****

**شركت ‎بهره برداري نيروگاه ‌اتمي‌بوشهر‌**

**گزارش ايمني هسته­اي**

**(واحد شماره 1 نيروگاه اتمي بوشهر)**

**تیر 1399**

**فهرست**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان** | **صفحه** |
| 1. مقدمه | 3 |
| 1. اصول اساسی ايمني در نيروگاه اتمي بوشهر | 3 |
| 1. برخي ويژگي‌هاي مهم ايمني در نيروگاه اتمي بوشهر | 6 |
| 1. وضعيت آمادگي و پاسخ اضطراري در تأمين ايمني هسته‌اي | 7 |
| 1. ارزیابی سالانه وضعیت ایمنی هسته­ای | 12 |
| 1. ارزيابي كلي از وضعيت نيروگاه در حوزه­­­ي شاخص‌هاي وانو | 14 |

1. **مقدمه:**

مهم­ترین موضوع خط مشي بهره‌برداري از نيروگاه های اتمی، توليد برق ايمن و مطمئن مي‌باشد. از اين رو علاوه بر جنبه‌هاي متداول ايمني كه در دیگر صنايع مشترک هستند ، در بهره‌برداري از نيروگاه‌هاي اتمي جنبه‌هاي جديدي از ايمني شامل ايمني پرتوي و هسته‌اي از اهمیت قابل ملاحظه ای برخودار می باشد.

هدف نهایی ايمني هسته‌اي، حفاظت از كاركنان، مردم و محيط زيست اطراف با ايجاد و حفظ اقدامات حفاظتي مؤثر در نيروگاه در مقابل خطر عناصر و تابش‌هاي راديواكتيو (كاهش خطر پذيري حاصل از آنها) مي‌باشد. اين مهم با ايجاد تدابير عملياتي از زمان شروع مطالعات مكان‌يابي جهت احداث، آغاز می­شود و در زمان ساخت، بهره‌برداري و از كاراندازي نيروگاه محقق مي‌شود.

در مرحله‌ي ساخت و نصب تجهيزات استاندارد ترین كارخانه‌هاي سازنده و شاخص ترین پيمانكاران نصاب پس از بررسي توانايي‌هايشان انتخاب شده‌اند. اين مرحله شامل مميزي‌هاي دقيق توانايي‌هاي فني سازندگان، صلاحيت پرسنل شاغل درآن سازمان، صلاحيت تامين كنندگان قطعات، وضعيت سازماني شركت‌هاي مذكور و همچنين نظارت مستمر و دائم در تمامي مراحل مي‌باشد.

حفظ ايمنی نيروگاه در زمان بهره‌برداری از طریق موارد زير تامين می‌شود:

* پرسنل آموزش ديده و آگاه به حوزه‌ي ايمنی و نيز آشنا به شرايط و حدود ايمنی و مدارک مربوطه،
* تجهيزات مطمئن و کارآمد که بصورت دوره‌ای مورد تست و تعمير قرار مي‌گيرند،
* سازماندهی تمام مسئوليت‌ها و وظايف جهت تامين ايمنی هنگام انجام کار،
* كنترل شرايط موانع فيزيكي و عملکرد سيستم‌ها و تجهيزات در رژيم بهره‌برداری نرمال )کار در قدرت حداکثر و در قدرت‌های کمتر، راه اندازی، توقف، تعميرات برنامه‌ريزي شده و تعويض سوخت (و برطرف نمودن خرابي‌ها و اختلالات در کار سيستم‌ها و تجهيزات،
* رعايت سطوح دفاع در عمق.

1. **اصول اساسی ايمني در نيروگاه اتمي بوشهر**

ساختار سازماني دربردارنده كليه‌ي مسئوليت‌ها جهت بهره‌برداري ايمن از نيروگاه اتمي است و مديريت نيروگاه از طريق ساختار سازماني، تحقق اين مسئوليت‌ها را امكان پذير مي‌سازد. بدين وسيله مديريت نيروگاه اتمي به كليه­ي مولفه‌هايي كه براي بهره‌برداري ايمن نيروگاه لازم است دست مي‌يابد و باعث افزايش سطح كيفي و تجربي پرسنل مي‌گردد.

