

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری سامانه‌های ابزار دقیق نیروگاهی

مدیر پروژه: مهندس بابک امینی

گروه پژوهشی الکترونیک، کنترل و ابزار دقیق

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ دکتر احمد افشار

✦ مهندس محمدعلی فرحناکیان

✦ دکتر حمید لطیفی

✦ دکتر محسن منتظری

✦ دکتر سید شمس‌الدین مهاجرزاده

✦ مهندس امیر نریمانی

ویرایش اول

۱۳۹۴

## مقدمه

با توجه به نقش بنیادین انرژی برق در ساختار زیر بنایی صنعت و اقتصاد کشور، توجه به نیروگاه‌های تولید برق به عنوان منابع پایه‌ای تولید این انرژی اهمیت بسیاری پیدا می‌کند. بنابراین نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، نگهداشت و تعمیرات نیروگاه‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به منظور بهره‌برداری و نگهداشت مناسب نیروگاه، نیاز است تا پارامترهای فراوانی در هر لحظه اندازه‌گیری و پایش شوند. به دیگر روی، در یک نیروگاه، در هر لحظه صدها فرایند به طور همزمان و غیر همزمان در حال اجرا می‌باشند و برای کنترل دقیق این فرایندهای حساس، نیاز است تا پارامترهای گوناگونی اندازه‌گیری، و محاسبات مورد نیاز بر روی آن‌ها انجام شود. همچنین این محاسبات می‌تواند جهت اندازه‌گیری دیگر پارامترهای با اهمیت مورد نظر بهره‌بردار، مانند راندمان، کیفیت، طول عمر و ... به کار گرفته شود. اندازه‌گیری‌ها در نیروگاه به کمک سامانه‌های ابزار دقیق صورت می‌گیرد.

در این سند ابتدا چشم‌انداز و اهداف کلان طرح مشخص می‌شوند. سپس تجهیزات ابزار دقیق بخش‌های گوناگون نیروگاهی شناسایی شده و رویکرد دستیابی به دانش فنی تجهیزات تعیین خواهد شد. در گام پایانی نیز پس از تعیین سیاست‌های مورد نیاز برای انجام بهینه طرح، اقدامات لازم برای دستیابی به دانش فنی، ساخت نمونه‌های صنعتی و در نهایت تجاری سازی تجهیزات ابزار دقیق، در قالب اقدامات فنی و غیر فنی مشخص خواهد شد.

## چشم‌انداز توسعه فناوری سامانه‌های ابزار دقیق نیروگاهی

بیاری خداوند بزرگ و در راستای افزایش توان تولید  
داخل، در یک بازه ده ساله تا افق ۱۴۰۴، جمهوری  
اسلامی ایران در حوزه ابزار دقیق نیروگاهی، کشوری  
است:

✓ برخوردار از دانش فنی طراحی و ساخت تجهیزات

ابزار دقیق با اهمیت نیروگاهی

✓ دارای سهم مناسب از بازارهای داخلی و جهانی

## اهداف توسعه فناوری

همان‌گونه که عنوان شد، اجرای فرایندهای نیروگاهی بدون بکارگیری سامانه‌های ابزار دقیق امکانپذیر نمی‌باشد. به دیگر روی بدون بکارگیری تجهیزات ابزار دقیق امکان تولید برق وجود نخواهد داشت. این موضوع اهمیت بسیار بالای این حوزه را بیان می‌کند.

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در بومی‌سازی تجهیزات گوناگون صنعت برق کشور، متأسفانه هم‌اکنون بیش از ۸۵٪ سامانه‌های ابزار دقیق نیروگاهی از خارج از کشور تهیه می‌شوند. بر پایه بررسی‌های انجام شده، مصرف سالیانه تجهیزات ابزار دقیق نیروگاه‌های سوخت فسیلی نزدیک به ۲۵۰ میلیارد تومان می‌باشد. همچنین آمار گمرک، در سال ۹۳ بیانگر واردات بیش از ۶۰۰ میلیارد تومانی تجهیزات ابزار دقیق در کل کشور است. این آمار در برگیرنده نیازهای ابزار دقیق دیگر صنایع نیز می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت، بازار قابل توجهی در این حوزه وجود دارد.

همچنین فناوری‌های به کار رفته در ساخت سامانه‌های ابزار دقیق امروزی عموماً بر پایه فناوری‌های نوین مانند فتونیک و میکرو الکترونیک می‌باشد. این فناوری‌ها در اسناد بالادستی کشور نیز مورد تأکید و توجه قرار گرفته‌اند. به دیگر روی گام نهادن در مسیر دستیابی به دانش فنی سامانه‌های ابزار دقیق نیروگاهی هم راستا با برنامه‌های کلان علمی کشور نیز می‌باشد.

