**به نام خدا**

**سند دستیابی به 10000 (ده هزار مگاوات ) برق هسته ای ایمن، مطمئن و اقتصادی**

**(با رویکرد مشارکت حداکثری)**

**سازمان انرژ‍ي اتمي ايران**

**بهمن 1400**

**فهرست مطالب : شماره صفحه**

[مقدمه 3](#_Toc93937145)

[**1-** **انتخاب ساختگاه** 4](#_Toc93937146)

[**1-1** **هدف** 5](#_Toc93937147)

[**1-2** **شرح** 5](#_Toc93937148)

[**1-3** **چالشها** 7](#_Toc93937149)

[**1-4** **راهکارها** 7](#_Toc93937150)

[**2-** **نوع راکتور:** 8](#_Toc93937151)

[**2-1** **سند راکتورهای قدرت هسته‌ای در دنیا [1]:** 9](#_Toc93937152)

[**2-2** **سند استراتژی و برنامه‌ریزی توسعه نیروگاه‌های کشور در افق بیست ساله (پروژه تابناک سال 1385) [2]:** 10](#_Toc93937153)

[**2-3** **سند برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) [3]:** 10](#_Toc93937154)

[**3-** **تامین سوخت هسته ای** 11](#_Toc93937155)

[**3-1** **اورانیوم طبیعی و زیرساخت‌ها و تأسیسات چرخه سوخت مورد نیاز:** 11](#_Toc93937158)

[**3-2** **بررسی وضعیت موجود چرخه سوخت در هر حوزه:** 12](#_Toc93937159)

[**4-** **سوخت مصرف شده :** 15](#_Toc93937160)

[**5-** **زیر ساخت های مورد نیاز برای تحقق هدف بومی سازی** 18](#_Toc93937161)

[**5-1** **: منظور از بومی سازی : (تعریف حدود و ثغور)** 19](#_Toc93937162)

[**5-2** **: تجارب موجود:** 19](#_Toc93937163)

[**5-3** **: چالش ها:** 21](#_Toc93937164)

[**5-4** **زیر ساخت های مورد نیاز :** 22](#_Toc93937165)

[**6-** **منابع انسانی** 23](#_Toc93937166)

[**6-1** **اهداف** 23](#_Toc93937167)

[**6-2** **شرح** 24](#_Toc93937168)

[**6-3** **چالش‌ها** 25](#_Toc93937169)

[**6-4** **راهکارها** 26](#_Toc93937170)

[**7** **ضوابط مقررات و ساختار ایمنی هسته ای** 26](#_Toc93937171)

[**7-1** **چارچوب قانونی ایمنی هسته‌ای:** 26](#_Toc93937172)

[**7-2** **رژیم بین المللی ایمنی هسته‌ای: نیاز به پیوستن کشور به کنوانسیون‌های بین المللی هسته‌ای** 27](#_Toc93937173)

[**7-3** **شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای: نیاز به طرح ملی شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای** 28](#_Toc93937174)

[**8** **تحقیق و توسعه نقشه جامع علمی کشور** 29](#_Toc93937175)

[**8-1** **اهداف کلان:** 29](#_Toc93937176)

[**8-2** **اولویت‌های تحقیق و توسعه صنعت نیروگاه‌های هسته‌ای:** 30](#_Toc93937177)

[**8-3** **راهبردها و اقدامات ملی پیشنهادی:** 30](#_Toc93937178)

[**9** **از کار اندازی** 31](#_Toc93937179)

# مقدمه

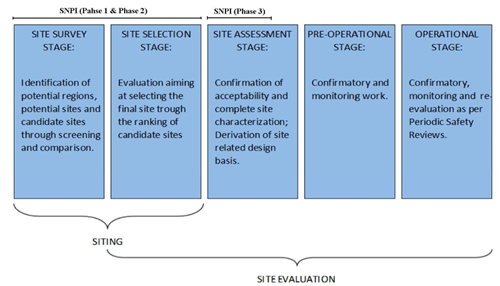
هدف از تهیه این سند، ارائه راهبردهای عملی برای دستیابی به ؟؟؟؟؟ مگاوات برق هسته‌ای در مدت ؟؟ سال با فرض اقتصادی بودن آن است. مطابق مطالعات انجام شده در پروژه تابناک، فرض اقتصادی این برنامه ایجاب می‌کند توانمندی داخلی در طراحی، ساخت تجهیزات، احداث و بهره‌برداری نیروگاه هسته‌ای در پایان دوره به میزان حداقل ؟؟ درصد برسد که رسیدن به این سطح از توانمندی برای احداث نیروگاه هسته‌ای خود نیازمند برنامه‌ریزی مفصل و جامعی است و همکاری و هماهنگی کامل وزارتخانه‌های دیگر از جمله وزارت صنعت، معدن و تجارت؛ وزارت نیرو؛ وزارت فرهنگ و آموزش‌عالی؛ وزارت کار.... را برای تقویت زیرساخت‌های مورد نیاز بومی‌سازی به‌شرح زیر می‌طلبد:

* اصلاح و همسو کردن نظام آموزشی برای تربیت نیروی انسانی لازم برای مدیریت پروژه، طراحی، بهره‌برداری...
* ایجاد سیستم آموزشی برای تربیت نیروی کار ماهر در مقاطع کاردانی در رشته‌های فنی
* ایجاد زیرساخت لازم برای تقویت صنایع کوچک و بزرگ برای ثبت صلاحیت در نظام ایمنی کشور
* بررسی و ایجاد راهکار برای اخذ N-Stamp توسط پیمانکاران مختلف از مراجع معتبر بین‌المللی
* تامین اعتبار قابل قبول برای امر تحقیق و توسعه
* تشویق شرکت‌های دانش بنیان برای ورود به این حوزه جهت تسریع بومی‌سازی
* ...

1. **انتخاب ساختگاه**

انتخاب ساختگاه‌های مناسب برای احداث تاسیسات اتمی از مهمترین مراحل در برنامه هسته‌ای کشورها می‌باشد. ساختگاه‌ها باید بر پایه روشها و معیارهای مناسب به نحوی انتخاب شوند تا ضمن برخورداری از قابلیت‌های فنی محلی، ملاحظات اقتصادی-اجتماعی در استقرار ، احداث تاسیسات و بهره‌برداری از آنها، رعایت وایمنی محیط پیرامون انها تضمین شود.

اطلاعات و داده‌های مورد نیاز در انتخاب و ارزیابی ساختگاه نیروگاه اتمی بسیار زیاد و متنوع است. تامین و تجزیه و تحلیل آنها زمانبر و پر هزینه می‌باشد، لذا برای مدیریت این دو فاکتور و هموار نمودن فرآیند انتخاب، کشورهای پیشرو در این صنعت و مجامع بین المللی مرتبط، چندین مرحله را به نحو زیر تعریف وتوصیه نموده اند و اقدامات خود را در قالب آن ساماندهی می‌نمایند.

 **مراحل انتخاب و ارزیابی ساختگاه در فرآيند احداث نيروگاه‌هاي هسته‌اي**

در مطالعات فراگیر انتخاب ساختگاه برای احداث نیروگاه‌های اتمی در ایران (پروژه SNPI) مراحل Site survey و بخشی از فرآیند Site selection به انجام رسیده است. در ادامه این روند، لازم است اعتبارسنجی درخصوص ساختگاه‌ها انجام و اقدامات Site assessment صورت پذیرد.

از آنجائیکه مقرر گردیده است ضمن تدقیق مطالعات گذشته انتخاب سایت، نسبت به تملک تعدادی از ساختگاه‌های تعیین محل شده در کرانه‌های شمالی دریای عمان و منطقه مکران اقدام گردد، لذا بنا به شرایط موجود، اقدامات زیر در راستای این هدف قابل برنامه‌ریزی و اجرا می‌باشد.

* **اقدامات قبل از تملک**، بازدید کارشناسانه از ساختگاه‌های برگزیده مورد نظر و حصول اطمینان از به‌روز بودن و صحت اطلاعات استفاده شده در فرآیند انتخاب و عدم وجود هرگونه مغایرت شرایط حاکم بر عرصه ساختگاه‌ها و محیط پیرامونی با معیارهای فنی قابل پذیرش و کسب اطلاعات محلی
* **اقدامات برای تکمیل اطلاعات**، انجام عملیات میدانی محدود در جهت شناخت قابلیت‌های پی و فونداسیون، وضعیت لرزه‌خیزی، عمق آب و سهولت و اقتصادی بودن نحوه تامین آن برای سیستم خنک‌کننده نیروگاه و تایید نهایی ساختگاه‌ها و بالاخره زمینه‌سازی برای تملک قطعی عرصه ساختگاه های مورد نظر
* **تعیین حدود نهایی عرصه‌های ساختگاهی مورد نظر**، حرایم مرتبط و تهیه نقشه‌های توپوگرافی پایه برای آنها
* **اقدامات رسمی برای تملک اراضی** 
  1. **هدف**

شركت توليد و توسعه انرژي اتمي ايران در چارچوب‌ سياست‌هاي عمومي و مصوب خود، در سال 1387، پروژه فراگير مطالعات انتخاب محل نیروگاه‌های اتمی براي تولید 20000 مگاوات برق هسته‌ای را در گستره ايران‌زمين به اجرا درآورده است. اين پروژه با همكاري 6 شركت مهندسين مشاورمنتخب به اجرا در آمد.

* 1. **شرح**

شرکت تولید و توسعه انرژی اتمی ایران، مطالعات مکانيابي ساختگاه براي 20000 مگاوات برق هسته اي را در محدوده سراسر ايران مطابق با الزامات و استانداردهاي بين المللي و در نظر گرفتن معيارهاي مختلف ایمنی- سلامت، فني مهندسي، زيست محيطي و اقتصادي اجتماعي و در قالب فازهاي مطالعاتي ذیل با همکاري شش مشاور ذيصلاح کشور )شرکتهاي تهران برکلي، قدس نيرو، مهاب قدس، سازه پردازي ايران، قرارگاه خاتم الانبياء و لار ( به انجام رسانيده است.

* **فاز صفر:** تهيه اسناد لازم براي فرآيند انتخاب مشاور، برگزاري تشريفات مرتبط و در نهايت انتخاب مهندسين مشاور براي مطالعه مناطق مختلف و تهيه گزارش‌هاي مرحله‌اي جهت تصويب كميته انتخاب مشاور (2 ماه).
* **فاز يك:** انجام مطالعات در مناطق هشتگانه توسط مهندسين مشاور برگزيده، اقدامات نظارتي براي انجام مطالعات، بررسي و تأييد گزارش‌هاي موردي و مرحله‌اي تا پايان فاز يك پروژه و معرفي ساختگاه‌هاي منتخب (13 ماه).
* **فاز دو:** رتبه‌بندي ساختگاه‌هاي منتخب جهت تعيين ساختگاه‌هاي برگزيده در مناطق ساحلي و داخل خشكي (5 ماه).

در اين ارتباط با توجه به وسعت طرح و لزوم بررسي استعداد كليه نقاط سرزمين ايران براي احداث اين نيروگاه‌ها، با تبعيت از تقسيم‌بندي صورت گرفته براي مطالعات مشابه در دهه 1350، سرزمين ايران به 8 منطقه تقسيم شد، و بر اساس معيارها و دستورالعمل‌هاي آژانس بين‌المللي انرژي اتمي (IAEA)، كميسيون مقررات اتمي امريكا (USNRC) و نظام ايمني هسته‌اي كشور (NNSD) در زمينه مكان‌يابي ساختگاه نيروگاه اتمي، اين مناطق به ‌طور مجزا مورد مطالعه و ارزيابي قرار گرفتند که نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد.

* در فاز اول مطالعات، تعداد 34 سايت منتخب در کل محدوده ايران انتخاب گرديد.
* در فاز دوم مطالعات، پس از انجام مطالعات خصوصیات هر ساختگاه به تفکیک، رتبه بندي مابین سایت های منتخب خروجی فاز اول مطابق معیار های تعریف شده انجام که در نهایت از ميان آنها تعداد 16 سايت برگزيده شناسايي و معرفي شده اند.
* پس از اتمام فاز دوم، مطالعات پدافند غیرعامل بر روی 16 سایت برگزیده انجام پذیرفت که پس از آن 14 سایت به عنوان ساختگاه های برگزیده پیشنهادی به شرح جداول ذیل انتخاب گردیدند.