براي تامين نظارت و كنترل دائم ايمني در زمان بهره‌برداري نيروگاه و براي مديريت درست نيروگاه جهت انجام كليه­ي وظايف، در ساختار بهره‌برداري مداركي براي ارزيابي ايمني نيروگاه تهيه شده است. با درنظرگرفتن تمام جنبه­هاي كاري قبل از بهره‌برداري نيروگاه، براي كارهاي معمول روزانه، تدابير فني و كنترلي اتخاذ مي­گردد.

بهره‌برداري از نيروگاه اتمي تحت تدابير بسيار سختگيرانه اداري و بوسيله پرسنل مجرب، كارآزموده و واجد شرايط كه ايمني و بهره‌برداري ايمن را سرلوحه كارهاي خود قرار داده‌اند )عملكرد خود را با دستورالعمل هاي فني هماهنگ مي‌كنند(به انجام مي‌رسد. كليه‌ي تجهيزات براي آنكه وظايف كاري خود را در شرايط مناسب انجام دهند) يا در حالت آماده به كار( بطور مداوم تحت مراقبت اپراتورهاي نيروگاه قرار دارند و در صورت بروز عيب در آنها دركوتاه‌ترين زمان ممكن عيب ‌يابي شده و در جهت رفع آن اقدام مي­گردد.

پس از پايان تست و تنظيمات اوليه، مهم‌ترين مرحله‌ي عمر يك نيروگاه اتمي كه همان مرحله بهره‌برداري است شروع مي‌شود. اين مرحله اهداف و وظايف لازم براي رسيدن به ايمني را مشخص مي‌كند. هنگام بهره‌برداري از نيروگاه محصولات راديواكتيو در راكتور توليد مي‌شوند و بدليل همين موضوع درصد ريسك افزايش مي‌يابد.

برمبنای اصل دفاع در عمق سطوح حفاظتي نيروگاه نيز مشخص شده است كه با سدهاي فيزيكي در ارتباط مي‌باشد.

* اولين سطح حفاظتي- اين سطح شامل اجراي با كيفيت طرح نيروگاه (در تمام مراحل طراحي، ايمني هسته اي در نظر گرفته شده)، كيفيت آموزش و تخصص كاركنان بهره‌برداري و حفظ نيروگاه در حدود بهره‌برداري نرمال در زمان راه اندازي مي‌شود.
* دومين سطح حفاظتي- اين سطح شامل تأمين آماده‌بودن سيستم‌هاي مهم ايمني نيروگاه با رفع عيوب آنها و همچنين كشف بموقع انحرافات از حدود و شرايط ‌بهره‌برداري عادي و جلوگيري از پيشرفت چنين انحرافاتي به خارج از حدود مجاز بهره‌برداري مي‌باشد، كه به لحاظ فني با اجراي مطمئن رزرو براي تجهيزات و بكار بردن سيستم‌هاي كنترلي محقق مي‌شود.
* سومين سطح حفاظتي- اين سطح شامل سيستم‌هاي ايمني مي‌باشد كه در شرايط اضطراري با توقف راكتور و دفع حرارت از قلب راكتور و استخر سوخت از گسترش انحرافات در رژيم عادي نيروگاه و تبديل شدن به حوادث مبناي طرح و حوادث سنگين ماوراء طرح جلوگيري مي‌كند.
* چهارمين سطح حفاظتي- كنترل حوادث است از طريق اقدامات از پيش طراحي شده بر اساس چگونگي پيشرفت حوادث ماوراء طرح و نگهداري و حفظ مؤثر سدهاي فيزيكي ايمني باقيمانده كه شامل حفظ توانايي كاري سيستم‌هاي محدود كننده‌ي مواد راديواكتيو (بويژه كره‌ي فولادي) است.
* پنجمين سطح حفاظتي- اقدامات برنامه‌ريزي اضطراري خارج از سايت نيروگاه مي‌باشد. اصلي‌ترين وظيفه در اين سطح تضعيف پيامدهاي حوادث (كاهش تأثير تابش‌هاي راديواكتيو بر مردم و محيط اطراف) مي‌باشد.

