### 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، مطابق با برنامه جامع اکتشاف اورانیوم مصوب‌، ادامه و تکمیل عملیات اکتشاف سراسری اورانیوم در فازهای مختلف و در پهنه کل کشور پیشنهاد می‌گردد.

### 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. در جدول شماره 1 وضعیت تجهیز و استخراج از معادن اورانیوم کشور قابل مشاهده است.

**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.

### 2. 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 کارخانه‌های 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.

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، مطابق جدول شماره 2 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.

مطابق جدول پیوست 1 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.

### 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 در حوزه ایجاد ظرفیت:** 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 (جدول شماره 3) توصیه می‌گردد منابع داخلی کیک زرد صرفاً برای تأمین سوخت حدود ... سال 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.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **جدول شماره 3: مواد هسته‌ای مورد نیاز جهت تولید سوخت 10 راکتور 1000 مگاواتی از نوع PWR** | | | | |
| **نوع ماده** | بسته سوخت با غناهای 3.62 و 4.02 **(تعداد)** | **UO2** با غناهای مختلف **(تن)** | کیک زرد  **(تن)** | اورانیوم معادل کیک زرد **(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** |

**راهبرد فعلی فرآوری و تولید مجتمع سوخت:** در این حوزه مطابق جدول پیوست 2 که ظرفیت‌های موجود در تأسیسات مختلف چرخه سوخت را نشان می‌دهد، 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

## 5. حوزه مدیریت پسماندهای پرتوزا و سوخت مصرف‌شده

**می‌توان اذعان داشت که آخرین حلقه از چرخه سوخت هسته‌ای، حوزه پسمانداری و مدیریت سوخت مصرف‌شده است. راکتورهای تحقیقاتی و قدرت و همچنین تأسیسات چرخه سوخت مرتبط با آنها حین بهره‌برداری پسماند‌های هسته‌ای حد کم، متوسط تولید می‌نمایند و لازم است فرآیندهای مدیریت، نگهداری و دفن آنها همواره مورد توجه ویژه واقع گردد. 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.**

در راستای تامین زیرساخت­های مورد نیاز مدیریت پسماندهای پرتوزا صنعت هسته­ای کشور، شرکت مدیریت پسماندهای پرتوزای ایران اقدام به انتخاب ساختگاه، اخذ پروانه انتخاب ساختگاه و ایجاد زیرساخت­های مورد نیاز مدیریت پسماندهای پرتوزای با فعالیت بسیار کم، کم و متوسط نموده است. 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.