**ساختگاه‌هاي برگزيده پیشنهادی (Preferred Candidate Sites Proposed) در مناطق ساحلی**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Priority level** | **Preferred Candidate Sites** | **Province** |
| 1 | Gowgsar | Hormozgan -Makran |
| 2 | Homedan | Sistan & Baluchestan - Makran |
| 3 | Bandar-e Tang | Sistan & Baluchestan - Makran |
| 4 | Bashi | Bushehr |
| 5 | Beris | Sistan & Baluchestan - Makran |
| 6 | Saharkhiz | Gilan |
| 7 | Tazehabad | Gilan |
| 8 | Anbarsar | Gilan |

**ساختگاه‌هاي برگزيده پیشنهادی (Preferred Candidate Sites Proposed) در مناطق داخل سرزمين**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Priority level** | **Preferred Candidate Sites** | **Province** |
| 1 | TakAghaj | West-Azarbaijan |
| 2 | Mahshahr | Khuzestan |
| 3 | Ramshir | Khuzestan |
| 4 | Qiyas | West-Azarbaijan |
| 5 | Bianlu | Kurdistan |
| 6 | Borran | Ardabil |

جهت انجام مطالعات انتخاب ساختگاه معیار های اصلی به سه دسته حذفی، اجتنابی و غربالگری تقسیم بندی شدند که بر اساس آنها نواحی و عرصه های نامناسب محدوده های مطالعاتی، از دستور کار حذف و در نهایت سایت های منتخب به عنوان خروجی مطالعات مشخص گردیدند. در هر یک از فاز ها، معیار های اصلی در حوزه های مطالعاتی ذیل قرار داشته اند:

* زمین شناسی و زمین‌شناسی مهندسی
* زلزله
* محیط زیست
* توپوگرافی
* هواشناسی
* هیدرولوژی
* اقیانوس شناسی
* جمعیت
* کاربری اراضی
* اقتصادی- اجتماعی
* آب زیرزمینی
* شرایط اضطراری
* پدافند غیر عامل
  1. **چالشها**

با توجه به موارد تأثیر‌گذار بر نتایج مطالعات انتخاب ساختگاه بویژه، گذشت نزدیک به 13 سال از آن مطالعات، عدم لحاظ معیار‌های ساختگاهی نیروگاه‌های "SMR"، عدم لحاظ برنامه‌های توسعه استانی (مانند: برنامه‌های توسعه سواحل مکران و آمایش سرزمین آن منطقه) و انجام فعالیت‌های اخیر نهاد‌های دولتی در تولید اطلاعات کاربردی بسیار ارزشمند، پر‌هزینه و تأثیر‌گذار بر تصمیم‌گیری و نتایج مطالعات (مانند: مطالعات فعالیت‌های زمین‌شناسی (زلزله، ژئودینامیک، ژئوهیدرولوژی و ...)، هیدرولوژی و محیط زیست) بازنگری، تکمیل و تدقیق مطالعات گذشته انتخاب ساختگاه اجتناب ناپذیر می‌نماید.

* 1. **راهکارها**

نهایی نمودن مطالعات انتخاب 2 ساختگاه (یک ساختگاه بعنوان پشتوانه) در منطقه "مکران" با توجه به سوابق مطالعاتی موجود. برای این رویکرد دو دلیل مهم را می توان به شرح زیر برشمرد:

* برنامه توسعه سواحل مکران (به لحاظ صنعتی و اقتصادی) در دستور کار دولت قرار گرفته و در این زمینه سرمایه‌گذاری بسیار زیادی در این منطقه انجام می‌گیرد از اینرو هم نیاز به برنامه‌ریزی جهت تأمین انرژی الکتریسته آینده لازم است و هم در طرح یا برنامه آمایش سرزمینی این منطقه، لازم است جایگاه نیروگاه‌های هسته‌ای (همراه با حریم‌های متعارف مربوطه آن) مشخص شود.
* با توجه به مذاکرات در دست اقدام برای همکاری‌ها در حوزه ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای و اینکه این موضوع برای ایران بعنوان فرصت مناسب سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود، معرفی ساختگاه مناسب جهت احداث نیروگاه هسته‌ای را لازم می‌داند.

با توجه به ملاحظات پیش گفته، هزینه بالای مطالعات مهندسی میدانی و تجربه نه چندان مناسب انجام مطالعات تکمیلی در ایران، انجام این مطالعات در مرحله نخست برای یک منطقه و به دنبال آن پس از نهایی نمودن مطالعات آن منطقه و با بهره از تجربه بدست آمده، انجام مطالعات تکمیلی در منطقه دیگر پیشنهاد می‌گردد.

موضوع دیگر: استفاده از همکاری صاحب نظران و خبرگان در زمینه‌های تخصصی مرتبط با معیار‌های انتخاب ساختگاه و بعبارت دیگر تقویت و تکمیل اعضاء شورای "برنامه‌ریزی و توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای" می‌باشد.



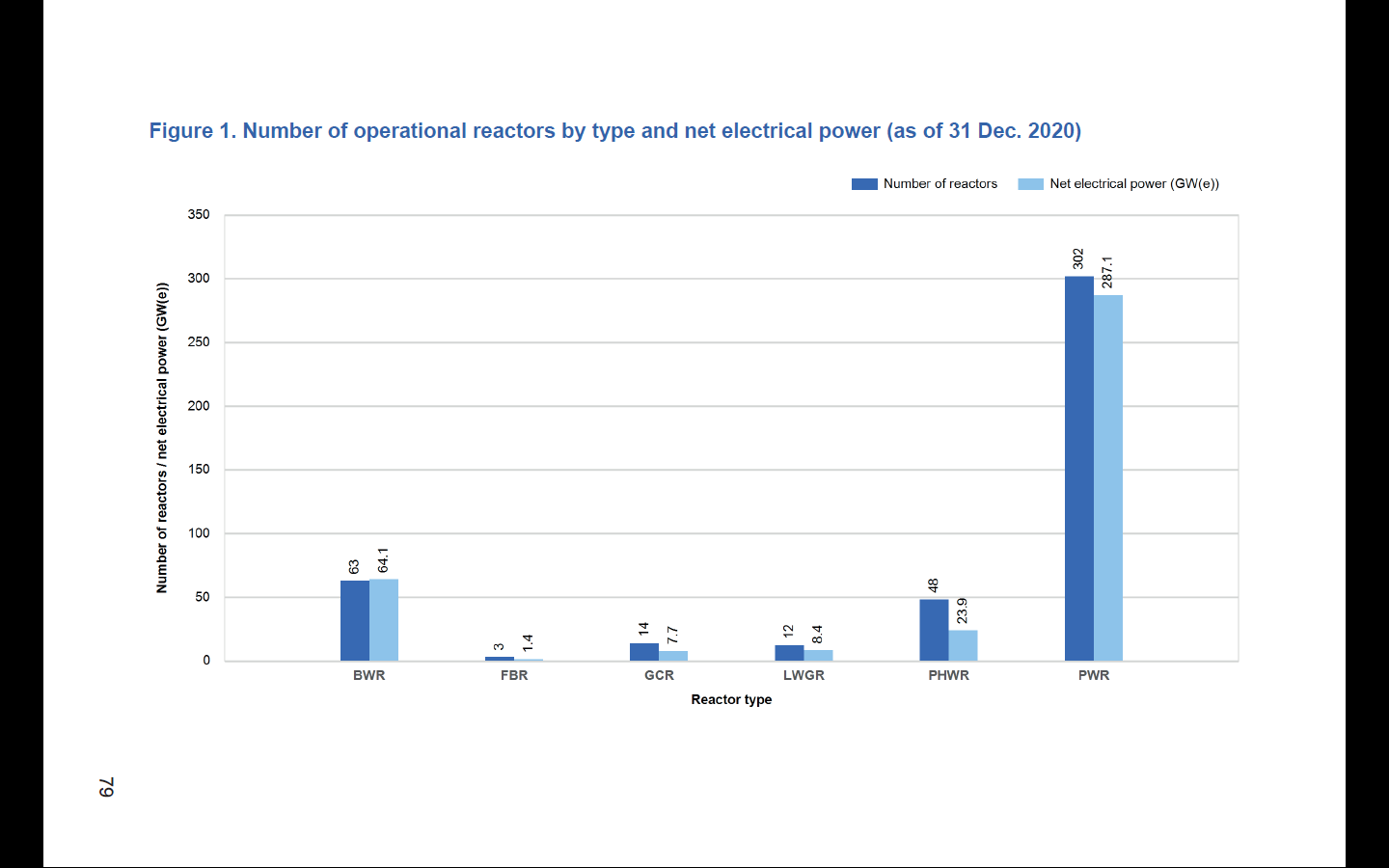
1. **نوع راکتور:**

در صورتی که دستیابی به 10000 مگاوات برق هسته ای همراه با مشارکت داخلی قابل قبول (بالاتر از 70 درصد) نباشد، میزان وابستگی تکنولوژیکی بالایی ایجاد می مي نمايد که این امر می تواند از عوامل مهم تصمیم گیری در خصوص توسعه نیروگاه های هسته ای باشد.

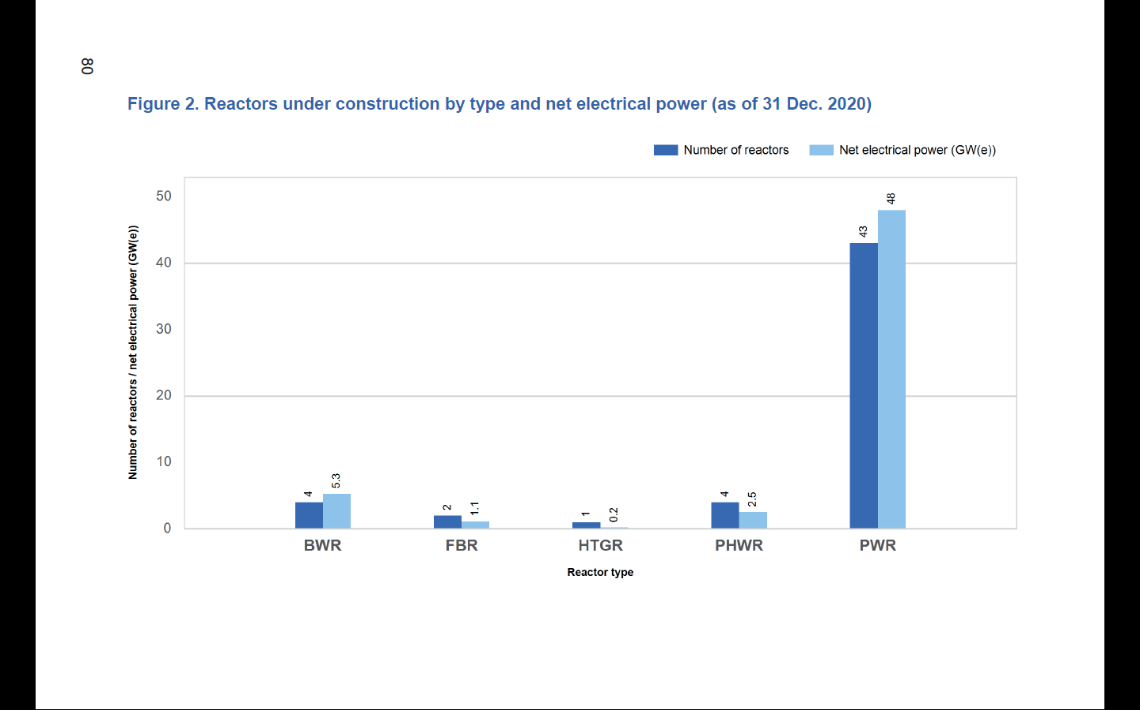
مطابق تجربیات کشورهایی مانند چین، کره، آرژانتین، ژاپن، هند... که از طریق عقد قراردادهای ساخت نیروگاه‌های متعدد صاحب فناوری شده‌اند باید برای عقد قراردادهای ساخت چندین نیروگاه، از یک و یا حداکثر دو شرکت‌ صاحب فناوری و با هدف افزایش سطح مشارکت داخلی اقدام نمود. از این‌رو در قدم اول با توجه به تنوع فناوری‌های موجود، باید نوع یا انواع مناسب راکتور هسته ای برای ایران را با استناد به تجربیات جهانی، اسناد داخلی و الزامات بین‌المللی به شرح زیر تعیین نمود:

* 1. **سند راکتورهای قدرت هسته‌ای در دنیا [1]:**

با توجه به آمار جهانی، بیش از 73% برق هسته‌ای دنیا با فناوری آب‌سبک تحت فشار تولید شده (شکل 1) و حدود 80% نیروگاه‌های در حال ساخت در دنیا نیز از همین فناوری بهر می‌گیرند (شکل 2). لطفا نمودارهای زیر با جدول جایگزین گردند.

