و مورد تأیید است.			
۸	معیارهای اولویت‌بندی بایستی بعد از نهایی شدن پیچیدگی، دوره عمر و توجیه پذیری‌ها انجام شوند.			
۹	منافع اجتماعی و اقتصادی قرار شد در مورد خاص این پروژه شبیه‌سازی بعدا تصمیم‌گیری شود.			
۱۰	فناوری پایه خوب است وضعیت کشور در بکارگیری فن‌آوری خوب است.			

دستورجلسه بعد:
نام و امضای حاضران جلسه:

پیوست دوم

پرسشنامه‌ها

پرسشگری از آقای مهندس تیموری – شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

پرسشنامه تدوین سند راهبردی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق

نام شرکت: توزیع تهران بزرگ

نام کارشناس: آقای مهندس تیموری

سمت: مسئول توسعه نرم‌افزار اسکادا

تلفن تماس: ۸۸۷۵۲۵۲۱

۱- آیا در شرکت از نرم‌افزار شبیه‌ساز استفاده می‌کنید یا قبلا با آن کار کرده‌اید؟

نرم‌افزار Survalent کانادایی در شرکت توزیع تهران بزرگ نصب شده است. این نرم‌افزار شبیه‌ساز نیز دارد که خریداری نشده است. البته برخی قابلیت‌های اسکادا از جمله Network Coloring و توپولوژی نیز هنوز تکمیل نشده است. نرم افزار اسکادا تحت ویندوز است که پست‌های تحت پوشش در آن پیاده‌سازی شده است. توزیع تهران بزرگ ۵ معاونت دارد . نرم‌افزار Survalent Smart SCADA (QPL) و یک نرم‌افزار GIS در معاونت‌ها نصب است. اطلاعات فیدرهای ۲۰کیلوولت از مرکز سعادت‌آباد برای این نرم‌افزار ارسال می‌شود. نرم‌افزار Survalent نسخه آموزشی دارد که بایستی لیسانس آن جداگانه خریداری شود.

۲- آیا از شبیه‌ساز استفاده می‌کنید؟ (منظور آن است که چند درصد استفاده می‌کنید و اگر استفاده نمی‌کنید، به چه علت و اگر استفاده می‌کنید به چه علت؟)

در حال حاضر از شبیه‌ساز استفاده نمی‌شود ولی ضرورت وجود آن زمانی که پیش‌بینی بار نیاز باشد و محاسبات آماری مدنظر باشد بسیار احساس خواهد شد.

۳- در شرکت شما چند نفر با سیستم شبیه‌ساز کار می‌کنند؟ (منظور چه کسانی استفاده‌کننده اصلی هستند و آیا این نرم‌افزار کاربرد آموزشی دارد یا کاربرد تحلیل شبکه)

در حال حاضر اطلاعات اسکادا توسط پروتکل DNP3 به Matlab فرستاده می‌شود و محاسبات آماری در آن انجام می‌شود. این شبیه‌ساز با Ladder function blockها روند کنترل را شبیه‌سازی می‌کند

۴- نحوه خرید شبیه‌ساز چگونه بوده است؟ (آیا از شرکت سازنده خریداری شده یا می‌توان آن را از جای دیگری نیز تهیه کرد بعنوان مثال شرکت‌های داخلی یا خارجی)

شبیه‌ساز Survalent را باید از همان شرکت خریداری کرد ولی شرکت‌های داخلی نیز می‌توانند چنانچه پروتکل ارسال اطلاعات استاندارد باشد، نسبت به تزریق اطلاعات در نرم‌افزارهای محاسباتی مثل Matlab و انجام محاسبات آماری و پیش‌بینی بار نیز اقدام کرد.

۵- حدود قیمت یک شبیه‌ساز چقدر است؟ (چند درصد قیمت کل سیستم را تشکیل می‌دهد؟)

بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ میلیون تومان

۶- چنددرصد قابلیت‌های شبیه‌ساز را استفاده می‌کنید؟

- در حال حاضر از تمامی قابلیت‌های اسکادا نیز استفاده نمی‌شود.

۷- آیا نرم‌افزار شبیه‌ساز پشتیبانی دارد؟

نرم‌افزارهای شبیه‌ساز حتما پشتیبانی نیاز دارند.