سدهاي فيزيكي در مسير انتشار مواد راديواكتيو به محيط اطراف عبارتند از قرص سوخت، غلاف ميله‌هاي سوخت، مرز مدار اول (مدار خنك كننده راكتور) و پوسته‌ي حفاظتي راكتور و سيستم‌هاي ايمني (كره‌ي فلزي و كره‌ي بتوني) .

هدف از برنامه­ي آموزش کارکنان اپراتور، خدمات فني و اپراتورهاي اتاق كنترل بالابردن سطح ايمني هنگام انجام وظايف محوله به آنهاست. انتخاب پرسنل با اجراي برنامه‌هايي جامع نظير اعلام آگهي استخدام سراسري و برگزاري انواع آزمون‌هاي علمي، هوش ، روان شناختي و بررسي سوابق انجام مي­شود. برنامه‌ي آموزش کارکنان دربردارنده مواد درسي، وسايل مورد نياز، نحوه‌ي آموزش و ارزيابي مي‌باشد. در گام بعدي کارکنان آموزش‌هاي شغلي را فرا مي‌گيرند. در ابتدا آنها به صورت تئوري با نحوه­ي كار نيروگاه و اجزاء آن آشنا مي‌شوند و پس از آن به طور عملي نحوه‌ي كار اجزاء، محل قرارگيري و تاثير آنها بر ايمني را فرا مي‌گيرند. همچنين اين برنامه شامل مسائل آموزنده از تجارب نيروگاهي حتي نيروگاه ­اي ديگر( نيز مي‌شود. اپراتورها بايد نحوه­ي مديريت بهره‌برداري نرمال و حالت اضطراري را آموزش ببينند. طبق برنامه ­ي آماده­سازي، پرسنل تا قبل از دريافت مجوز کار مستقل حتماً بايد مراحل زير را گذرانده باشند:

* آموزش تئوري؛
* آموزش در سيميلاتور، کارگاه‌ها و... مطابق شرايط محل کار؛
* آموزش عملي تحت نظر در محل کار؛
* گذراندن آزمون نرم‌ها و استانداردها، دستورالعمل‌ها، قوانين فني و شغلي و قوانين ايمني صنعتي ،پرتوي و آتش نشاني؛
* انجام وظايف شغلي؛

پس ازگذارندن مراحل ذکرشده به پرسنل اجازه کار مستقل به صورت فردي داده مي‌شود.

بيشتر مدارک بهره‌برداري دربردارنده­ي دستورالعمل‌هاي فني شامل قوانين ايمني، مراحل انجام کار و حدود و شرايط بهره‌برداري ايمن است. در نيروگاه اتمي بوشهر، با مشارکت مديران مجرب و ماهر داخلي و خارجي دستورالعمل هاي بهره‌برداري به‌صورت کلي تهيه گرديده است.

* دستورالعمل‌هاي بهره‌برداري نرمال: بهره‌برداري نرمال از نيروگاه اتمي بر مبناي دستورالعمل هاي تائيدشده، کامل و رسمي امکان پذير است. اكثريت قريب به اتفاق اين دستورالعملها در نيروگاههاي اتمي مشابه در كشورهاي ديگر سالهاست كه مورد استفاده قرار گرفته و توانايي هاي خود را نشان داده است.
* دستورالعمل‌هاي حوادث بهره‌برداري: براي سازماندهي واکنش‌هاي پرسنل هنگام بروز حوادث و سوانح، مدارکي تحت عنوان دستورالعمل‌هاي حوادث بهره‌برداري تهيه و به تائيد رسيده است.
* دستورالعمل‌هاي حفاظت در برابر اشعه **:** تهيه­­ي اين دستورالعمل براي کنترل و هدايت اقدامات به دليل حفاظت پرسنل و محيط زيست الزامي است. اين دستورالعمل شامل کنترل شرايط راديولوژيکي در نيروگاه، اندازه‌گيري دز جذبي پرسنل نيروگاه و کنترل مواد پرتوزاي خروجي مي‌شود. مجموعه‌ي متخصصين تحت نظر مديريت نيروگاه تمامي خدمات حفاظت در برابر اشعه را به انجام مي‌رسانند. اين خدمات شامل کنترل دز جذبي پرسنل و ثبت آن، اندازه گيري ميزان راديواکتيو محل‌هاي کليدي، اندازه گيري دورريزهاي نيروگاه، اکتيوزدايي و شست و شوی و آماده سازي پسماندهاي پرتوزا براي نگهداري و خروج آنها و همچنين نظارت و کنترل دسترسي پرسنل به نقاط آلوده مي‌شوند.