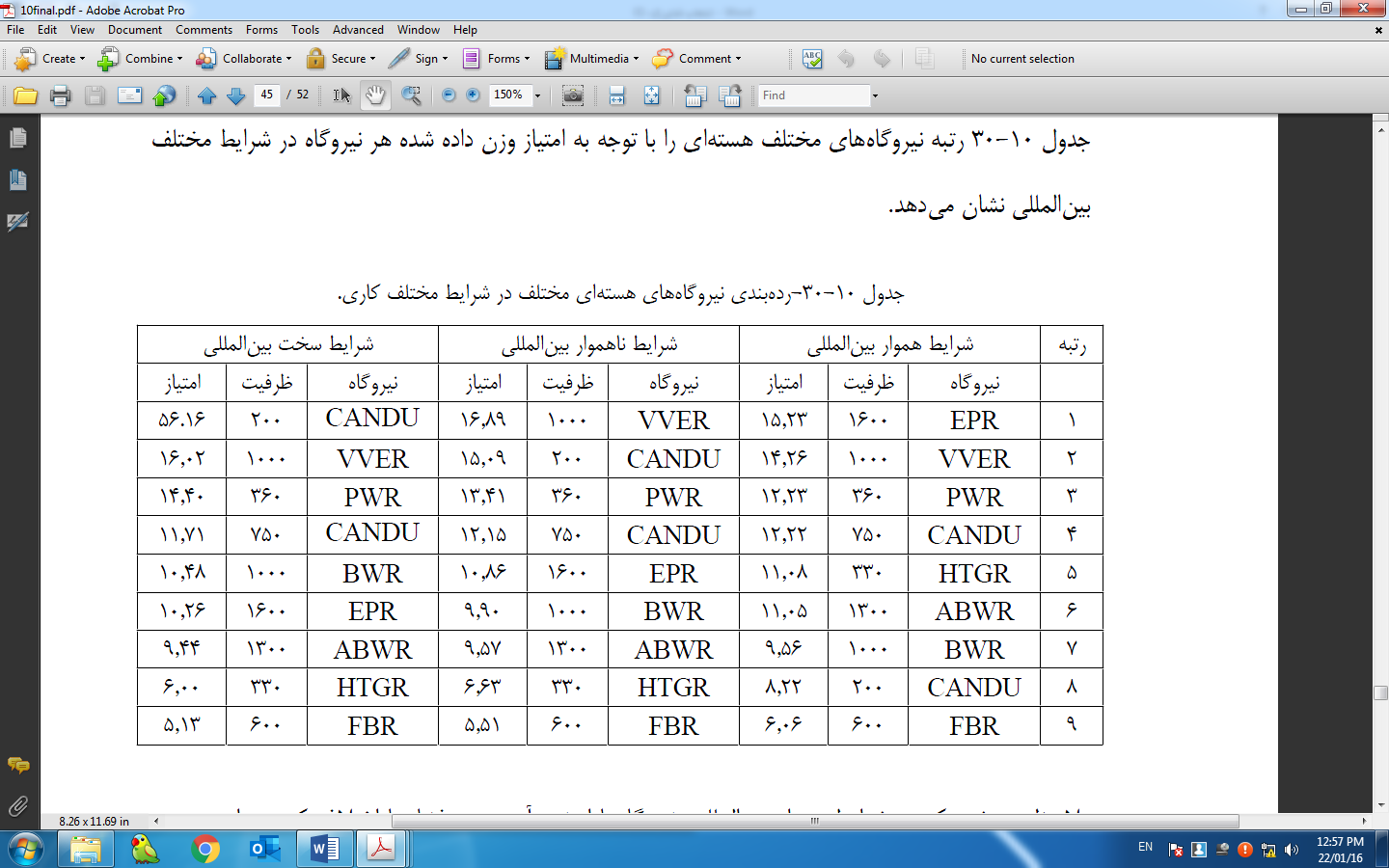


**شکل 1: تعداد نیروگاه‌های هسته‌ای در حال کار بر حسب نوع فناوری و قدرت الکتریکی تا 31 دسامبر 2020**



**شکل 2: تعداد نیروگاه‌های هسته‌ای در حال ساخت بر حسب نوع فناوری و قدرت الکتریکی تا 31 دسامبر 2020**

* 1. **سند استراتژی و برنامه‌ریزی توسعه نیروگاه‌های کشور در افق بیست ساله (پروژه تابناک سال 1385) [2]:**

طبق مطالعات وسیع صورت گرفته در این سند، فناوری منتخب در شرایط بین‌المللی هموار و ناهموار از نوع آب‌سبک تحت فشار بوده است (جدول 1).

جدول 1: رده‌بندی نیروگاه‌های مختلف در شرایط مختلف بین‌المللی

شایان ذکر است که در زمان تهیه گزارش تابناک، توافق برجام به‌عنوان یک سند تعهدآور وجود خارجی نداشته است.

* 1. **سند برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) [3]:**

در پاراگراف 16 از پیوست 1 این سند اشاره شده است که "ایران مطابق برنامه خود، همراه با روند پیشرفت فناورانه بین‌المللی تنها با تکیه بر راکتورهای قدرت و تحقیقاتی آب‌سبک برای برنامه‌های آینده با همکاری‌های بین‌المللی شامل تضمین تامین سوخت آن حرکت خواهد کرد."

2-4 نتيجه گيري

* با توجه به پیشرفت های تکاملی راکتورهای نسل سوم، از جمله سیستم های ایمنی غیر فعال که بر روی پدیده های فیزیکی مانند همرفت طبیعی و گرانش عمل می کند و همچنین زمانیکه نیروگاه از حالت عادی کارکرد خود منحرف شده و خود به خود عمل می کند، توصیه میشود انتخاب راکتور بر اساس فناوری پیشرفته "راکتورهای آب سبک تحت فشار از نسل سوم " باشد. همچنین به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات مربوط به زیرساخت­ها و شبکه­های انتقال و توزیع برق کشور ( در زمان تنظیم این سند)، پیشنهاد می گردد از راکتورهای کوجک مقیاس (small modular reactor)که نیاز به سرمایه گذاری، زمان ساخت و زیر ساخت های کمتری، در مقایسه با راکتورهای کنونی، دارند نیز در سبد انرژی مورد استفاده قرار گیرد [4].
* با توجه به جدول (1) ملاحظه می شود در هر سه شرایط بین المللی نیروگاههای از نوع VVER یا در ردیف اول و یا در ردیف دوم قرار دارند. لذا با توجه به تجربیات ج.ا. ایران پیشنهاد می شود نیروگاههای بعدی هم تا رسیدن به بومی سازی حداکثری در طراحی و ساخت و بهره برداری از نیروگاههای اتمی از نوع VVER نسل سوم باشد. در حال حاضر AES-2006 با قدرت 1200 مگاوات بهترین نوع نیروگاه VVER می باشد که ج. ا.ایران می تواند برای عقد قرارداد آنها اقدام نماید.

**مراجع:**

1. Nuclear Power Reactors in the Word, IAEA, Reference Series Data No. 2, Edition 2021
2. پروژه تدوین استراتژی توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای در کشور، پژوهشگاه نیرو، 1385
3. Joint Comprehensive Plan of Action, 2015
4. B. Zohuri, Small modular reactors as renewable energy sourses, Springer, 2019
5. **تامین سوخت هسته ای**
7. 1. **اورانیوم طبیعی و زیرساخت‌ها و تأسیسات چرخه سوخت مورد نیاز:**

**3-1-1 اورانیوم طبیعی مورد نیاز:**

میزان مواد هسته‌ای مورد نیاز برای تولید سوخت 10 راکتور 1000 مگاواتی از نوع PWR در جدول شماره 1 محاسبه گردیده و همانطور که قابل مشاهده می‌باشد برای کل راکتورهای قدرت پیش‌بینی‌شده با فرض بهره‌برداری همزمان و طول عمر 60 سال برای هر راکتور، به میزان 120،600 تن اورانیوم طبیعی مورد نیاز است.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| جدول شماره 1: مواد هسته‌ای مورد نیاز جهت تولید سوخت 10 راکتور 1000 مگاواتی از نوع PWR | | | | |
| **نوع ماده**  **زمان و تعداد بارگذاری** | بسته سوخت با غناهای 3.62 و 4.02 **(تعداد)** | **UO2** با غناهای مختلف **(تن)** | کیک زرد  **(تن)** | اورانیوم **(تن)** |
| **برای بارگذاری یک سال یک راکتور 1000 مگاواتی** | **54** | **26.7** | **239** | **201** |
| **برای بارگذاری 60 سال 10 راکتور 1000 مگاواتی** | **32400** | **16020** | **143400** | **120600** |

**3-1-2 زیرساخت‌ها و تأسیسات مورد نیاز:**

برای تأمین سوخت مورد نیاز راکتورهای پیش‌بینی‌شده لازم است زیرساخت‌ها و تأسیسات چرخه سوخت مرتبط با آن نیز ظرفیت‌سازی و ایجاد گردد. چرخه سوخت هسته‌ای در ایران از حلقه‌های اکتشاف (Exploration)، استخراج سنگ معدن (Mining)، کانه‌آرایی و تهیه کنسانتره اکسید اورانیوم (Milling) شروع می‌شود و پس از غنی‌سازی (Enrichment) محصولات غنی‌شده تبدیل به پودر سوخت هسته‌ای می‌گردد. در پایان محصول نهایی به صورت قرص اکسید اورانیوم درآمده و با استفاده از غلاف و سایر متعلقات، از جنس آلیاژهای زیرکونیوم، به میله و مجتمع سوخت (Fuel Fabrication) تبدیل می‌گردد. در بخش بعدی وضعیت موجود چرخه سوخت در هر یک از این مراحل بررسی گردیده و راهبرد مدنظر برای تأمین سوخت راکتورهای پیش‌بینی‌شده ارائه شده است.

* 1. **بررسی وضعیت موجود چرخه سوخت در هر حوزه:**

**3-2-1 بررسی وضعیت و چشم‌انداز منابع اورانیوم موجود در کشور (حوزه اکتشاف)**

مطابق آخرین بررسی‌های انجام‌شده تاکنون و عنوان‌شده در کتاب RedBook، منابع اورانیوم کشور حدود 4316 تن در کلاس ذخایر قطعی، 5535 تن در کلاس ذخایر استنباطی،12،000 تن در کلاس ذخایر قابل پیش‌بینی و 18،000 تن در کلاس ذخایر نظری برآورد گردیده است.

**راهبرد اکتشاف:** در این حوزه راهبرد مورد نظر مطابق با برنامه جامع اکتشاف اورانیوم مصوب‌شده، ادامه و تکمیل عملیات اکتشاف سراسری اورانیوم در فازهای مختلف و در پهنه کل کشور تا حصول نتایج نهایی اکتشاف کل منابع موجود پیشنهاد می‌گردد.

**3-2-2 حوزه استخراج معادن اورانیوم کشور:**

با توجه گزارشات فاز تفضیلی طرح اکتشاف و منابع اورانیوم اکتشاف‌شده، فعالیت‌های اصلی تجهیز معادن و استخراج کانسنگ از سال 1383 آغاز و مواد معدنی از معادنی همچون گنبدهای نمکی گچین بندرعباس به طور کامل استخراج گردیده است. معادن ساغند، ناریگان و خشومی در مرحله تجهیز، بهره‌برداری و استخراج می‌باشند و سایر معادن نیز در مرحله طراحی و اقدامات اولیه به منظور بهره‌برداری هستند

**راهبرد استخراج:** در این حوزه تجهیز و آماده سازی کلیه معادن اورانیوم کشف‌شده فعلی و آتی اورانیوم که قابلیت معدنکاری و استحصال دارند و همچنین بهره برداری کامل از این معادن در دستور کار می‌باشد.

**3-2-3 حوزه استحصال اورانیوم (تولید کیک زرد) از منابع داخلی کشور:**

حلقه بعدی چرخه سوخت هسته‌ای پس از استخراج منابع معدنی (کانسنگ اورانیوم) استحصال اورانیوم یا همان تولید کیک زرد می‌باشد. سنگ معدن اورانیوم به عنوان محصول معدن و به عنوان ماده اولیه به کارخانه‌ کانه‌آرایی جهت تولید کیک زرد (U3O8) ارسال می‌گردد. سنگ معدن اورانیوم طی عملیات مختلف تغلیظ یافته و تبدیل به کنسانتره اورانیوم می‌شود. از دیگر روش‌های تولید اکسید اورانیوم می‌توان به روش هیپ لیچینگ (فروشویی تپه‌ای) و فروشویی برجا اشاره نمود.