۸- چقدر نیاز است که این ورژن‌ها Update شوند؟

پشتیبانی به‌روز رسانی بسیار ضروری ا ست

۹- آیا ورژن‌های جدید آمده است؟

ورژن‌های جدید نرم‌افزار Survalent وجود دارند.

۱۰- تحریم در خرید شبیه‌ساز موثر بوده است؟ آیا شبیه‌ساز مورد نظر ساخت داخل یا ساخت خارج است؟

بله تحریم موثر است ولی می‌توان با نرم‌افزار داخلی اطلاعات را از اسکادا دریافت کرد و شبیه‌سازی را در محیط‌های محاسباتی مثل Matlab انجام دارد.

۱۱- آیا شبیه‌ساز استاندارد خاصی را تبعیت می‌کند؟

استاندارد تبادل اطلاعات بسیار مهم است.

۱۲- آیا با نرم‌افزار شبیه‌ساز مشکل دارید (مشکلات عملیاتی یا دانشی)؟

۱۳- آیا نرم‌افزار نیاز به توسعه دارد؟

۱۴- آیا با شبیه‌سازهای پروتکل آشنایی دارید؟ ضرورت این شبیه‌سازها چیست؟

برای تست RTU و ارتباط آن با مرکز استفاده می‌شود.

پرسشگری از آقای مهندس مدنی – شرکت توزیع نیروی برق نواحی تهران

پرسشنامه تدوین سند راهبردی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق

نام شرکت: توزیع تهران نواحی

نام کارشناس: آقای مهندس سید سهیل مدنی

سمت: کارشناس تحقیقات

تلفن تماس: ۳۳۳۴۲۲۴۷

۱- آیا در شرکت از نرم‌افزار شبیه‌ساز استفاده می‌کنید یا قبلا با آن کار کرده‌اید؟

در شرکت توزیع نواحی استان تهران از نرم‌آفزار شبیه‌ساز استفاده نمی‌شود. در این شرکت عمدتا آموزش اپراتورها به روش تجربی صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه شبکه توزیع حساسیت خیلی بالایی ندارد، وجود شبیه‌ساز در آن خیلی احساس نمی‌شود از طرفی سیستم‌های اسکادا نیز در شرکت‌های توزیع خیلی کاربردی نیستند و به علت اینک شبکه‌های توزیع بسیار وسیع هستند، اتومات کردن سنسورهای شبکه توزیع بسیار پرهزینه خواهد بود و بدون اتومات شدن حداقل ۲۰درصد شبکه امکن شبیه‌سازی و بدست آورد نتایج مطلوب وجود ندارد. البته بخش اتفاقات شبکه می‌تواند شبیه‌ساز داشته باشد ولی باز هم نیاز به آن کم است. شرکت‌های توزیع بجای شبیه‌ساز دنبال سیستم‌هایی هستند که بتواند سامانه اتفاقات، AMI، GIS، اتوماسیون داخلی شرکت، Crew Management، مدیریت خودروها و سیستم‌های مشابه را یکپارچه کند و بتواند از طریق آن گزارش‌های مدیریتی و آماری در خصوص معیارهایی از جمله قابلیت اطمینان،کفایت موجود انبار و غیره تهیه کند.

۲- آیا از شبیه‌ساز استفاده می‌کنید؟ (منظور آن است که چند درصد استفاده می‌کنید و اگر استفاده نمی‌کنید، به چه علت و اگر استفاده می‌کنید به چه علت؟)

خیر

۳- در شرکت شما چند نفر با سیستم شبیه‌ساز کار می‌کنند؟ (منظور چه کسانی استفاده‌کننده اصلی هستند و آیا این نرم‌افزار کاربرد آموزشی دارد یا کاربرد تحلیل شبکه)

خیر

۴- نحوه خرید شبیه‌ساز چگونه بوده است؟ (آیا از شرکت سازنده خریداری شده یا می‌توان آن را از جای دیگری نیز تهیه کرد بعنوان مثال شرکت‌های داخلی یا خارجی)

خریداری نشده است.