بنابراین می‌توان گفت ظرفیت بالقوه فراوانی برای بومی‌سازی، کاهش وابستگی و همچنین کارآفرینی در حوزه ابزار دقیق نیروگاهی وجود دارد. با بکارگیری توان علمی دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان می‌توان به اهداف مورد نظر دست یافت. بر همین پایه اهداف کلان طرح توسعه فناوری سامانه‌های ابزار دقیق نیروگاهی عبارتند از:

- بومی‌سازی ۳۱ دستگاه با اهمیت ابزار دقیق نیروگاهی
- کسب ۸۵٪ از سهم بازار سالیانه ابزار دقیق نیروگاه‌های کشور
- صرفه‌جویی ارزی به میزان ۶۴ میلیون دلار
- صادرات سالیانه ۵ میلیون دلار
- فعال‌سازی ۵۰ شرکت دانش‌بنیان در حوزه ابزار دقیق

## راهبردهای توسعه فناوری

در راستای تعیین راهبرد توسعه فناوری ابتدا سه محور سطح بلوغ فناوری (چرخه عمر فناوری)، توانمندی ملی در حوزه فناوری (پیشرو و پیرو بودن در فناوری) و درنهایت گستردگی حوزه فناوری (انحصاری یا عمومی بودن فناوری) در خصوص تجهیزات ابزار دقیق بررسی شد تا رویکرد مناسب انتخاب شود.

پس از بررسی مشخص شد که فناوری تجهیزات مورد مطالعه دارای حوزه فناورانه مشخص بوده و تمامی تجهیزات در دوره رشد قرار گرفته‌اند. از طرفی کشور ما در تولید تجهیزات یاد شده در وضعیت پیروی قرار داشته و در حال حاضر اکثر تجهیزات وارد کشور می‌شوند. به دیگر روی کشور، مصرف کننده آن‌ها می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد راهبردی که برای توسعه فناوری تجهیزات اولویت دار در نظر گرفته شده است، راهبرد اقدام محور می‌باشد.

از طرفی تجهیزات برگزیده برای بومی‌سازی، دارای ویژگی‌های زیر هستند:

- ارزش افزوده بالا در صورت ساخت داخل در مقایسه با خرید فناوری و یا مشارکت خارجی
- بازار غیر جذاب برای مشارکین خارجی به دلیل حجم کم مصرف از نگاه بیرونی
- نبود نگاه و توجه مناسب مدیران پیشین برای سرمایه گذاری و خودکفایی ساخت تجهیزات ابزار دقیق با وجود توان مناسب بومی‌سازی در کشور

با توجه به موارد اشاره شده و با انجام گفتگو و رایزنی با اعضای کمیته راهبری پروژه، و همچنین بر پایه بیانیه چشم انداز، راهبرد توسعه درون‌زا برای کسب دانش فنی ساخت تجهیزات مورد نظر برگزیده شد.

### فناوری‌های اولویت‌دار

جهت انتخاب محصول فناورانه به بررسی تجهیزات ابزار دقیق مورد نیاز نیروگاه‌ها از جمله فلومتر، سطح سنج، فشار سنج و ... به تفکیک نوع نیروگاه پرداخته شد و در نهایت از بین ۱۰۵ تجهیز ابزار دقیق، ۳۱ تجهیز به دلیل اهمیت بکارگیری در نیروگاه برگزیده شد. همچنین فناوری‌های گوناگون دنیا که در ساخت تجهیزات ابزار دقیق بکار گرفته می‌شوند مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت بر پایه منحنی چرخه‌ی عمر، فناوری‌های فتونیک و میکروالکترونیک به دلیل روند رو به رشد استفاده در تجهیزات مدرن ابزار دقیق، به عنوان فناوری‌های اولویت دار برگزیده شدند. نیاز به روشننگری است با توجه به حساسیت کاربرد تجهیزات، در برخی از موارد امکان طراحی، ساخت و جایگزینی تجهیز مورد

نظر با فناوری‌های اولویت‌دار وجود ندارد، بر همین پایه کسب دانش فنی و ساخت تجهیز مورد نظر با فناوری موجود برگزیده شد.