از مهمترین طرح‌های تولید اکسید اورانیوم می‌توان به ساخت و بهره‌برداری از کارخانه‌ تولید کیک زرد بندرعباس با ظرفیت اسمی 25 تن در سال و کارخانه تولید کیک زرد شهید رضایی‌نژاد اردکان با ظرفیت اسمی 60 تن در سال اشاره نمود. لازم به ذکر است با توجه به اتمام منابع معادن پرتوزای گچین بندرعباس کارخانه تولید کیک زرد بندرعباس در حال ازکاراندازی می‌باشد.

تا کنون در حدود 241 تن کیک زرد در داخل کشور تولید شده که با احتساب میزان باقیمانده از منابع خارجی خریداری‌شده و مبادله‌شده در تعاملات بین‌المللی، در حدود 543 تن ذخایر کیک زرد کشور می‌باشد.

**راهبرد استحصال در حوزه ایجاد ظرفیت:** در این حوزه تکمیل و ساخت کارخانه‌های کانه‌آرایی و ایجاد تأسیسات هیپ‌لیچینگ از منابع کم‌عیار و همچنین ایجاد تأسیسات مورد نیاز جهت استحصال اورانیوم از منابع غیرمتداول (مانند مس و فسفات و ...) به منظور تبدیل کلیه منابع به کیک زرد مد نظر می‌باشد.

**راهبرد استحصال در حوزه بهره‌برداری:** در این حوزه استحصال اورانیوم و تولید کیک زرد از کلیه منابع متعارف، کم عیار و منابع غیر متداول کشور مد نظر می‌باشد.

بر اساس محاسبات صورت‌گرفته می‌توان اظهار داشت که منابع اورانیوم در دسترس در قالب محصولات مختلف که قابلیت استفاده برای تولید سوخت هسته‌ای داشته باشد **4514 تن اورانیوم** می‌باشد که بخشی از این اورانیوم در قالب 543 تن کیک زرد تولید و یا تأمین گردیده است و مابقی اورانیوم هنوز در مراحل اکتشاف، استخراج و یا تولید کیک زرد می‌باشد.

**3-2-4 حوزه فرآوری اورانیوم و تولید سوخت هسته‌ای:**

پس از تولید کیک زرد در مرحله استحصال اورانیوم بسته به نوع سوخت مورد نیاز راکتور، بایستی عملیات فرآوری، غنی‌سازی (در صورت نیاز) و تولید مجتمع سوخت صورت پذیرد. در برخی از سوخت‌ها مثل سوخت صفحه‌ای کیک زرد مستقیماً طی فرآیندی به مجتمع سوخت تبدیل می‌گردد. در برخی از سوخت‌ها مانند سوخت راکتورهای آب سبک ابتدا بایستی کیک زرد تبدیل به UF6 طبیعی گردد و در صورت نیاز در فرآیند غنی‌سازی به UF6 غنی‌شده با غنای مورد نظر تبدیل گردد و سپس مجدداً در کارخانه فرآوری اورانیوم تبدیل به UO2 گردیده تا آماده برای ساخت قرص و مجتمع سوخت گردد.

از مهمترین طرح‌های تولید سوخت هسته‌ای می‌توان به ساخت و بهره‌برداری از کارخانه‌ فرآوری اورانیوم (UCF) اصفهان و کارخانه تولید مجتمع سوخت (FMP) اصفهان اشاره نمود.

**راهبرد فرآوری و تولید مجتمع سوخت:** با فرض استخراج تمامی منابع قطعی داخلی و کیک زرد موجود از قبل و با توجه به میزان مواد هسته‌ای مورد نیاز برای تولید سوخت 10 راکتور 1000 مگاواتی توصیه می‌گردد منابع داخلی کیک زرد صرفاً برای تأمین سوخت راکتورهای تحقیقاتی فعلی، در حال ساخت و آتی و یک راکتور قدرت توان متوسط تخصیص یافته و برای راکتورهای قدرت توان بالا حتماً شرایط دسترسی به بازارهای بین‌المللی فراهم گردد و سوخت آنها از منابع خارجی تأمین شود. بر این اساس بهینه‌سازی ظرفیت‌های موجود به منظور تولید سوخت راکتورهای تحقیقاتی فعلی، در حال ساخت و آتی و یک راکتور قدرت توان متوسط مد نظر است.

لازم به ذکر است علی‌رغم عدم وجود منابع کافی جهت تولید سوخت هسته‌ای راکتورهای توان بالا گلوگاه‌ها و موانع زیر در این حوزه قابل تأمل خواهند بود.

* محدودیت‌های ناشی از تعهدات بین‌المللی در حوزه فرآوری و غنی‌سازی
* محدودیت‌های فنی- تکنولوژیکی ساخت سوخت راکتورهای قدرت
* محدودیت‌‌های حوزه تست سوخت و اخذ مجوز بارگذاری آن در راکتورهای قدرت

**راهبرد پیشنهادی آتی فرآوری و تولید مجتمع سوخت:**

پیشنهاد می‌گردد در زمان ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه‌های مذکور نسبت به رفع محدودیت‌ها و گلوگله‌های اشاره شده اقدام نموده و پس از مرتفع شدن آنها، بر مبنای استراتژی بومی‌سازی ساخت سوخت راکتورهای قدرت، سهم سوخت تولید داخل و سوختی که بایستی از خارج تأمین‌ شود مشخص گردد و بر این اساس اقدامات ذیل جهت تأمین سوخت مورد نیاز راکتورها صورت پذیرد:

* تأمین مواد اولیه (کیک زرد) موردنیاز از منابع خارجی جهت تولید سوخت داخلی
* افزایش ظرفیت و ایجاد زیرساخت‌های لازم در کلیه مراحل چرخه سوخت جهت تولید سوخت داخلی
* کسب دانش و تجربه تولید سوخت و بهینه‌سازی واحدهای فرآیندی موجود جهت تولید سوخت داخلی
* انجام تعاملات بین‌المللی به منظور انجام تست سوخت در آزمایشگاه‌های خارج از کشور و اخذ مجوز بارگذاری سوخت داخلی در راکتورهای قدرت
* تأمین و خرید مابقی سوخت راکتورها از کشورهای تولیدکننده سوخت

**3-2-5 حوزه غنی‌سازی:**

این بخش بایستی توسط شرکت فن‌آوری‌های پیشرفته ایران تکمیل گردد.

**3-2-6 حوزه مدیریت پسماندهای پرتوزا و سوخت مصرف‌شده**

به طور کلی پسماند‌های هسته‌ای شامل موارد ذیل می‌شوند:

* پسماندهای با فعالیت بسیار کم، کم و متوسط که عمدتاً از بهره برداری و ازکاراندازی تأسیسات چرخه سوخت، راکتورهای تحقیقاتی و نیروگاه های هسته‌ای ایجاد می‌گردند.
* پسماند‌های با فعالیت بالا که عمدتاً حاصل از بازفرآوری سوخت مصرف شده راکتورهای هسته‌ای ایجاد می‌گردند.
* سوخت مصرف‌شده که در راکتورهای هسته‌ای (در صورت تعریف سوخت های مصرف شده مذکور به عنوان پسماند در خط مشی و راهبرد چرخه سوخت هسته ای) به کار گرفته شده و بایستی از قلب راکتور بیرون بیایند.

پسماندگاه هسته­ای انارک به عنوان نخستین میزبان پسماندهای پرتوزا، ظرفیت پذیرش 165000 مترمکعب پسماند پرتوزای تثبیت شده را دارد. همچنین این ساختگاه، با راه­اندازی تاسیسات انبارش موقت روسطحی و زیرسطحی، تاسیسات آمایش پسماند و طراحی محوطه دفن پسماندهای هسته ای، زیرساختی جامع و ایمن برای مدیریت طولانی مدت پسماندها، منطبق بر الزامات بین المللی و برگرفته از درس آموخته­ها و تجربیات جهانی، فراهم نموده است. لازم به ذکر است که هرچند پسماندگاه انارک دارای ظرفیت پیش­بینی شده جهت مدیریت جامع پسماندهای هسته‌ای کشور را داراست.

برآورد تولید پسماند پرتوزا در یک نیروگاه 1000 مگاواتی در طول یک سال بهره­برداری عادی حدوداً 60 مترمکعب می­باشد که در 60 سال بهره برداری یک نیروگاه، بالغ بر 3600 مترمکعب پسماند تولید می­گردد. همچنین پسماند حاصل از ازکاراندازی برابر با 12 درصد کل پسماند تولیدی در چرخه عمر نیروگاه بوده که به عبارتی، میزان تولید پسماند حاصل از ازکاراندازی حدود 432 مترمکعب برآورد می­گردد. مجموع پسماند تولیدی حاصل از بهره­برداری و ازکاراندازی برای یک واحد 1000 مگاواتی برابر با 4032 مترمکعب بوده که برای 10000 مگاوات تولید برق، ظرفیتی برابر با حدود 50000 مترمکعب (با احتساب سایر پسماندهای تولیدشده در چرخه سوخت مرتبط) نیاز می‌باشد که با توجه به ظرفیت پذیرش 165000 مترمکعبی پسماندگاه انارک، زیرساخت مورد نیاز در دسترس می­باشد.

**راهبرد مدیریت پسماندهای پرتوزا**: با توجه به تکافوی ظرفیت موجود در پسماندگاه انارک، تجهیز و تکمیل فازهای بعدی این تأسیسات مد نظر می‌باشد.

1. **سوخت مصرف شده :**

مدیریت سوخت های مصرف شده نیازمند پیوستگی مدیریت در نقاط مرزی مشترک بین راکتورهای قدرت/تحقیقاتی به عنوان تولید کنندگان سوخت مصرف شده، با تاسیسات نگهداری، تاسیسات بازفرآوری، سایتهای دفن و حمل و نقل می باشد. این پیوستگی از طریق تعیین کردن معیارهای پذیرش در مرزهای مشترک به دست می آید. مطابق با توصیه های آژانس بین المللی باید مسئولیتها بطور شفاف در هر مرحله مشخص شده باشد، بگونه‌ای که پیوستگی مسئولیت مدیریت ایمن این سوخت‌ها برقرار باشد.

باتوجه به مدارک راهنمای آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در زمینه مدیریت سوختهای مصرف شده موارد زیر قابل ذکر می‌باشد:

* نگهداری سوختهای مصرف شده باید در چهارچوب قوانین و ضوابط ملی انجام شود. این چهارچوب تقسیم مسئولیتها از جمله مسئولیت در قبال برآورده کردن تعهدات بین المللی و حصول اطمینان از کنترل مؤثر تاسیسات و فعالیتهای مربوطه توسط نظام قانونی را بطور واضح مشخص می کند.
* مدیریت سوختهای مصرف شده ممکن است مستلزم انتقال سوختها از یک سازمان بهره بردار به سازمان بهره بردار دیگر باشد. در این موارد وابستگی متقابل بین مراحل مختلف مدیریت سوختهای مصرف شده وجود دارد و چهارچوب قانونی باید برای اطمینان از تخصیص واضح مسئولیت ایمنی در کل فرآیند و بطور مشخص در مرحله نگهداری سوختهای مصرف شده و انتقال آنها بین سازمانهای بهره بردار مختلف تمهیدات لازم را در نظر گرفته باشد. پیوستگی مسئولیت در زمینه ایمنی از طریق سیستم مجوز دهی توسط نظام قانونی تضمین می شود.
* مسئولیت های نهاد قانونی، سازمان بهره بردار و در صورت اقتضا مالک سوختهای مصرف شده در رابطه با مدیریت سوخت های مصرف شده باید به وضوح مشخص شده و از لحاظ عملی مجزا باشند.
* باید مکانیزم تامین منابع مالی مناسب ایجاد شده تا هزینه های حال و آینده مدیریت سوختها را بالاخص هزینه های نگهداری و سپس از کاراندازی تاسیسات و هزینه مدیریت پسمانهای پرتوزا را پوشش دهد.

وظایف دولت، سازمان بهره بردار تاسیسات نگهداری و همچنین مالک سوخت مصرف شده بصورت خلاصه به شرح زیر می‌باشد:

* مسئولیت دولت:

حصول اطمینان از وجود سیاست و راهبرد ملی در خصوص مدیریت سوختهای مصرف شده و فراهم نمودن چهارچوب قانونی ضروری برای اجرای این سیاستها

* مسئولیت متولی (سازمان بهره بردار) از تاسیسات نگهداری:

سازمان بهره بردار(دارنده پروانه) مسئول ایمنی همه فعالیتهای انجام شده در زمینه نگهداری سوختهای مصرف شده است. در بعضی موارد سازمان بهره بردار ممکن است مالک سوخت باشد یا مالک سازمان دیگری باشد.