۵- حدود قیمت یک شبیه‌ساز چقدر است؟ (چند درصد قیمت کل سیستم را تشکیل می‌دهد؟)

۶- چنددرصد قابلیت‌های شبیه‌ساز را استفاده می‌کنید؟

۷- آیا نرم‌افزار شبیه‌ساز پشتیبانی دارد؟

۸- چقدر نیاز است که این ورژن‌ها Update شوند؟

۹- آیا ورژن‌های جدید آمده است؟

۱۰- تحریم در خرید شبیه‌ساز موثر بوده است؟ آیا شبیه‌ساز مورد نظر ساخت داخل یا ساخت خارج است؟

۱۱- آیا شبیه‌ساز استاندارد خاصی را تبعیت می‌کند؟

۱۲- آیا با نرم‌افزار شبیه‌ساز مشکل دارید (مشکلات عملیاتی یا دانشی)؟

۱۳- آیا نرم‌افزار نیاز به توسعه دارد؟

۱۴- آیا با شبیه‌سازهای پروتکل آشنایی دارید؟ ضرورت این شبیه‌سازها چیست؟

پرسشگری از آقای مهندس افشار – شرکت توزیع نیروی برق مشهد

پرسشنامه تدوین سند راهبردی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق

نام شرکت: توزیع مشهد

نام کارشناس: آقای مهندس افشار

سمت: مسئول دیسپاچینگ

تلفن تماس: ۳۸۶۵۵۵۷۸-۰۵۱

۱- آیا در شرکت از نرم‌افزار شبیه‌ساز استفاده می‌کنید یا قبلا با آن کار کرده‌اید؟

در شرکت توزیع مشهد نرم‌افزار شبیه‌ساز وجود ندارد و تنها نرم‌افزار اسکادای Open View خریداری شده است (۴۰۰ نقطه که ۳۰درصد شبکه را تحت پوشش قرار می‌دهد) که البته این نرم‌افزار دارای مد study نیز است که متاسفانه به علت اینکه در زمان خریداری تعداد نقاط تحت پوشش کم بوده است، ضرورت وجود آن احساس نشده بود ولی اکنون که تعداد نقاط تحت پوشش افزایش پیدا کرده است، نیاز به انجام فانکشن Load Flow می‌باشد.

۲- آیا از شبیه‌ساز استفاده می‌کنید؟ (منظور آن است که چند درصد استفاده می‌کنید و اگر استفاده نمی‌کنید، به چه علت و اگر استفاده می‌کنید به چه علت؟)

در ابتدا آنقدر ضرورت نداشت چون همکاران به کل شبکه مسلط هستند ولی هر چه شبکه بزرگ‌تر می‌شود، بهره‌برداری شبکه از حافظه اپراتورها خارج می‌شود و این مسئله ممکن است باعث blackout شود.

۳- در شرکت شما چند نفر با سیستم شبیه‌ساز کار می‌کنند؟ (منظور چه کسانی استفاده‌کننده اصلی هستند و آیا این نرم‌افزار کاربرد آموزشی دارد یا کاربرد تحلیل شبکه)

هم کاربرد آموزشی دارد و هم کاربرد تحلیل شبکه

۴- نحوه خرید شبیه‌ساز چگونه بوده است؟ (آیا از شرکت سازنده خریداری شده یا می‌توان آن را از جای دیگری نیز تهیه کرد بعنوان مثال شرکت‌های داخلی یا خارجی)

با توجه به اینکه نرم‌افزار open view خارجی است بنظر می‌رسد، شبیه‌ساز را نیز باید از همان شرکت خریداری کرد که اکنون خرید خارجی مشکلات خاص خود را دارد.

۵- حدود قیمت یک شبیه‌ساز چقدر است؟ (چند درصد قیمت کل سیستم را تشکیل می‌دهد؟)

۶- چنددرصد قابلیت‌های شبیه‌ساز را استفاده می‌کنید؟

بنظر می‌رسد قابلیت‌های زیر کاربردی هستند:

- نرم‌افزار محاسباتی برای برنامه‌ریزی توسعه یا تصمیم‌گیری
- شبیه‌ساز سیستم قدرت
- آموزش اپراتور

۷- آیا نرم‌افزار شبیه‌ساز پشتیبانی دارد؟

در حال حاضر شرکت توزیع مشهد فاقد نرم‌افزار شبیه‌ساز است ولی بنظر می‌رسد در صورت خریداری آن لازم است پشتیبانی آن نیز نیاز است. زیرا نرم‌افزارهای کاربردی نیازمند به‌روزرسانی می‌باشد. در غیراینصورت پس از مدتی اهمیت خود را از دست می‌دهند.