براي داشتن ايمني در نيروگاه اتمي بوشهر، پشتيباني فني- مهندسي بسيار ضروري است تا بتواند نيازهاي تعميراتي و تست‌هاي تخصصي را برآورده کرده و براي حفظ و نگهداري دانش پرسنل اقدام نمايد. اين منابع مي‌تواند در خود ساختار بهره‌برداري نيروگاه موجود باشد و يا از منابع خارج از نيروگاه تامين شود ولي در هر حال ساختار بهره‌برداري بايد جوابگوي اين نياز باشد.

مديريت نيروگاه بايد به صورت کاربردي ارگان‌هاي بهره‌برداري ارشد و ارگانهاي نظارتي را در ارتباط با حوادث غيرعادي مطلع کرده و احتمالات، آناليز و ريشه‌هاي بروز حادثه را مشخص نموده و براي استفاده در اختيار نيروگاه‌هاي ديگر قرار دهد. در همين رابطه مي‌توان تجارب مفيد و عملي بهره‌برداري را منتقل کرد تا باعث افزايش پتانسيل ايمني نيروگاه‌ها گردد.

تعميرات، بازرسي‌ها و تست‌هاي منظم مطابق برنامه مرتبط با ايمني تاسيسات، تجهيزات و سيستم‌هاي نيروگاه درنظرگرفته شده‌ است تا آنها بتوانند در شرايط قابل قبول طبق طرح در تمام مراحل و رژيمهاي کاري نيروگاه به کار خود ادامه دهند. اين فعاليت‌ها طبق دستورالعمل‌هاي کتبي و دربردارنده الزامات سيستم کنترل کيفيت است. در تمام نيروگاه‌هاي هسته‌اي يک برنامه‌ي مدون و نمودار مشخص براي بازرسي از شرايط مواد و جوشکاري لوله­ها جهت کنترل تمام تجهيزات اصلي و سيستمهاي ايمني تهيه مي‌گردد. تست‌ها و بازرسي‌ها وقتي مورد تائيد قرار مي‌گيرند که سيستم يا تجهيز موردنظر تمام معيارها و مشخصات طرح يا کارخانه سازنده را به‌طور کامل برآورده نمايد.

سازمان بهره‌برداري، تضمين کيفيت را در برنامه بهره‌برداري خود )به منظور ضمانت بر کنترل مستمر کليه‌ي فعاليت‌هاي مهم در ايمني نيروگاه(مي‌گنجاند. تضمين کيفيت بهره‌برداري، پشتيباني است براي مديريت نيروگاه تا پاسخگوي ايمني تمام نيروگاه باشد.

1. **برخي ويژگي‌هاي مهم ايمني در نيروگاه اتمي بوشهر:**

جهت حصول اطمينان از ايمني نيروگاه اتمي بوشهر تحليل‌هاي گوناگوني صورت گرفته كه مي‌توان به تحليل‌هاي قطعي و احتمالاتي واكنش نيروگاه به حوادث گوناگون اشاره نمود كه نتايج آنها نشان دهنده بر آورده شدن انتظارات آژانس مي‌باشد. نتايج اين تحليل‌ها در مداركي نظير "گزارش تحليل نهايي ايمني" (FSAR) و "تحليل احتمالاتي ايمني نيروگاه " (PSA)در پاسخ به رويدادهاي داخلي و خارجي آورده شده است. به عنوان مثال فركانس مجاز ذوب قلب در مدارك آژانس10E(-4) در سال مي‌باشد كه براي نيروگاه اتمي بوشهر اين عدد1.45E(-5) در سال است. فركانس مجاز نشت مواد به خارج از كره­ي بتني طبق مدارك آژانس 10E(-5) در سال مي­باشدكه براي نيروگاه اتمي بوشهر اين عدد 1.88E(-6) در سال مي‌باشد . همچنين فركانس آسيب به قلب ناشي از زلزله عدد 2.18E(-6) در سال است. وجود چهار كانال ايمني (كه در بين نيروگاه‌هاي مشابه كم نظير است) از عوامل اصلي حصول اين نتايج مي‌باشد.