### رده‌بندی تجهیزات اولویت‌دار نیروگاهی

برای گزینش و رده‌بندی ۱۰۵ تجهیز ابزار دقیق نیروگاهی که هر یک بسته به حساسیت مکان بکارگیری از اهمیت خاصی برخوردارند، نیاز به تعریف پارامتری است تا بتوان تجهیزاتی را که از جنبه‌های گوناگون دارای اولویت بالاتری هستند را مشخص نمود. در واقع در این بخش اولویت‌بندی تجهیزات فناورانه مطرح است که بر پایه نظر اعضای کمیته راهبری، به شدت نیاز و حجم بازار وابسته است. در همین راستا برای رده‌بندی تجهیزات از ماتریس جذابیت و امکان‌پذیری استفاده و در نهایت ۳۱ تجهیز از بین ۱۰۵ تجهیز برگزیده شد. علت گزینش این ۳۱ تجهیز این است که هزینه خرید سالیانه تجهیزات برگزیده (۳۱ تجهیز) برابر با ۸۵ درصد هزینه خرید سالیانه کل تجهیزات (۱۰۵ تجهیز) ابزار دقیق نیروگاه‌ها می‌باشد. فهرست تجهیز اولویت‌دار در جدول زیر آمده است.

ردیف	نام تجهیز
1	CO, CO <sub>2</sub> , NOX, SOX Analyzer
2	Gas Calorimeter
3	Rotor (Shaft) Balancer
4	Ultrasonic Flow Meter For Gas
5	Turbine Supervisory panel
6	Fire Detector
7	Zirconia O <sub>2</sub> Sensor
8	Electrochemical sensors for portable Flue gas analyzer
9	Burner flame Detector
10	Absolute Vibration Sensor
11	Position ( limit ) Switch
12	Industrial Temperature transmitter ( head mount , field mount , panel
13	OVAL Gear Flow meter
14	Fire Fighting Control Panel ( SIL 2 or 3 )
15	DO <sub>2</sub> Analyzer ( Dissolved Oxygen Analyzer)
16	Online Sensor of CO , CO <sub>2</sub> , NOX, SOX
17	Pressure switch ( Diaphragm Type)
18	DO <sub>2</sub> sensor
19	Pressure Gauge & Pressure Indicator switch (Bourdon Type)
20	Pressure & Differential Pressure Transmitter (Diaphragm Type)
21	Relative Vibration Sensor
22	Heat Detector
23	Oxygen Analyzer
24	Temperature Switch ( Belows Type)
25	Temperature Indicator ( Dial - Gas Filled)
26	Thermal flow Transmitter or Switch
27	Special Proximity Sensor or Switch For Supervisory systems of Rotary machines ( turbine , pump , motor , ... )
28	Ultrasonic Flow Meter For Liquid
29	Temperature Indicator Switch (Dial-Gas Filled)
30	Pressure Transmitter (Diaphragm type)
31	Smoke Detector

## اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

پس از انتخاب تجهیزات فناورانه و رویکرد توسعه مناسب، در این بخش به سیاست‌ها و اقدامات لازم در راستای برپایی یک نظام نوآوری فناورانه کارا در حوزه ابزار دقیق نیروگاهی شناسایی و معرفی می‌شود. در واقع سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز برای چگونگی دستیابی به فناوری‌های مورد نظر و نشر دانش مربوطه، بازارسازی، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی بازار برای بکارگیری محصولات بومی‌سازی شده، کارآفرینی و تامین منابع برای انجام پروژه‌های سند راهبردی از موضوعات مهم سند راهبردی می‌باشند. نیاز است تا سیاست‌ها و اقدامات فنی و غیر فنی مناسب برای تحقق آن‌ها شناسایی و تدوین شود.

### اقدامات فنی

با گزینش ۳۱ تجهیز به عنوان تجهیزات برگزیده، اقدامات فنی لازم برای بدست آوردن دانش فنی طراحی و ساخت آن‌ها در قالب هفت طرح ارائه دسته‌بندی شد. برنامه‌ی زمان بندی برای اجرای این طرح‌ها در نقشه‌ی راه سند آورده شده است. فهرست پروژه‌های طرح‌های مورد نظر در جداول زیر ارائه شده است.

#### پروژه‌های طرح فلو (حسگرهای فلومتر)

ردیف	حسگرهای فلومتر
۱	Ultrasonic Flow Meter For Gas
۲	OVAL Gear Flow meter
۳	Thermal flow Transmitter or Switch
۴	Ultrasonic Flow Meter For Liquid

#### پروژه‌های طرح شیم (حسگرهای شیمیایی آب)

ردیف	حسگرهای شیمیایی آب
۱	DO2 Analyzer (Dissolved Oxygen Analyzer)
۲	DO2 sensor



پروژه‌های طرح حفا (حسگرهای حفاظت و نشتی گاز)