۸- چقدر نیاز است که این ورژن‌ها Update شوند؟

نرم‌افزار اسکادارا یک بار در سال ۱۳۸۷ به روز رسانی کرده‌اند که این امر نشان می‌دهد که به‌روز رسانی نرم‌افزار شبیه‌ساز نیز ضروری است.

۹- آیا ورژن‌های جدید آمده است؟

احتمالا ورژن‌های جدید اسکادا نیز آمده است.

۱۰- تحریم در خرید شبیه‌ساز موثر بوده است؟ آیا شبیه‌ساز مورد نظر ساخت داخل یا ساخت خارج است؟

بله تحریم موثر است و امکان خرید نرم‌افزار خارجی وجود ندارد.

۱۱- آیا شبیه‌ساز استاندارد خاصی را تبعیت می‌کند؟

معمولا هر شرکتی روال خاص خود را دارد و استاندارد بین‌المللی وجود ندارد.

۱۲- آیا با نرم‌افزار شبیه‌ساز مشکل دارید (مشکلات عملیاتی یا دانشی)؟

۱۳- آیا نرم‌افزار نیاز به توسعه دارد؟

۱۴- آیا با شبیه‌سازهای پروتکل آشنایی دارید؟ ضرورت این شبیه‌سازها چیست؟

پرسشگری از آقای مهندس رکنیان – شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

پرسشنامه تدوین سند راهبردی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق

نام شرکت: برق منطقه‌ای اصفهان

نام کارشناس: آقای مهندس رکنیان

سمت: کارشناس مسوول اسکادا

تلفن تماس: ۳۶۹۳۳۰۸۵ – ۰۳۱

۱- آیا در شرکت از نرم‌افزار شبیه‌ساز استفاده می‌کنید یا قبلا با آن کار کرده‌اید؟

بله.

۲- آیا از شبیه‌ساز استفاده می‌کنید؟ (منظور آن است که چند درصد استفاده می‌کنید و اگر استفاده نمی‌کنید، به چه علت و اگر استفاده می‌کنید به چه علت؟)

بله. از OTS و PAS استفاده می‌کنند. از بخش PAS قابلیت‌های Switching Sequence و State estimator در حالت Online و OTS در حالت Offline مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳- در شرکت شما چند نفر با سیستم شبیه‌ساز کار می‌کنند؟ (منظور چه کسانی استفاده‌کننده اصلی هستند و آیا این نرم‌افزار کاربرد آموزشی دارد یا کاربرد تحلیل شبکه)

کاربرد آموزشی و کاربرد تحلیل دارد.

۴- نحوه خرید شبیه‌ساز چگونه بوده است؟ (آیا از شرکت سازنده خریداری شده یا می‌توان آن را از جای دیگری نیز تهیه کرد بعنوان مثال شرکت‌های داخلی یا خارجی)

هر نرم افزار اسکادا شبیه‌ساز خاص خود را دارد. ولی برای فراگیری اصول دیسپاچری می‌توان از از شبیه‌ساز آموزش اپراتور عمومی هم استفاده نمود.

۵- حدود قیمت یک شبیه‌ساز چقدر است؟ (چند درصد قیمت کل سیستم را تشکیل می‌دهد؟)

-

۶- چنددرصد قابلیت‌های شبیه‌ساز را استفاده می‌کنید؟

-

۷- آیا نرم‌افزار شبیه‌ساز پشتیبانی دارد؟

بله.

۸- چقدر نیاز است که این ورژن‌ها Update شوند؟

نیاز است.

۹- آیا ورژن‌های جدید آمده است؟

-

۱۰- تحریم در خرید شبیه‌ساز موثر بوده است؟ آیا شبیه‌ساز مورد نظر ساخت داخل یا ساخت خارج است؟

صد در صد.