* مسئولیت مالک سوخت مصرف شده:

باید بصورت واضح مالک سوختهای مصرف شده در کشور مشخص شده باشد. اگر مالک و سازمان بهره بردار دو ارگان متفاوت باشند، باید مسئولیت ها در مرزهای مشترک به روشنی مشخص شده باشند.

مالک از لحاظ قانونی مسئول تامین مالی مدیریت سوخت های مصرف شده می باشد (معمولا تولید کننده سوخت مصرف شده، مالک آن می باشد). مالک باید همبستگی بین مراحل مختلف مدیریت سوخت های مصرف شده و همچنین گزینه های موجود در مدیریت این سوختها و استراتژی کلی ملی را در مدیریت این سوختها لحاظ نماید.

با توجه به مقدمه فوق، فرضیات زیر در خصوص مدیریت سوختهای مصرف شده حاصل از کار ۱۰۰۰۰ مگاوات نیروگاه‌ هسته‌ای، به شرح زیر خواهد بود.

**فرضیات:**

1. ظرفیت 10000 مگاوات، متشکل از 10 واحد نیروگاه 1000 مگاواتی آب تحت فشار ﴿مانند نیروگاه اتمی بوشهر﴾ در نظر گرفته شده است .
2. استراتژی مدیریت سوخت مصرف شده این واحدهای نیروگاهی، "صبر و نظاره" باشد. بعبارت دیگر در برآورد هزینه­های مربوط به حمل ­و نقل، بازفرآوری، مدیریت پسمان­های حاصل از بازفرآوری، ارزش محصولات باارزش حاصل از بازفرآوری و یا در گزینه دیگر، هزینه حمل و نقل و دفن دائم سوخت مصرف­شده درنظر گرفته نشده است.
3. با توجه به نتیجه مطالعات انجام شده توسط شرکت پسمانداری صنعت هسته ای، روش برتر جهت نگهداری سوختهای مصرف شده نیروگاه اتمی بوشهر، نگهداری در کسک­های دومنظوره فلزی می‌باشد.
4. طبق تصمیمات متخذه، محل نگهداری کسکهای مذکور، در محل سایت نیروگاه اتمی بوشهر، درنظر گرفته شده است.
5. با فرض اینکه هزینه احداث محل نگهداری کسک­های دومنظوره (انبار سوخت مصرف­شده) واحدهای بعدی، در قرارداد احداث واحدهای نیروگاهی منظور شود، هزینه­ ای برای ساخت انبار نگهداری کسک ها در نظر گرفته نشده است.
6. هزینه های بهره برداری از انبار نگهداری کسک دومنظوره قابل اغماض درنظر گرفته شده است.
7. هزینه ساخت یک کسک دو منظوره فلزی بومی با ظرفیت 12 مجتمع سوخت: 6/2 میلیون دلار و هزینه ساخت یک کسک دو منظوره فلزی بومی با ظرفیت 18 مجتمع سوخت: 2/3 میلیون دلار درنظر گرفته شده است.
8. بر اساس فرضيات فوق و محاسبات صورت گرفته در صورت نگهداري در كسك هاي 12 و 18 تايي براي 10000 مگاوات به ترتيب نياز به تامين مالي حدود 6 ميليار و 5 ميليارد دلار خواهد بود. در اين صورت ساليانه نياز به 25 الي 40 كسك دو منظوره خواهد بود.

**جمع بندی و پيشنهادات**:

الگوهای مدیریت سوخت های مصرف شده در هر کشور با توجه به سیاست در نظر گرفته شده و مقتضیات هر کشور متفاوت بوده و الگوی یکسانی را نمی توان برای همه کشورها توصیه نمود. نکته ای که باید مدنظر داشت، بنا به توصیه آژانس بین المللی انرژی اتمی، مدیریت سوخت های مصرف شده در مراحل مختلف می‌تواند توسط سازمانهای مختلف انجام شود، با این شرط که پیوستگی مسئولیت مدیریت ایمن سوخت‌های مصرف شده در مراحل مختلف مدنظر قرار گرفته و حفظ شود.

تصمیمات فعلی اخذ شده ناظر بر نگهداری موقت سوخت های مصرف شده واحدهای نیروگاه اتمی بوشهر ﴿واحد یکم و واحدهای جدید در دست احداث﴾ در محل سایت نیروگاه تا زمان اتخاذ تصمیم نهایی می‌باشد. لیکن در صورت توسعه نیروگاه‌ہای اتمی، لازم است در خصوص موارد زیر تصمیم گیری شود:

1. تعیین سازمان بهره بردار و دارنده پروانه تاسیسات نگهداری موقت سوخت‌های مصرف شده. در این خصوص و تا زمان نگهداری سوختهای مصرف شده در سایت نیروگاه‌های هسته‌ای،دارنده پروانه تاسیسات نگهداری می تواند همان دارنده پروانه نیروگاه باشد. لیکن در صورت انتقال کسکهای دومنظوره به سایت متمرکز جهت نگهداری، لازم است در این خصوص تصمیم گیری گردد.
2. تعیین تکلیف مکانیزم تامین مالی جهت مدیریت سوختهای مصرف شده. با توجه به هزینه قابل توجه نگهداری سوختهای مذکور، لازم است مکانیزم و پیش بینی تامین مالی هزینه‌های نگهداری سوختهای مصرف شده تعیین تکلیف نماید.
3. ضرورت اتخاذ تصمیم در خصوص محل نگهداری موقت ﴿تا ۵۰ سال﴾ سوختهای مصرف شده.
4. ضرورت پیش بینی زیرساختهای کارخانه‌ای لازم برای تولید سالانه ۲۵ الی ۴۰ عدد کسک دومنظوره نگهداری سوخت مصرف شده: پس از به بهره‌برداری رسیدن هر ۱۰ واحد نیروگاهی و پس از گذشت حدود ۵ سال از نگهداری سوختهای مصرف شده در استخر نگهداری، علاوه بر تامین منابع مالی لازم، ‌سالانه نیاز به ۴۰ عدد کسک ۱۲ تایی، یا حدود ۲۵ عدد کسک ۱۸ تایی، می‌باشد که تولید این تعداد کسک نیاز به زیرساختهای صنعتی لازم در کشور خواهد بود.
5. **زیر ساخت های مورد نیاز برای تحقق هدف بومی سازی**

* 1. **: منظور از بومی سازی : (تعریف حدود و ثغور)**
  2. **: تجارب موجود:**

**مشارکت داخلی در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر:**

مشارکت داخلی در فرایند تکمیل واحد1 نیروگاه اتمی بوشهر عمدتا به تکمیل سازه های ساختمانی و زیر ساختهای تاسیساتی مربوط می شود. با این وجود پس از راه اندازی و اتمام دوره بهره برداری آزمایشی نیروگاه (تحویل موقت)، مشارکت داخلی در زمینه های مختلف مرتبط با فاز بهره برداری ( بهره برداری تجاری، نگهداری و تعمیرات، پشتیبانی علمی فنی از نیروگاه، همراه با جایگزینی تقریبا کامل کارشناسان روسی با کارکنان ایرانی آموزش دیده و تجهیز منابع انسانی بهره برداری) ، سال به سال افزایش چشمگیر داشته و در چند سال اخیر، ارزیابی مثبت و تحسین مراجع نظارتی بین المللی (نظیر انجمن جهانی بهره برداران نیروگاههای هسته ای و گروه نظارت بر ایمنی نیروگاههای هسته ای آژانس) را در برداشته است. طبق گزارش سالانه شرکت تولید وتوسعه، در حال حاضر بیش از90 درصد فعالیتهای برنامه ریزی و مدیریت نگهداری و تعمیرات سالانه و ادواری نیروگاه توسط شرکت تپنا ( اقماری شرکت تولید و توسعه ) انجام می شود. ضمن آنکه با ایجاد شرکت اقماری پشتیبانی فنی نیروگاههای اتمی (توانا)، بخش عمده مطالعات و محاسبات مربوط به مدیریت سوخت نیروگاه، تحلیل رویدادهای بهره برداری و حوادث، و ارایه مشاوره های فنی مهندسی به شرکت بهره بردار نیروگاه بوشهر، توسط کارشناسان داخلی صورت می گیرد.

**واحد یکم :** واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر در مهرماه 1392 پس از انجام مراحل راه اندازی تحویل کارفرما گردید. در حال حاضر این واحد توسط کارکنان نیروگاه، بهره برداری می گردد. همچنین آموزش کارکنان نیروگاه حتی کارکنان اتاق کنترل که نیازمند دریافت لایسنس از نظام ایمنی هسته ای کشور می باشند، نیز توسط مرکز آموزش نیروگاه انجام می گردد. در خصوص تعمیرات و نگهداری، با بهره گیری از کارکنان شرکت تپنا و نیز استفاده از شرکتهای تعمیراتی داخلی، در حوزه سیستم های کمکی و برخی سیستم های اصلی، نیازی به شرکت های تعمیراتی پیمانکار روس نمی باشد. اما در مورد تاسیسات راکتور، توربین و ژنراتور کماکان از شرکتهای پیمانکار روسی استفاده می گردد. به موازات موارد مرتبط با بهره برداری، برنامه ریزی هایی نیز جهت استقرار سازمان پشتیبانی فنی داخلی (Internal Technical Support Organization) صورت گرفته است که همه ساله بسیاری از نیازمندی های نیروگاه توسط شرکتهای زیر مجموعه ITSO بررسی و رفع می گردد. در عین حال در این زمینه نیز در برخی حوزه ها و بالاخص سیستمها و تجهیزات دارای کلاس ایمنی، درخواست های شرکت بهره برداری در قالب قرارداد پشتیبانی فنی از شرکت روس اتم سرویس تامین می گردد.

**واحدهای دو و سه** : برای احداث واحدهای دو و سه نیروگاه اتمی بوشهر، قرارداد شماره NPP/4100/5500-2,3 بصورت کلید در دست، بین شرکت تولید و توسعه نیروگاههای اتمی و شرکت اتم استروی اکسپورت برای احداث دو واحد نیروگاه اتمی هر یک به ظرفیت 1057 مگاوات در آبان ماه 1393 امضاء گردید. علیرغم آنکه قرارداد مذکور بصورت کلید در دست می باشد، اما پیش بینی هایی جهت حصول اطمینان از امکان اخذ حداکثری مشارکت صنایع داخلی بعمل آمده است. مهمترین این موارد در بند 7.10.1 قرارداد اصلی و در ضمیمه O قرارداد تعریف و تصریح شده است. براین‌اساس و جهت جامه‌عمل پوشاندن به آیتم‌های این قرارداد و ضمیمه مذکور، کارگروه مشترکی با حضور تیم متخصص ایرانی و پیمانکار روس تحت عنوان Localization Joint Working Group (LJWG) که براساس ظرفیت‌های پیش‌بینی شده در قرارداد برای استفاده حداکثری از ظرفیت‌های داخل کشور در حوزه ساخت تجهیزات، حوزه تامین مواد و مصالح، حوزه فعالیت‌های اجرایی و نیروی انسانی می‌باشد، تشکیل شده است.

از آنجاييكه طبق قوانين و مقررات جمهوري اسلامي ايران، دریافت کالای تولید شده و خدمات ارائه شده داخلی از شرکت‌های خارجی مجاز نمی‌باشد، براساس پیوست O و شرایط بند 7.10 قرارداد، پیمانکار باید آن دسته از تداركات و خدمات تحت مسئولیت خود که توسط شرکت‌های ایرانی قابل انجام هستند را پس از دریافت تاييدیه كارفرما، به شرکت‌های داخلی ایرانی واگذار کند.

لذا به استثنای برخی تجهیزات با دوره ساخت طولانی مدت Long Manufacture Cycle Equipment (LMCE) و تجهیزات کلاس یک ایمنی، برای سایر تجهیزات، در صورتی مجوز واردات به پیمانکار داده می شود که کمیته LJWG پس از بررسی ظرفیتهای داخلی، حصول اطمینان نمایند که امکان ساخت این تجهیزات با عنایت به شرایط و الزامات مد نظر در قرارداد و ضمائم مرتبط آن، در کشور ایران وجود ندارد. همچنین 20 درصد از نحوه تخصیص منابع مالی جداول پیوست K قراداد، در زمینه تامین تجهیزات غیر LMCE نیز به تامین از داخل اختصاص پیدا کرده‌است.