* عضويت نيروگاه اتمي بوشهر در اتحاديه­ي جهاني بهره‌برداران نيروگاه‌هاي اتمي(WANO) جهت اطلاع رساني از رويدادهاي داخلي نيروگاه به ساير نيروگاه‌ها و همچنين استفاده از تجارب ساير نيروگاه‌ها جهت جلوگيري از تكرار آنها در نيروگاه اتمي بوشهر.
* پس از حادثه­ي فوكوشيما در ژاپن، نيروگاه اتمي بوشهر در راستاي حصول اطمينان بيشتر از ظرفيت و توانايي نيروگاه در مواجه با حوادث، خود را همانند ساير نيروگاه‌ها ملزم به انجام برخي از ارزيابي‌ها ايمني دانست و در نتيجه استرس تست نيروگاه اتمي بوشهر با هدف ارزيابي‌هاي كارآمدي سيستم هاي ايمني، موانع دفاع در عمق ، تمهيدات فني و سازماني در نظر گرفته شده در طرح نيروگاه اتمي بوشهر و همچنين تمهيدات فني و سازماني در كنترل حوادث شديد و كاهش پيامدهاي آن توسط سازمان‌هاي خارجي انجام گرفت كه نتايج نشان دهنده‌ي توانايي نيروگاه در مواجه با حوادث بيروني ( آب‌گرفتگي، زلزله، طوفان و سقوط هواپيما…..) است.
  + - انجام مميزي ( از جمله مميزي همتايي و OSART) توسط سازمان‌هاي خارجي نشانه‌ي ديگري از اهميت بالاي ايمني در نيروگاه از ديد مسئولان آن و حصول اطمينان از ايمني كافي در نيروگاه مي‌باشد. انجام بازرسي­هاي تيم ارزيابي OSARTتوسط تيم خبره­ي جهاني بر اساس استانداردهاي ايمني آژانس بين المللي انرژي اتمي به منظور حصول اطمينان از عملكرد مناسب سازمان بهره­بردار و ايمني نيروگاه اتمي بوشهر انجام گرفته است.( ارتقاء نيروگاه اتمي بوشهر از درجه­يС بهB.)

1. **وضعيت آمادگي و پاسخ اضطراري در تأمين ايمني هسته‌اي**

4-1مجموعه اقدامات انجام گرفته در حوزه­ي وضعيت آمادگي و پاسخ اضطراري در تأمين ايمني هسته‌اي که تاکنون انجام شده است عبارتند از:

4-1-1 ارزيابي وضعيت ايمني هسته­اي نيروگاه مطابق دستورالعمل "ارزيابي سالانه وضعيت ايمني هسته­اي نيروگاه بوشهر":

4-1-2 عضويت سازمان انرژي اتمي در كنوانسيون اطلاع رساني به موقع حادثه (Early notification)؛

4-1-3عضويت سازمان انرژي اتمي در كنوانسيون پشتيباني فني (Technical support)؛

4-1-4عضويت كشور در كنوانسيون‌هاي دريايي(حدود 20 مورد)؛

* + 1. پيش‌بيني اقدامات آمادگي و پاسخ اضطراري در پيوست سلامت وزارت بهداشت؛
    2. تدوين و اجرايي كردن مدرك"برنامه حفاظت كاركنان به هنگام وقوع حادثه در واحد 1 نيروگاه اتمي بوشهر"، مربوط به اقدامات اضطراري مقابله با حوادث در داخل سايت.
    3. تدوين و اجرايي كردن مدرك "برنامه­ي حفاظت مردم و محيط­زيست هنگام وقوع حادثه در نيروگاه اتمي بوشهر"، مربوط به اقدامات مقابله با حوادث در خارج سايت.
    4. تدوين و اجرايي كردن دستورالعمل‌هاي برنامه­ريزي، اجرا و ارزيابي تمرين­هاي آمادگي شرايط اضطراري در نيروگاه اتمي بوشهر:

4-1-8-1 انواع تمرين­(مانور) آمادگي اضطراري مورد اجرا در نيروگاه اتمي بوشهر( به طور متوسط هر سال 40 مورد) :

* تمرين­هاي آمادگي اضطراري انفرادي؛
* تمرين­هاي آمادگي اضطراري درون ­واحدي؛
* تمرين­هاي آمادگي اضطراري بين واحدي؛
* تمرين­هاي آمادگي اضطراري در سطح سايت.
  + 1. برگزاري تمرين(مانور) جامع پرتويي با حضور ارگان­ها و سازمان­هاي استاني (3 مورد از ابتداي سوخت گذاري)؛
    2. برگزاري تمرين(مانور) ارتباطي سالانه با مشاركت مديريت بحران منطقه­ مسکو RCC، نظام ايمني هسته­اي كشور، شرکت توليد و توسعه انرژي اتمي، اداره‌ي پدافند سازمان انرژي اتمي و اداره‌ي پدافند شهري بوشهر؛
    3. برگزاري ماهانه‌ي تست ويدئو کنفرانس ارتباطي با مركز مديريت بحران منطقه‌اي وانو –­ مسکو(RCC)؛
    4. تهيه‌ي برنامه‌‌هاي همکاري مشترک استاني با موضوعات:
* تخليه اضطراري و حمل و نقل زميني، هوايي و دريايي؛
* اطلاع‌رساني و صدا و سيما؛
* مخابرات و ارتباطات؛
* اسكان اضطراري؛
* اقدامات پزشكي پرتويي؛
* آتش‌نشاني و امداد و نجات؛
* كنترل عبور و مرور،.
  + 1. تدوين و اجراي منابع و مدارك فني لازم آمادگي و پاسخ اضطراري در سطح نيروگاه اتمي بوشهر:
* دستورالعمل واکنش به سیگنال های مدیریت راکتور؛
* دستورالعمل واکنش به سیگنال های مدیریت توربین؛
* دستورالعمل مدیریت حادثه در مجموعه تأسیسات راکتور (حوادث و انحرافات در نظر گرفته شده در طرح نیروگاه)؛
* دستورالعمل مدیریت حوادث فراطراحی (BDBA)؛
* دستورالعمل مدیریت حادثه در واحد توربین؛
* دستورالعمل مدیریت حادثه در تاسیسات برقی؛
* دستورالعمل مدیریت حادثه در تاسیسات تهویه؛
* دستورالعمل مدیریت حادثه در تجهيزات کنترل و ابزار دقیق؛
* دستورالعمل مدیریت حوادث فرا طراحی در نیروگاه اتمی بوشهر.
  + 1. تأمين تجهيزات اضطراري ماسك و قرص يديد پتاسيم و دفترچه‌هاي راهنماي اقدامات اضطراري جهت ساكنين شهر (400 هزار مورد)؛
    2. سازماندهي استقرار سيستم پاسخ خارج سايت شامل پدافند شهري با 9 كارگروه و مديريت بحران با 14 كارگروه جهت اقدام در زمان حادثه‌ي پرتويي و هسته‌اي؛
    3. مشاركت مديريت برنامه‌ريزي شرايط اضطراري در برنامه‌‌هاي ارزيابي‌ آژانس، وانو و نظام ايمني هسته‌اي به عنوان حوزه‌ي مستقل ارزيابي؛

4-1-16-1 برگزاري جلسات و كارگاه‌هاي آموزشي حوزه‌ي مديريت حوادث در سطح ملي و بين‌المللي:

* + 1. اجراي برنامه‌ي استرس‌تست توسط شركت UJV (اتحاديه‌ي اروپا) در نيروگاه در سه محور: ايمني، حوادث طبيعي و حوادث شديد.
    2. تاريخچه‌ي انتخاب سايت «واحد1» نيروگاه اتمي بوشهر بر اساس شرايط زمين‌شناسي و هيدرولوژي:
       1. در زمان تعيين محل استقرار سايت نيروگاه و درقالب اجراي برنامه استقرار نيروگاه‌ها(مراكز نيروگاهي) هسته‌اي در سراسر ايران، با سفارش شركت آلمانيKWU، تحقيقات و كاوش‌هاي متعددي توسط شركت آمريكايي" Dames & Moore" در استان فارس(قبلا منطقه‌ي بوشهر جزء استان فارس به حساب مي‌آمده است) انجام شد كه براساس نتايج اين بررسي ها دو سايت (هليله و عامري) جهت احداث نيروگاه اتمي بوشهر انتخاب گرديد.
       2. با بررسي سوابق زلزله نگاري و انجام نمونه‌گيري و بررسي‌هاي زمين شناسي تا عمق 120 متري زمين، سايت هليله به عنوان گزينه نهايي محل استقرار نيروگاه انتخاب گرديد.
       3. شرح كامل مراحل انجام و انواع كاوش‌ها و آزمايش‌هاي زمين‌شناسي و زلزله نگاري صورت گرفته جهت انتخاب سايت نيروگاه اتمي بوشهر در مدرك" گزارش نهايي آناليز ايمني" نيروگاه درج گرديده است.همچنين سوابق و اسناد زلزله نگاري و زمين شناسي مربوط به اين ناحيه در 2 بازه‌ي زماني تا قبل از سال 1900 ميلادي و ازسال 1900 تا 1960 ميلادي نيز مورد ارزيابي و بررسي قرار گرفته است. منابع در جدول ضميمه­ي­ 1 آورده شده است.
       4. لازم به توضيح است كه در اين تحقيقات بيشتر از مستندات و فهرست‌هاي اطلاعاتي مركز بين المللي زلزله شناسي(ISC) و سازمان نقشه برداري ايالات متحده(NEIC, NEIS, and GS) استفاده شده است.
       5. اطلاعات كامل درباره نحوه انجام تحقيقات زلزله شناسي سايت نيروگاه اتمي بوشهر در مدرك" گزارش نهايي آناليز ايمني" نيروگاه ذكر گرديده است.
* پذيرش فعاليت‌ لرزه‌نگاري سايت «واحد1» نيروگاه اتمي بوشهر بر اساس شرايط زمين‌شناسي و هيدرولوژي:
* ميزان زلزله طراحي 2/6 "بال"(حداكثر شتاب در سطح عمودي 2/0 شتاب ثقل(g) و در سطح افقي 14/0 شتاب ثقل(g))؛
* ميزان حداكثر زلزله محاسبه شده 6/7 "بال"( شتاب حداكثر در سطح عمودي 4/0 شتاب ثقل(g) و حداكثر شتاب در سطح افقي 26/0 شتاب ثقل(g)).
  + 1. تاریخچه مشاهدات رفتارسنجی ساختمان‌ها و سازه‌هاي نیروگاه اتمی بوشهر:
* از سال 1975 تا 1984 میلادی توسط شرکت آلمانی KWU؛
* از سال 1999 میلادی تا 2001 ميلادي توسط شرکت ايراني؛
* از سال 2002 تا 2011 میلادی توسط شرکت روسیZAO؛
* از سال 2013 میلادی به بعد توسط شرکت ايراني.

در انجام مشاهدات با رعایت دستور العمل‌ها و استانداردهای ترازیابی دقیق، دقت‌های مطلوب بدست آمده و به همین جهت جابجایی‌های ثبت شده از صحت قابل ملاحظه‌ای برخوردار مي‌باشند. در حال حاضر شبکه رفتارسنجی ارتفاعی نیروگاه با برخورداری از تعداد زيادي نقاط کنترلی به‌عنوان یک سیستم رفتارسنجی ارتفاعی جامع قابلیت ردیابی و کشف کوچک‌ترین جابجایی ارتفاعی را دارا می‌باشد و این موضوع براساس نتایج مندرج در گزارش قابل گواهی است و کلیه ساختمان‌ها در تمامی بازه‌ها کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده دچار نشست و انحراف شد‌ه‌اند.