۱۱- آیا شبیه‌ساز استاندارد خاصی را تبعیت می‌کند؟

-

۱۲- آیا با نرم‌افزار شبیه‌ساز مشکل دارید (مشکلات عملیاتی یا دانشی)؟

-

۱۳- آیا نرم‌افزار نیاز به توسعه دارد؟

بله.

۱۴- آیا با شبیه‌سازهای پروتکل آشنایی دارید؟ ضرورت این شبیه‌سازها چیست؟

بله، برای گروه تعمیر و نگهداری مورد نیاز است نه گروه بهره‌برداری.

پرسشگری از آقای مهندس سبحانی – شرکت برق منطقه‌ای غرب

پرسشنامه تدوین سند راهبردی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق

نام شرکت: برق منطقه‌ای غرب

نام کارشناس: آقای مهندس سبحانی

سمت: مدیر طرح و توسعه

تلفن تماس: ۰۹۱۸۱۳۱۵۸۴۷

۱- آیا در شرکت از نرم‌افزار شبیه‌ساز استفاده می‌کنید یا قبلا با آن کار کرده‌اید؟

خیر.

۲- آیا از شبیه‌ساز استفاده می‌کنید؟ (منظور آن است که چند درصد استفاده می‌کنید و اگر استفاده نمی‌کنید، به چه علت و اگر استفاده می‌کنید به چه علت؟)

خیر

۳- در شرکت شما چند نفر با سیستم شبیه‌ساز کار می‌کنند؟ (منظور چه کسانی استفاده‌کننده اصلی هستند و آیا این نرم‌افزار کاربرد آموزشی دارد یا کاربرد تحلیل شبکه)

-

۴- نحوه خرید شبیه‌ساز چگونه بوده است؟ (آیا از شرکت سازنده خریداری شده یا می‌توان آن را از جای دیگری نیز تهیه کرد بعنوان مثال شرکت‌های داخلی یا خارجی)

شرکت سازنده اسکادا PSI این نرم افزار را به عنوان یک بخش از بسته نرم افزاری خود تولید کرده است ولی در پروژه اسکادا فوق توزیع کرمانشاه این بخش خریداری نشده است.

۵- حدود قیمت یک شبیه‌ساز چقدر است؟ (چند درصد قیمت کل سیستم را تشکیل می‌دهد؟)

۶- چنددرصد قابلیت‌های شبیه‌ساز را استفاده می‌کنید؟

- -

۷- آیا نرم‌افزار شبیه‌ساز پشتیبانی دارد؟

-

۸- چقدر نیاز است که این ورژن‌ها Update شوند؟

-

۹- آیا ورژن‌های جدید آمده است؟

-

۱۰- تحریم در خرید شبیه‌ساز موثر بوده است؟ آیا شبیه‌ساز مورد نظر ساخت داخل یا ساخت خارج است؟

-

۱۱- آیا شبیه‌ساز استاندارد خاصی را تبعیت می‌کند؟

-

۱۲- آیا با نرم‌افزار شبیه‌ساز مشکل دارید (مشکلات عملیاتی یا دانشی)؟

-

۱۳- آیا نرم‌افزار نیاز به توسعه دارد؟

-

۱۴- آیا با شبیه‌سازهای پروتکل آشنایی دارید؟ ضرورت این شبیه‌سازها چیست؟

بله، برای راه اندازی و تعمیر و نگهداری سیستم‌های اسکادا خیلی کاربرد دارد.

پرسشگری از آقای مهندس حقیقی – شرکت برق منطقه‌ای فارس

پرسشنامه تدوین سند راهبردی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز صنعت برق

نام شرکت: برق منطقه‌ای فارس

نام کارشناس: آقای مهندس حقیقی

سمت: مسوول اتوماسیون برق منطقه‌ای

تلفن تماس: ۳۲۳۰۸۳۶۵ – ۰۷۱

۱- آیا در شرکت از نرم‌افزار شبیه‌ساز استفاده می‌کنید یا قبلا با آن کار کرده‌اید؟

بله. شبیه‌ساز DTS ندارند.

۲- آیا از شبیه‌ساز استفاده می‌کنید؟ (منظور آن است که چند درصد استفاده می‌کنید و اگر استفاده نمی‌کنید، به چه علت و اگر استفاده می‌کنید به چه علت؟)

بله.