بر اساس پیوست D قرارداد، احداث 50 عدد از ساختمان و تاسیسات نیروگاه از قبیل، ساختمان پست، ساختمان چیلر، ساختمان بویلر کمکی و ... در مسئولیتهای کارفرما در نظر گرفته شده است. همچنین علاوه بر مبلغ در نظر گرفته در قرارداد بصورت ریالی، پیمانکار ملزم گردیده است که 10% مبلغ کل قرارداد بصورت یورویی را نیز برای تامین تجهیزات و سرویس خدمات از بازار داخل کشور تامین نماید.

بر اساس پیوست Y قرارداد، در صورت تحقق فاز دوم قرارداد، مبنی بر احداث دو واحد دیگر علاوه بر واحدهای 2 و 3، برنامه ریزی جهت مشارکت حداقل 70% شرکت های ایرانی در ساخت و 40% در نصب برای پیمانکار الزامی در نظر گرفته شده است.

**گزارش وضع موجود در واحدهای دو و سه در حوزه بومی سازی :** در پروژه احداث واحدهای دو و سه، تا کنون 108 شرکت در زمینه ساخت تجهیزات و 18 شرکت در زمینه مواد مصرفی مورد تایید قرار گرفته‌اند که با حضور در 66 مناقصه به ارزش 353 میلیون یورو، در 33 مناقصه به ارزش تقریبی 174 میلیون یورو کار را به خود اختصاص داده‌اند. در زمینه فعالیت‌های اجرایی 13 شرکت پذیرش و کلیه فعالیت‌های اجرایی به ارزش حدود 310 میلیون یورو به آنها واگذار شده است.

علی رغم موارد مذکور، تجارب حاصله از فرآیند بومی سازی در واحدهای جدید، حاکی از آن است که چالش های بسیار جدی در مسیر تحقق بومی سازی وجود دارد، که مانع دستیابی به حداکثر مشارکت صنایع داخلی می گردد. بدیهی است در صورت عدم رفع موانع مذکور، نه تنها ظرفیت های مندرج در قرارداد واحدهای دو و سه، برای بومی سازی قابل حصول نمی باشد، بلکه چشم انداز روشنی را نیز نمی توان برای تحقق افزایش سهم بومی سازی در 8000 مگاوات باقیمانده پروژه های نیروگاهی انتظار داشت. ذیلا به برخی از این موارد اشاره می گردد:

* 1. **: چالش ها:**
* بعضی از شرکت ها علی رغم تولید محصولات مرغوب، یا توانایی تولید مستندات با کیفیت مد نظر را ندارند و یا با توجه به بازار فروش موجود، الزامی به ایجاد هزینه برای حصول به این الزام را نمی بینند.
* برخی شرکت ها دارای امکانات مناسب تولید می باشند، لکن به منظور ارائه محصول خود به نیروگاه اتمی (صنعت هسته ای) و اعمال تغییرات در استانداردهای ساخت، با توجه به حجم و نحوه گردش مالی، توجیه مناسبی جهت مشارکت ندارند.
* عدم وجود بنیه مالی برخی از شرکتهای خصوصی جهت تامین تضامین با توجه به برآورد قیمت مناقصات
* برخی شرکتها به خصوص شرکتهای خصوصی که معاملات برون مرزی دارند، از مشارکت در فعالیت های نیروگاه هسته ای امتناع می کنند.
* عدم وجود تجربه کافی در یکی از مراحل طراحی یا ساخت (ابزارهای مخصوص ساخت) و یا عدم وجود زیرساختهای لازم از جمله نرم‌افزار های دارای لایسنس و عدم وجود امکانات آزمایشگاهی مورد نیاز یا نفرات دارای صلاحیت و دارای گواهینامه‌های لازم برای طراحی ، ساخت و یا تست؛
* علیرغم تلاشهای کارفرما، شرکت‌های ایرانی با ضوابط حضور در مناقصه، اسناد فنی و استانداردهای روسی نیروگاه‌های هسته‌ای مشکل دارند.
* ساخت تجهیزات نیروگاه اتمی برای اولین بار توسط سازندگان داخلی که مستلزم انجام فرایند نمونه‌سازی مدل، ایجاد چرخه تست و صحه گذاری محصول و تغییرات احتمالی در خط تولید می‌باشد، به علت عدم وجود تقاضای مشابه در بازار، سرشکن این هزینه‌ها، قیمت تمام شده این محصولات را افزایش می‌دهد.
* اخذ ضمانت‌نامه‌های ارزی به دلیل مقررات بانک مرکزی و بالا بودن قیمت قرارداد (در خواست وثیقه‌های سنگین توسط بانک‌های عامل برای ارائه ضمانت‌نامه) برای شرکت‌ها سخت و یا امکان‌پذیر نمی‌باشد.
* موضوع مالیات بر ارزش افزوده که باعث کاهش رقابت‌پذیری شرکت‌های ایرانی در مناقصات و تشکیل کنسرسیوم با شرکت‌های روسی شده و در شرایط تشکیل کنسرسیوم بین سازندگان روسی و ایرانی به دلیل ارزش افزوده‌ای که حضور سازنده ایرانی به قیمت قرارداد سازنده روس تحمیل می‌کند، باعث کاهش رغبت و یا انصراف آنها از ادامه مشارکت می گردد.
  1. **زیر ساخت های مورد نیاز :**

از آنجاییکه رفع مشکلات مذکور، غالبا مستلزم **اتخاذ تدابیر لازم در دولت و مجلس** می باشد، استقرار زیر ساخت های **قانونی**، حقوقی و فنی **ذیر** **ضرورت دارد**:

* پیش بینی شرط انتقال تکنولوژی **(نرم افزاری و سخت افزاری )** در قرارداد احداث سایر واحدهای نیروگاهی
* **قانون گذاری از سوی مجلس با** تصویب لایحه **جامع بومی سازی طراحی و ساخت نیروگاههای اتمی** **که شامل مواردی همچون:** **حمایت از صنایع و سازندگان داخلی مشارکت کننده در ساخت تجهیزات نیروگاههای اتمی، ایجاد صندوق حمایت از سازندگان مشارکت کننده در ساخت تجهیزات و ارایه دهندگان خدمات در صنعت هسته‌ای و استفاده از ظرفیت صندوق توسعه ملی برای دعوت از شرکت‌های دولتی برای حضور درمناقصات، و ایجاد ظرفیت‌های مناسب مالی و رفع موانع شامل شود.**
* **شناسایی پتاسیل‌های بومی سازی در کشور با توجه به زیر ساخت‌های آماده شده توسط سازمان انرژی اتمی ، وزارت نیرو، وزارت نفت و وزارت صمت، شناسایی مواد و مصالح داخلی، شناسایی پیمانکاران ساختمانی، شناسایی تولید کنندگان تجهیزات مورد نیاز و اولویت بندی آنها**
* تشکیل کارگروه **مشترک با** مشارکت صنایع**،** سازندگان **و پیمانکاران** داخلی **منتخب** با حضور نمایندگان **سازمان انرژی اتمی، سازمان برنامه و بودجه و**  وزارتخانه‌های صمت، نیرو، امور اقتصادی و دارایی و بانک مرکزی، در سطح وزیر و یا نماینده تام الاختیار به منظور ایجاد بسترهای لازم و انجام هماهنگی جهت رفع موانع
* حمایت از نهادهای ملی مورد نیاز در عرصه صنعت نیروگاه های هسته ای نظیر مرکز ملی مواد، مرکز ارائه گواهینامه و **...** **(این سه نقطه شامل چه موارد دیگری هست؟)** جهت ارتقای آنها و دستیابی به استانداردهای لازم به منظور ارائه خدمات به مشارکت کنندگان در صنعت نیروگاه های هسته ای
* **دادن اهمیت ویژه به بحث آموزش، شامل: جهت دادن و تقویت دانشگاههای مادر داخلی که رشته مهندسی هسته ای دارند، استفاده حداکثری از امکانات نهادهای بین المللی شامل آژانس بین المللی انرژی اتمی و استفاده حداکثری و ارتباط با دانشگاههای معتبر دنیا**
* **برنامه ریزی برای توسعه نرم افزارهای محاسباتی مورد نیاز برای طراحی و تحلیل ایمنی نیروگاههای هسته ای**
* **برنامه ریزی برای طراحی و ساخت انواع امکانات آزمایشگاهی انتگرالی و جزئی برای ارزیابی و راستی آزمایی نرم افزارهای محاسباتی**
* **ایجاد تشکل یادگیرنده (سازمان مدیریت دانش) برای مستند سازی دانش و فن آوری کسب شده در طول اجرای برنامه دستیابی به ده هزار مگاوات برق هسته ای**

1. **منابع انسانی**

با توجه به نقش برجسته صنعت برق در توسعه زیرساخت‌های صنعتی کشور لزوم توجه مضاعف به این صنعت بیش از پیش احساس می‌گردد. در همین ارتباط موضوع توسعه سرمایه‌های انسانی نیازمند توجهی ویژه است. از آنجایی که مقرر است توسعه صنعت برق هسته‌ای در راستای یک برنامه هدفمند در جهت دستیابی به ده‌هزار مگاوات برق هسته‌‌ای اجرایی گردد، با عنایت به بکر بودن زمینه برنامه‌ریزی و هدایت مدیریت سرمایه‌های انسانی در این بخش لازم است این موضوع با دیدگاهی علمی و به صورت پویا هدایت شود.

* 1. **اهداف**

اهداف کلی برنامه توسعه منابع انسانی عبارتند از:

* تأمین تعداد کافی نیروی انسانی با صلاحیت و مورد نیاز.
* حصول اطمینان از در دسترس بودن نیروی انسانی در زمان مناسب.
* حصول اطمینان از وجود زمان کافی برای اجرای صحیح آموزش.
* بکارگیری شیوه‌های مناسب انتخاب نیروی انسانی که سبب حصول اطمینان از تناسب بین سن، رشد فکری، انگیزه و غیره می‌شود.
* حصول اطمینان از اینکه برنامه توسعه منابع انسانی سبب ارتقاء ساختارهای فارغ‌التحصیلی، فنی و صنعتی کشور می‌شود.
* استفاده مؤثر و کارآمد از تمامی فرصت‌ها و امکانات آموزش داخلی.
* حصول اطمینان از نگهداری نیروی انسانی.
  1. **شرح**

طبقه ‌بندی نیروی انسانی مورد نیاز برای فعالیت‌های مختلف نیروگاه‌های اتمی بر اساس جدول شماره یک می‌باشد.

**جدول شماره 1: طبقه‌بندی نیروی انسانی مورد نیاز فعالیت‌های مختلف نیروگاه‌های اتمی**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **عنوان فعالیت** | **تعداد نیروی انسانی مورد نیاز** | **عنوان فعالیت** | **تعداد نیروی انسانی مورد نیاز** |
| فعالیت‌های قبل از پروژه | 37 الی 53 | تضمین کیفیت و کنترل کیفیت | 80 الی 121 |
| مدیریت پروژه یا مجری طرح(کارفرما) | 62 الی 86 | احداث نیروگاه | 2350 الی 3200 |
| مدیریت پروژه (پیمانکار اصلی) | 30 الی 41 | راه‌اندازی | 158 الی 230 |
| مهندسی (طراحی) پروژه | 332 الی 432 | بهره‌برداری | 684 الی 912 |
| تدارکات پروژه | 25 الی 39 | پشتیبانی فنی (چرخه سوخت، ایمنی و مقررات هسته‌ای) | 158 الی 230 |

نیازمندی‌ها و الزامات نیروی انسانی جهت فعالیت‌های قبل از پروژه به شرح جدول شماره دو می‌باشد.

**جدول شماره 2: نیازمندی‌ها و الزامات نیروی انسانی جهت فعالیت‌های قبل از پروژه**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **شغل/مجموعه شغلی** | **تعداد(نفر)** | **صلاحیت** | |
| **سطح تحصیلات** | **تجربه/ سال** |
| مدیر | 1 | حداقل فوق لیسانس | 10 الی 15 |
| طراحان برنامه تولید و توسعه انرژی هسته‌ای | 5 الی 10 | حداقل لیسانس | 5 الی 10 |
| مطالاعات فنی اقتصادی | 4 الی 7 | حداقل لیسانس | 3 الی 5 |
| مطالعات امکان‌سنجی | 10 الی 14 | حداقل لیسانس | 5 الی 7 |
| مطالعات بررسی محیط و انتخاب سایت | 17 الی 22 | لیسانس و تکنسین | 3 الی 10 |
| جمع کل | 37 الی 53 | - | **-** |

نیازمندی‌ها و الزامات نیروی انسانی جهت احداث نیروگاه به شرح جدول شماره سه می‌باشد.