ردیف	حسگرهای حفاظت و نشتی گاز
۱	Burner flame Detector
۲	Fire Detector ( for firefighting system in hazardous area )
۳	Fire Fighting Control Panel (SIL 2 or 3 )
۴	Heat Detector ( for firefighting system in hazardous area )
۵	Smoke Detector ( for firefighting system in hazardous area )

پروژه‌های طرح سدا(حسگرهای سوخت دود احتراق)

ردیف	حسگر سوخت دود احتراق
۱	CO, CO <sub>2</sub> ,NOX, SOX Analyzer
۲	Gas Calorimeter
۳	Zirconia O <sub>2</sub> Sensor
۴	Online Sensor of CO , CO <sub>2</sub> , NOX, SOX
۵	Oxygen Analyzer
۶	Electrochemical sensors for portable Flue gas analyzer

پروژه‌های طرح فشارسنج

ردیف	فشارسنج
۱	Pressure switch (Diaphragm Type)
۲	Pressure & Differential Pressure Transmitter (Diaphragm Type)
۳	Pressure Transmitter (Diaphragm type)
۴	Pressure Gauge & Pressure Indicator switch (Bourdon Type)

پروژه‌های طرح مکا (حسگرهای پارامتر مکانیکی)

ردیف	حسگرهای پارامتر مکانیکی
۱	Absolute Vibration Sensor
۲	Special Proximity Sensor or Switch For Supervisory systems of Rotary machines ( turbine , pump , motor , ...)
۳	Rotor (Shaft) Balancer
۴	Turbine Supervisory panel
۵	Limit or Micro Switch
۶	Relative Vibration Sensor

پروژه‌های طرح دماسنج

ردیف	دماسنج
۱	Industrial Temperature transmitter (head mount, field mount, panel mount )
۲	Temperature Indicator (Dial - Gas Filled)
۳	Temperature Switch (Bellows Type)
۴	Temperature Indicator Switch (Dial - Gas Filled)

### اقدامات غیر فنی

اقدامات غیر فنی برای کارکرد کسب و توسعه دانش

ردیف	وظایف
۱	تدوین سند راهبردی و نقشه راه برای حوزه ابزار دقیق
۲	انجام پروژه‌ها با ساز و کار فراخوان
۳	تشکیل کمیته‌های مناسب راهبری و نظارتی برای اجرای نقشه راه

اقدامات غیر فنی برای کارکرد جهت دهی

ردیف	وظایف
۱	تشکیل کمیته‌های مناسب ناظرین تخصصی برای همسو سازی بازیگران کلیدی
۲	کمک به تولید محصولات با کیفیت و فرهنگ سازی مناسب

اقدامات غیر فنی برای کارکرد انتشار دانش

ردیف	وظایف
۱	تشکیل کمیته‌های مناسب جهت مدیریت دانش
۲	تدوین آیین نامه و دستورالعمل‌های ثبت پتنت‌های حاصل از پروژه‌های انجام شده
۳	انجام پروژه‌ها با ساز و کار فراخوان
۴	تشکیل کمیته‌های مناسب راهبری و نظارتی برای اجرای نقشه راه

اقدامات غیر فنی برای کارکرد کارآفرینی

ردیف	وظایف
۱	تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی
۲	کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها
۳	تشویق بهره‌برداران نیروگاهی به خرید محصولات تجهیزات ابزار دقیق داخلی

اقدامات غیر فنی برای کارکرد بازار سازی

ردیف	وظایف
۱	تعریف پروژه‌های مناسب از منظر فنی و صنعتی
۲	کمک به تامین اعتبار مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها
۳	پشتیبانی از تولید داخل – کاهش مالیات
۴	پشتیبانی از تولید داخل – افزایش تعرفه واردات
۵	کمک به تامین بخشی از اعتبارات مورد نیاز برای ارائه تسهیلات
۶	تامین اعتبار مورد نیاز جهت تاسیس پارک فناوری صنعت برق کشور

اقدامات غیر فنی برای کارکرد مشروعیت بخشی

ردیف	وظایف
۱	تامین اعتبار ساز و کار برگزیده جهت انجام تبلیغات فرهنگی
۲	پرداخت یارانه و تغییر آیین نامه‌های برگزاری مناقصات در راستای تقویت خرید تجهیز ابزار دقیق داخلی

اقدامات غیر فنی برای کارکرد تامین منابع

ردیف	وظایف
۱	به کارگیری بودجه‌های پژوهشی وزارت نیرو و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری برای کمک به شرکت‌های واجد شرایط داخلی، برای بومی‌سازی دستگاه‌های با کیفیت ابزار دقیق، به صورت یک برنامه جهت‌دار، و در قالب سند راهبردی و رهنگاشت