۳- در شرکت شما چند نفر با سیستم شبیه‌ساز کار می‌کنند؟ (منظور چه کسانی استفاده‌کننده اصلی هستند و آیا این نرم‌افزار کاربرد آموزشی دارد یا کاربرد تحلیل شبکه)

به دلیل اینکه باید داده وارد سیستم شود، زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۴- نحوه خرید شبیه‌ساز چگونه بوده است؟ (آیا از شرکت سازنده خریداری شده یا می‌توان آن را از جای دیگری نیز تهیه کرد بعنوان مثال شرکت‌های داخلی یا خارجی)

از شرکت خارجی باید خریداری شود. منظور شرکت تولید کننده نرم افزار اسکادا است.

۵- حدود قیمت یک شبیه‌ساز چقدر است؟ (چند درصد قیمت کل سیستم را تشکیل می‌دهد؟)

سوال سختی است.

۶- چنددرصد قابلیت‌های شبیه‌ساز را استفاده می‌کنید؟

قابلیت‌های محدودی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به شکلی که یک Snapshot از شبکه می‌گیرد و روی آن تحلیل انجام می‌دهد.

۷- آیا نرم‌افزار شبیه‌ساز پشتیبانی دارد؟

در حد افزودن یک قابلیت.

۸- چقدر نیاز است که این ورژن‌ها Update شوند؟

نیاز نیست.

۹- آیا ورژن‌های جدید آمده است؟

خیر.

۱۰- تحریم در خرید شبیه‌ساز موثر بوده است؟ آیا شبیه‌ساز مورد نظر ساخت داخل یا ساخت خارج است؟

بله.

۱۱- آیا شبیه‌ساز استاندارد خاصی را تبعیت می‌کند؟

خیر.

۱۲- آیا با نرم‌افزار شبیه‌ساز مشکل دارید (مشکلات عملیاتی یا دانشی)؟

-

۱۳- آیا نرم‌افزار نیاز به توسعه دارد؟

بله.

۱۴- آیا با شبیه‌سازهای پروتکل آشنایی دارید؟ ضرورت این شبیه‌سازها چیست؟

بله، برای راه اندازی و تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری سیستم‌های اسکادا کاربرد دارد.

مراجع

[۱] آراستی، محمدرضا؛ انتخاب مدل مناسب برای تدوین استراتژی‌های توسعه تکنولوژی صنعت برق ایران، پروژه برنامه ریزی توسعه تحقیقات و تأمین تکنولوژی‌های مورد نیاز صنعت برق، شرکت متن، مهرماه ۱۳۸۰

[۲] روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست ملی کشور، اردیبهشت ۹۲

[3] W.L. Feijó Jr.*, F. A. B. Lemos, Member, IEEE, A. V. Zampieri, A. Manzoni and A. Franceschi, Computational System for Training and Simulation of Volt/VAR Control Actions, IEEE Transactions on Power Systems, 2004.

[4] M. PRAIS, G. ZHANG, Y. CHEN, A. BOSE, D. CURTICE, "Operator Training Simulator: Algorithms and Test Results", IEEE Transactions on Power Systems,August 1989.

[5] M. PRAIS, C. JOHNSON, A. BOSE, D. CURTICE, "Operator Training Simulator: Component Models", IEEE Transactions on Power Systems, August 1989.

[6] R. PODMORE, J. C. GIRI, M. P. GORENBERG, J. P. BRITTON, N.M. PETERSON, "An Advanced Dispatcher Training Simulator", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, January 1982.

[7] G. ZHANG, A. BOSE, "Scenario Building for Operator Training Simulators Using a Transient Stability Program", IEEE Transactions on Power Systems, October 1989.

[8] J. G. WAIGHT, K. NODEHI, M. RAFIAN, H. VON MEETEREN, A. BOSE, "An Advanced Transportable Operator Training Simulator", IEEE Power Industry Computer Application Conference (17th PICA), No. 1992, May 1991.

[9] R. F. CHU, E. J. DOBROWOLSKI, E. J. BARR, J. MCGEEHAN, D. SCHEURER, K. NODEHI, "The Uses of an Operator Training Simulator for System Restoration", IEEE Power Industry Computer Application Conference (17th PICA), No. 1992, May 1991.