**جدول شماره 3: نیازمندی‌ها و الزامات نیروی انسانی جهت ساخت نیروگاه**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **شغل/مجموعه شغلی** | **تعداد(نفر)** | **صلاحیت** | |
| **سطح تحصیلات** | **تجربه/ سال** |
| مدیریت سایت | 2 | فوق لیسانس | 15 الی 20 |
| مدیران دپارتمان‌ها | 5 الی 8 | حداقل لیسانس | 10 الی 15 |
| سرمهندسین | 20 الی 25 | حداقل لیسانس | 7 الی 12 |
| سرپرستان بازرگانی و اداری | 3 الی 5 | حداقل لیسانس | 8 الی 13 |
| نیروهای متخصص | 40 الی 60 | حداقل لیسانس | 5 الی 10 |
| تکنسین | 280 الی 400 | تکنسین | 6 الی 12 |
| نیروهای کارگری ماهر | 2000 الی 2700 | برقکار، آرماتوربند، ورقکار، نجار، نقاش، کارگر ساختمانی، جوشکارو ... . | 3 الی 5 |
| جمع کل | 2350 الی 3200 | - | **-** |

توضیح اینکه نیروی کارگری غیر ماهر در اینجا لحاظ نشده است.

نیازمندی‌ها و الزامات نیروی انسانی جهت بهره‌برداری و نگهداری در جدول شماره چهار بیان شده است.

**جدول شماره 4: نیازمندی‌ها و الزامات نیروی انسانی جهت بهره‌برداری و نگهداری**

|  |  |
| --- | --- |
| **شغل/مجموعه شغلی** | **تعداد(نفر)** |
| **صلاحیت** | |
| **سطح تحصیلات** | **تجربه/ سال** |
| مدیریت نیروگاه | 1 | حداقل لیسانس | 10 الی 15 |
| سرمهندس نیروگاه | 1 | حداقل لیسانس | 10 الی 15 |
| مدیرن دپارتمان‌ها | 12 الی 14 | حداقل لیسانس | 4 الی 7 |
| شیفت سوپروایزرهای نیروگاه | 6 الی 7 | حداقل لیسانس | 4 الی 7 |
| دپارتمان تولید | 170 الی 250 | فوق لیسانس، لیسانس و تکنسین | 4 الی 6 |
| دپارتمان نگهداری | 180 الی 250 | فوق لیسانس، لیسانس و تکنسین | 3 الی 6 |
| دپارتمان فنی مهندسی | 100 الی 150 | فوق لیسانس، لیسانس و تکنسین | 4 الی 6 |
| دپارتمان ایمنی | 60 الی 90 | فوق لیسانس، لیسانس و تکنسین | 4 الی 6 |
| دپارتمان آموزش | 30 الی 70 | فوق لیسانس، لیسانس و تکنسین | 5 الی 10 |
| دپارتمان پشتیبانی | 120 الی 170 | لیسانس و فوق دیپلم | 3 الی 5 |
| تضمین کیفیت | 5 الی 10 | حداقل لیسانس | 5 الی 10 |
| جمع کل | 684 الی 912 | - | **-** |

تعداد پرسنل بهره بردار به عوامل متعددی نظیر نوع و ظرفیت راکتور، تعداد شیفت ها، ساختار سازمانی، تکنولوژی ساخت، تعداد و نحوه خدمات سازمانها و شرکت های پشتیبانی کننده، تعداد واحدها در هر ساختگاه بستگی دارد و با در نظر گرفتن این عوامل تعداد واقعی پرسنل مورد نیاز محاسبه می گردد.

* 1. **چالش‌ها**
* نبود اسناد بالادستی مناسب نظیر سند راهبردی و ضعف در طراحی و استقرار سیستم های مدیریتی نظیر عدم وجود ساختار سازمانی فرآیندگرا، عدم شناسایی، استقرار، اجرا و پایش فرآیندها با نگرش فرآیندی و نگاه راهبردی،
* نبود نظام جامع منابع انسانی شامل راهبردهای منابع انسانی نظیر راهبرد کارمندیابی، انتخاب، انتصاب، آموزش کارکنان، جانشین‌پروری، ارزیابی عملکرد، حقوق و دستمزد، طراحی شغل، قوانین و مقررات استخدامی و غیره در مراکز مرتبط،
* نبود برنامه توسعه منابع انسانی مصوب بر اساس شرح شغل‌ها و شرایط احراز شغل در توسعه و احداث نیروگاه‌های اتمی، برای مثال بر اساس جدول شماره سه، تقریباً برای یک نیروگاه هزارمگاواتی حداقل به دوهزار نفرکارگر ماهر شامل برقکار، آرماتوربند، ورقکار، جوشکار و غیره یا حدود سیصد تکنسین نیاز است که برای ده‌هزار مگاوات برق هسته‌ای، نیاز تقریباً ده‌ برابر می‌باشد و در این خصوص برنامه توسعه منابع انسانی مدون نشده است.
* عدم استفاده از ظرفیت های آموزشی در قراردادهای واحدهای دو و سه نیروگاهی در بوشهر برای تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه طراحی و ساخت تجهیزات.
* نبود برنامه توسعه منابع انسانی مصوب بر اساس شرح شغل‌ها و شرایط احراز شغل در بهره‌برداری نیروگاه‌های اتمی، برای مثال برای یک واحد هزارمگاواتی بر اساس جدول شماره چهار نیاز به تقریباً نهصد نفر نیروی آموزش‌دیده بهره‌برداری می باشد.که این موضوع نیاز مبرم به برنامه مصوب برای ده هزار مگا وات برق هسته ای دارد.
* نبود لیست مجاز از تامین‌کنندگان خدمات آموزشی نظیر مراکز دانشگاهی در داخل و خارج کشور، ارزیابی و بروزرسانی دوره ای لیست مذکور.
* نبود راهبرد مدون برای تقویت و ایجاد مراکز خدمات آموزشی نظیر دانشگاه‌ها و دانشکده ها در داخل کشور.
  1. **راهکارها**

تأمین منابع مناسب در چارچوب ایجاد برنامه‌ریزی و سازماندهی درست در سازمان انرژی اتمی میتواند منجر به رفع علل ریشه‌ای چالش‌های مذکور گردد.

**منابع و مراجع**

1. تدوین استراتژی توسعه نیروگاه‌های اتمی در کشور(پژوهشگاه نیرو بهمن‌ ماه 1385)
2. مدیریت منابع انسانی جمع‌آوری‌شده از منابع مختلف مدیریت منابع انسانی(تألیف آقایان دکتر میرسپاسی، دکتر سعادت و دکتر ابطحی)
3. گزارش مطالعه و بررسی زمینه‌های توسعه زیرساختارهای نیروی انسانی(شرکت متسا اسفند ماه 1386)
4. Manpower Development for Nuclear Power, IAEA-TRS-200, 1980
5. **ضوابط مقررات و ساختار ایمنی هسته ای**

توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای در برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای ایمن، مطمئن و اقتصادی (با رویکرد مشارکت حداکثری) یک ضرورت ملی است. ساختار موجود ایمنی هسته‌ای در کشور باید متناسب با این برنامه ملی و در حمایت از آن، تقویت شده و توسعه یابد به گونه‌ای که اطمینان دهد تاسیسات هسته‌ای کشور و انجام فعالیت‌های مرتبط با آن، در سطح ملی و بین المللی، ایمن و امن بوده و میزان پرتوگیری کارکنان، مردم و نسل‌های آینده و همچنین آلودگی پرتوی محیط زیست، در حداقل میزان معقول قابل دستیابی است. در راستای توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای درکشور موارد ذیل باید مورد توجه جدی قرار گیرد:

* 1. **چارچوب قانونی ایمنی هسته‌ای:**

**الف) قوانین و مقررات: نیاز به قانون جامع نظارت قانونی بر استفاده از انرژی هسته‌ای در کشور**

در حوزه قوانین و مقررات ناظر بر تاسیسات هسته‌ای و فعالیت‌های مربوطه در کشور از جمله قانون تاسیس سازمان انرژی اتمی و قانونی حفاظت در برابراشعه مصوب مجلس شورای اسلامی، مبانی حقوقی و قانونی حاکم بر ایمنی تاسیسات هسته‌ای، یک مبنای کلی و توام با خلاها و نارسایی‌هاست. لذا در راستای برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای، تدوین و تصویب قانون جامع استفاده از انرژی هسته‌ای به منظور تعیین چارچوب قانونی، دولتی و نظارتی بر تاسیسات هسته‌ای بسیار ضروری می‌نماید.

**ب)نظارت قانونی بر تاسیسات هسته‌ای : نیاز به توسعه ساختار نظارت قانونی موجود تحت عنوان مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور متناسب با برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای**

بر اساس استانداردهای آژانس بین المللی انرژی اتمی و تجارب بین المللی کشورهای دارای صنعت هسته‌ای، نهاد نظارت قانونی بر تاسیسات هسته‌ای باید از چارچوب قانونی و دولتی مناسب، قوانین پشتیبان، منابع مالی کافی، نیروی انسانی واجد صلاحیت کافی، نهاد‌های پشتیبان و ارتباطات ملی و بین المللی، برخوردار باشد. برخورداری از این موارد باعث می‌شود تا نهاد نظارت قانونی بر تاسیسات هسته‌ای بتواند به دور از هرگونه اعمال فشار به صورت تخصصی تصمیم‌گیری نماید. کشورهای پیشرو در انرژی هسته‌ای از اوایل توسعه برنامه هسته‌ای خود، سعی در توسعه و تکامل این نهاد داشته‌اند. این تغییرات به‌ویژه بعد از حادثه فوکوشیما از شتاب چشمگیری برخوردار بوده است. ساختار نهاد نظارت قانونی بر تاسیسات هسته‌ای در هرکشور با توجه به نیازها، امکانات و تاسیسات موجود در آن کشور تعریف شده و در این زمینه الگوی یکسانی وجود ندارد. اما این ساختار باید به گونه‌ای تنظیم شود تا در کنار سایر سازمان‌ها و نهادهای متولی صنعت هسته‌ای، سه اصل **ایمنی، امنیت، و پادمان هسته‌ای** پوشش داده شود.

* 1. **رژیم بین المللی ایمنی هسته‌ای: نیاز به پیوستن کشور به کنوانسیون‌های بین المللی هسته‌ای**

همزمان با توسعه تاسیسات هسته‌ای در کشور، توجه به رژیم بین المللی ایمنی هسته‌ای نیز ضروری است. الحاق به کنوانسیون‌های بین المللی نوعی تمرین تعامل با جامعه بین‌الملل و به معنای درک صحیح از موضوع، صاحب نظر بودن در آن موضوع و نشانه تلاش و تصمیم یک کشور برای ایفای نقش در یک مجموعه بزرگ‌تر است. در حال حاضر ایران تنها کشوری است که نیروگاه برق اتمی در اختیار دارد اما تا کنون به کنوانسیون‌ ایمنی هسته‌ای نپیوسته است. بدیهی است که این رویکرد می تواند توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای را تحت تاثیر قرار دهد. در حال حاضر با توجه به تصمیم به اجرای برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای ایمن، مطمئن و اقتصادی به نظر می‌آید بررسی پیوستن کشور به کنوانسیون‌های بین المللی هسته‌ای بسیار حائز اهمیت می‌باشد. توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای بدون مشارکت بین المللی در زمینه صنعت و تکنولوژی، سرمایه گذاری خارجی و توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای در کشور، با مشکلات جدی روبرو خواهد بود.

* 1. **شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای: نیاز به طرح ملی شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای**

مدیریت شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای با هدف حفاظت از جان، سلامت و اموال انسان‌ها و محیط زیست یکی از موضوعات اصلی توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای می‌باشد. مدیریت شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای در سطح ملی و بین المللی، شامل نقش‌ها و مسئولیت‌های مهمی برای نهادهای متعددی از جمله سازمان مدیریت بحران، سازمان پدافند غیر عامل، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، جمعیت هلال احمر، سازمان برنامه و بودجه، ستاد کل نیروهای مسلح می‌باشد که با توجه به حساسیت، تعدد، تنوع و گستردگی وظایف و ساختارها، لزوم توافقی کلی در سطح ملی به منظور مدیریت صحیح و استاندارد شرایط اضطراری در تطابق حداکثری با ساختار حاکمیتی و وظایف ذاتی سازمان های مذکور بسیار ضروری است. طرح ملی موجود مدیریت شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای باید همزمان با برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای توسعه یافته و زیرساخت‌های لازم متناسب با تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای بروزرسانی گردد.