[۱۰] اطلس تکنولوژی، ۱۳۶۹، صص ۶۸-۶۴

[۱۱] بسته‌نگار، مهرنوش؛ گلشن، ندا؛ زینالی، فرحناز؛ ارتباط نقشه‌راه با تحلیل ذینفعان و مدل کسب و کار در پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی، کنفرانس مدیریت چالشها و راهکارها، دی ماه ۹۲

[۱۲] علی‌احمدی، علیرضا؛ غفاریان، وفا؛ پیشبینی روند تکنولوژی، مجله تدبیر، شماره ۱۲۱، اردیبهشت ۸۰

[13] IntelligridSM Transmission Fast, Simulation and Modeling (T-FSM), Business Case Analysis Report, EPRI, 2005

[14] Xavier Mamo, A roadmap for developing real time deistributio
n system simulation tools for the smart grid, Cired Seminar 2008: Smart grids for distribution

[15] K.Moslehi, A.B.R. Kumar, "Framework for a Self-Healing Power Grid", IEEE, 2005

[16] GridLAB-D, U.S. Department of Energy, Pacific Northwest National Laboratory, 2012

[۱۷] ملکی، علی؛ باقری مقدم، ناصر؛ اکتساب تکنولوژی، عوامل مؤثر بر انتخاب سبک و روش مناسب، اولین کنفرانس مدیریت تکنولوژی، خرداد ۱۳۸۲

[۱۸] شهریاری، محسن؛ احمدی، آناهیتا؛ جوادی، حسن؛ ارباب شیرانی، بهروز؛ مقایسه الگوهای مختلف تدوین نقشه راه فناوری؛ چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی ایران

[۱۹] مشخصات فنی نرم افزار SINAUT Spectrum Power System Control شرکت SIEMENS

[۲۰] مشخصات فنی نرم افزار PSI

[۲۱] مشخصات فنی نرم افزار Alestom

[۲۲] مشخصات فنی نرم افزار ABB

[۲۳] جدول داده–ستانده اقتصاد ایران سال ۱۳۷۸، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، تیر ۱۳۸۴

[۲۴] تهیه نگاشتهای تکنولوژی، پروژه مطالعات امکان‌سنجی–جذابیت پیل سوختی و تدوین استراتژی توسعه فنـاوری آن در کشور، سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران

[۲۵] گروه آینده‌اندیشی بنیاد توسعه فردا، روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی، ۱۳۸۴.

[۲۶] مبانی تئوری، پروژه مطالعات امکان‌سنجی–جذابیت پیل سوختی و تدوین استراتژی توسعه فناوری آن در کشور، سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران

[۲۷] گزارش بررسی روش‌های ارزیابی طرح و تکنولوژی و انتخاب روش‌های مناسب، پروژه برنامه‌ریزی پیاده‌سازی شبکه هوشمند در شرکت توزیع نمونه در افق‌های زمانی مختلف

[۲۸] باقری مقدم، ناصر، مروری بر نظام‌های نوآوری، کنفرانس مدیریت اجرایی

[۲۹] بررسی نظام جامع مدیریت فناوری اطلاعات در ایران و جهان، مجموعه مستندات نظام جامع فناوری اطلاعات، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات

[30] Castellacci, Fulvio, Technological Paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industires in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation, 2008

[31] Kasperczyk, Nadja; Knickel, Karlheinz; Preference ranking organization method for enrichment evaluations (PROMETHEE)

[32] Project Management Planning, Budgeting, 1997

[33] Project Management Planning, Development of a project schedule, 1997

[34] McCawley, Paul F., The Logic Model for program planning and evaluation, University of Idaho Extension

[35] http://www.cs.uu.nl/foswiki/bin/view/spm/FastStart ,Vlaanderen, Kevin; Technology Roadmapping-Fast Start, 2010

[36] http://www.uwex.edu/ces/pdande/evaluation/evallogicmodel.html , Program Development and Evaluation, University of Wisconsin-Extension

[37] https://explorable.com/snowball-sampling

[38] http://www.productdesigner.ir

[39] http://ayandehpajoohi.blog.ir

[40] http://vista.ir/article/245920