بر اساس سه مورد کلی و حائز اهمیت فوق، به نظر می‌آید در توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای همزمان با برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته‌ای، با فقدان زیر ساخت‌هایی روبرو هستیم که رفع آنها مستلزم اقدامات جدی مجلس شورای اسلامی و شورای امنیت ملی کشور در بحث قانون‌گذاری و تصمیم به پیوستن به کنوانسیون‌های بین المللی، اقدامات جدی دولت درتعیین خط مشی و راهبرد ملی ایمنی هسته‌ای و توسعه ساختار فعلی نظارت قانونی(مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور) بر تاسیسات و فعالیت‌های هسته‌ای و توسعه زیرساخت‌های لازم برای مدیریت شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای و همچنین اقدامات جدی سازمان بهره‌بردار راکتورهای هسته‌ای در همراهی با دولت و واحد نظارت قانونی در توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای و بهره‌برداری ایمن از نیروگاه‌های هستهای است. هرکدام از نهادهای مذکور باید نقش و مسئولیت‌های خود را در طول عمر تاسیسات هسته‌ای و در درسه فاز 1- قبل از تصمیم ملی به توسعه نیروگاه های هسته‌ای، 2- فاز برگزاری مناقصه و مذاکره قرارداد و 3- فاز بهره ‌برداری و ازکاراندازی راکتورهای هسته‌ای ایفاد نمایند.

برگرفته از استانداردهای آژانس بین المللی انرژی اتمی، توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای در برنامه ملی توسعه و تولید ده هزار مگاوات برق هسته ای ایمن، مطمئن و اقتصادی شامل توسعه در موضوعات 20 گانه ذیل می‌باشد و نقش و مسئولیت‌های هر یک از نهادهای فوق الذکر در این موضوعات مشخص گردیده است.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **موضوعات 20 گانه توسعه ساختار ایمنی هسته‌ای** | | | |
| 1 | خط مشی و راهبرد ملی ایمنی هسته‌ای، | 11 | حفاظت پرتوی |
| 2 | رژیم بین المللی ایمنی هسته‌ای | 12 | ارزیابی ایمنی |
| 3 | چارچوب قانونی ایمنی، امنیت و پادمان هسته‌ای | 13 | مدیریت پسماندهای پرتوزا، سوخت مصرف‌شده و ازکاراندازی |
| 4 | چارچوب نظارت قانونی | 14 | آمادگی و مقابله با شرایط اضطراری |
| 5 | شفافیت | 15 | سازمان بهره‌بردار |
| 6 | منابع و تامین مالی | 16 | بررسی و ارزیابی سایت |
| 7 | سازمان‌های پشتیبان بیرونی و پیمانکاران | 17 | ایمنی طراحی |
| 8 | رهبری و مدیریت در ایمنی هسته‌ای | 18 | آمادگی برای بهره‌برداری |
| 9 | توسعه نیروی انسانی | 19 | ایمنی ترابری |
| 10 | تحقیق و توسعه با مقاصد ایمنی هسته‌ای و نظارت قانونی | 20 | ایمنی، امنیت و پادمان هسته‌ای |

1. **تحقیق و توسعه نقشه جامع علمی کشور**

به منظور تحقق برنامه کشور در دستیابی به 10 هزار مگاوات برق هسته‌ای و همسو با نقشه جامع علمی کشور [1: نقشه جامع علمی کشور]، اولویت‌های نظام علم، فناوری و نوآوری در کشور در راستای چشم اندازها و اهداف کلان ترسیم شده در این اسناد با دو رویکرد:

**رویکرد 1:** بومی سازی فناوری طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای در کشور از طریق انتقال تدریجی دانش و فناوری طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای و تعمیق دانش فنی حاصل با پشتیبانی علمی و فنی راکتورهای هسته‌ای موجود

**رویکرد 2:** توانمند سازی کشور در زمینه طراحی و ساخت یک راکتور قدرت بومی با اتکا به دانش حاصل از رویکرد اول

می‌بایست در برنامه‌های تحقیق و توسعه مد نظر قرار گیرد. در سند نقشه جامع علمی کشور، فناوری هسته‌ای به عنوان اولویت الف حوزه فناوری در اولویت‌های علم و فناوری کشور گنجانده شده است و کسب دانش طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای به عنوان یکی از اهداف بخشی در نظام علم، فناوری و نوآوری کشور نیازمند توجه، هدایت و پشتیبانی در سطوح کلان مدیریتی در کشور می‌باشد.

* 1. **اهداف کلان:**
* دستیابی و تدوین دانش و فناوری حوزه نیروگاه‌های هسته‌ای در مراحل مختلف طراحی، ساخت (تأمین تجهیزات)، راه اندازی و از کاراندازی نیروگاه‌های هسته‌ای در کشور با رویکرد بومی سازی صنعت نیروگاه‌های هسته‌ای
* دستیابی به دانش مورد نیاز برای پشتیبانی علمی و فنی از بهره برداری ایمن، مطمئن و اقتصادی از نیروگاه‌های هسته‌ای و بومی سازی تجهیزات در راستای رویکرد مشارکت حداکثری در داخل کشور
* تدوین و توسعه دانش فنی در زمینه‌های تخصصی مرتبط ( ایمنی هسته‌ای، طراحی فنی و مهندسی، سوخت و مواد، پسمانداری، توسعه کدها و نرم افزارها، حفاظت پرتوی، ساخت تجهیزات و سامانه‌های کلیدی، طراحی و توسعه لوپ‌های آزمایشگاهی و ...) و ایجاد زیرساخت‌های نرم افزاری و سخت افزاری مورد نیاز در تحقیق و توسعه
* پیاده سازی سیستم مدیریت دانش یکپارچه و منسجم و توسعه فراگیر سازمان‌های یادگیرنده و تربیت پژوهشگران و اندیشمندان در مسیر دستیابی به چشم انداز ترسیم شده در بومی سازی صنعت نیروگاه‌های هسته‌ای.
  1. **اولویت‌های تحقیق و توسعه صنعت نیروگاه‌های هسته‌ای:**

مهم‌ترین حوزه‌های تحقیق و توسعه در جهت کسب دانش طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای شامل موارد ذیل است:

* تحقیقات مواد کاربردی در نیروگاه‌های هسته‌ای
* تحقیقات سوخت هسته‌ای و آزمون‌های ایمنی و کنترل کیفی
* نرم افزارها و کدهای هسته‌ای کاربردی در حوزه‌های نوترونیک، ترموهیدرولیک و ایمنی
* ایجاد تأسیسات آزمایشی برای انجام آزمون‌های ایمنی هسته‌ای، ترموهیدرولیک و نوترونیک و اعتبارسنجی داده‌های هسته‌ای
* طراحی و ساخت تجهیزات و سامانه‌های کلیدی مورد نیاز صنعت نیروگاهی نظیر: تجهیزات ابزار دقیق هسته‌ای داخل و خارج قلب راکتور و سامانه‌های اندازه گیری و کنترل مربوطه
  1. **راهبردها و اقدامات ملی پیشنهادی:**
* تدوین، تصویب و ابلاغ سند ملی راهبردی تحقیق و توسعه با هدف سیاست‌گذاری، جهت‌دهی و مدیریت متمرکز همه فعالیت‌های پژوهشی به منظور بومی سازی فناوری طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای در همه حوزه‌های پژوهشی و صنعتی کشور (به ویژه سازمان انرژی اتمی، وزارت علوم، وزارت صمت، وزرات نیرو و سایر وزارتخانه‌ها و سازمانهای مرتبط)
* ایجاد و توسعه شبکه جامع آزمایشگاه‌های تحقیقاتی ملی در کشور در حوزه تحقیقات مواد و سوخت، آزمون‌های ایمنی و کنترل کیفی سوخت، موکاپ‌های هسته‌ای و غیر هسته‌ای، تأسیسات آزمایشی برای آزمون‌های ترموهیدرولیک و ایمنی، توسعه کدها، نرم افزارها و الگوهای محاسبات هسته‌ای، کنترل و ابزار دقیق، آزمایشگاه‌های مخرب و غیر مخرب پرتویی (اکتیو) تست سوخت و مواد
* ﺣﻤﺎﻳﺖ ویژه ﺍﺯ پروژه‌ها و ﭘﮋﻭهش‌های ﺭﺍﻫﺒﺮﺩﻱ ﻭ کاربردی در حوزه بومی سازی فناوری طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای و استفاده از همه ظرفیتهای پژوهشی (پایان نامه‌ها، رساله‌ها، دوره‌های پسا دکتری، فرصت‌های مطالعاتی اعضاء هیئت علمی، شرکت‌های دانش بنیان، مراکز رشد و قطب‌های علمی تخصصی) ﺑﺎ ﺗﺄﻛﻴﺪ ﺑﺮ ﺗﻮﺳﻌﻪ ﭘﮋﻭﻫﺶ‌ﻫﺎﻯ ﺗﻘﺎﺿﺎﻣﺤﻮﺭ در این حوزه
* پیش بینی طراحی و ساخت یک راکتورتحقیقاتی با شار نوترون بالا به منظور تست مواد و سوخت و ایجاد آزمایشگاه‌های پس از پرتودهی (PIE) مرتبط به منظور ایجاد زیرساخت‌های تحقیق و توسعه متناسب با برنامه ها و اهداف تأمین سوخت هسته ای در کشور
* مشارکت در یک طرح بین المللی در حوزه طراحی و ساخت نیروگاههای هسته‌ای نسل جدید (به ویژه راکتورهای کوچک ماژولار) وتعامل فعال و اثرگذار درحوزه علم و فناوری نیروگاه های هسته ای با کشورهای صاحب فناوری

1. **از کار اندازی**

مرحله «از کاراندازی» آخرین مرحله از عمر تاسیسات هسته‌ای به شمار می‌رود. اهمیت این مرحله به واسطه پیچیدگی های فنی ﴿وجود حجم زیادی از تجهیزات پرتو دیده﴾ و هزینه بالای برچینش تاسیسات هسته‌ای می باشد. معمولا شرکتهایی که از تجربه طراحی و احداث نیروگاه هسته‌ای برخوردار هستند، عهده‌دار عملیات برچینش نیروگاه هسته‌ای می شوند، که از این منظر لازم نیست پیش بینی خاصی از هم اکنون صورت پذیرد. واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر از سال ۱۳۹۲ وارد مرحله بهره‌برداری صنعتی شده است و در صورتی که طول عمر آن تمدید نگردد، تا سال ۱۴۲۲ به کار خود ادامه خواهد داد. در آن مرحله می توان از خدمات شرکتهایی که از تجربه طراحی و احداث نیروگاه هسته‌ای برخوردار هستند، استفاده نمود.

لیکن در خصوص هزینه عملیات مذکور که نیاز به حجم بالایی از منابع مالی دارد، لازم است از هم اکنون پیش بینی های لازم انجام شود. در این خصوص در اسل ۱۳۹۵ و با پیشنهاد سازمان انرژی اتمی ایران/ شرکت تولید و توسعه انرژی اتمی ایران، ماده ۶۶ با عنوان «اندوخته احتیاطی» در قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور درج و به تصویب مجلس شورای اسلامی رسید. ماده مذکور اشعار می‌دارد: «به منظور تأمین منابع لازم برای انجام هزینه‌های مدیریت سوخت مصرف شده و پسماندهای حاصل از فعالیت، برچینش و حوادث اضطراری در تأسیسات هسته‌ای به شرکت مادر تخصصی تولید و توسعه انرژی اتمی ایران اجازه داده می‌شود با موافقت رئیس سازمان تا معادل 4٪ از درآمد حاصل از فروش برق نیروگاههای هسته‌ای کشور را تحت عنوان «اندوخته احتیاطی» منظور دارد».

آیین نامه اجرایی این ماده در سال ۱۳۹۶ و با پیشنهاد مشترک سازمان برنامه و بودجه کشور، سازمان انرژی اتمی ایران و وزارت امور اقتصادی و دارایی به تصویب هیات وزیران رسید. در حال حاضر شرکت تولید و توسعه حساب مربوط به این اندوخته را نزد خزانه‌داری کل کشور گشایش نموده و سالانه مبلغی را با دستور ریاست سازمان انرژی اتمی ایران به عنوان اندوخته احتیاطی به این حساب واریز می‌نماید.

دستورالعمل حسابداری مربوطه نیز با هماهنگی سازمان حسابرسی تنظیم، مصوب و در حال اجرا می‌باشد.