* + 1. اجراء و پيش‌بيني مسيرهاي تخليه‌ي اضطراري در زمان حادثه به شرح زير:
* مسير اتوبان شهر بوشهر- شهر برازجان در 11كيلومتري شمال سايت كه از اين جاده مي‌توان با جاده‌ي فرعي آسفالته ‌سنگين به نيروگاه رسيد؛
* جاده‌ي آسفالته‌ي 12 كيلومتري روستاهاي تنگك به جاده‌ي دلوار؛
* جاده‌ي آسفالته‌ي 17 كيلوكتري كمپ مرواريد – شهرك عاليشهر؛
* جاده‌ي شوسه‌ي 5 كيلومتري ساحلي روستاي همجوار هليله به پارك ليان؛
* مسير دريايي آزاد از اسكله‌هاي نيروگاه و روستاهاي همجوار به اسكله‌هاي استاني با فواصل مختلف.
  + 1. توانايي‌هاي گمركي و حمل و نقل:
* بندر بوشهر حمل بارهايي با حجم حداكثر 25000 تن و تانكرهاي نفتي با حداكثر بار 15000 تن را انجام مي‌دهد. ديگر بندر‌هاي ساحلي حمل بارهايي با ظرفيت كمتري را انجام مي‌دهند.
* در نيروگاه اسكله‌اي كه مي‌تواند بارهاي دريايي به ميزان تا 5/4 تن را دريافت كند وجود دارد.
* در محدوده‌ي مراكز جمعيتي بندرگاه، هليله و جلالي اسكله‌هايي مجهز به قايق‌هاي موتوري كه قادر به دريافت بارهاي كوچك بوده وجود دارند.
* در فاصله‌ي 15 كيلومتري در شمال- غرب سايت، فرودگاه بين‌المللي كه قادر به پذيرش هواپيماهاي كلاس ايرباس و بوئينگ 747 هستند، وجود دارد. پرواز هواپيماهاي كوچك بر فراز سايت ممنوع است.
  + 1. سازماندهي آموزش‌هاي آمادگي اضطراري حين خدمت در قالب موارد زير:
* بازديد علمي Scientific Visit
* نشست تخصصي Expert Mission
* كارگاه آموزشي Work Shop
* برنامه ارزيابي ايمني بهره‌برداري OSART
  + 1. نيروگاه اتمي بوشهر به منظور دستيابي و حفظ بالاترين استانداردهاي ايمني و بهبود عملكرد با وانو مرکز مسکو در زمينه‌هاي زير تعامل و همکاري دارد.
       1. ارزيابي همتايي وانو Peer Review؛
       2. تجارب بهره­برداري:
* ارسال گزارش رويدادهاي نيروگاه به مرکز وانو مسکو؛
* دريافت گزارش رويدادهاي ساير نيروگاه از وانو و انتشار آن در نيروگاه و تدوين اقدامات اصلاحي در صورت نياز(WER,SOER,SER)؛
* پرسش­های فنی و تخصصی از سایر اعضای وانو.
  + 1. پایش و نظارت زیست محیطی:

4-1-24-1 پايش آهنگ دز گاماي محيطي در منطقه تحت كنترل و منطقه تحت نظارت با استفاده از شبكه‌هاي پايش برخط پرتوي و شبكه دزيمتري (TLD محيطي)؛

4-1-24-2 پايش وضعيت پرتوي محيط با استفاده از دستگاه‌هاي قابل حمل؛

4-1-24-2 پايش پرتوي محيط از طريق جمع‌آوري نمونه‌های محيطي (شامل هوا، آب شرب، آب‌های سطحي، آب‌های زيرزميني، غذا، خاك، ميگو، ماهي، رسوبات، گوشت و شير حيوانات اهلي و نيز گياهان در محدوده اطراف نيروگاه اتمي بوشهر) و تعيين نوع و ميزان رادیونوکلوئیدهای موجود در آنها.

4-1-24-3 تدوین گزارش‌های فصلی و جامع سالانه پایش پرتویی محیط.

4-1-24-4 کنترل پرتویی محیط به صورت ماهیانه میزان آلفا و بتای سطحی و توان دز گامای در 36 نقطه اطراف نیروگاه، کنترل پرتویی محیط با استفاده از آزمایشگاه سیار(Mobile Lab) و شناسايي و اندازه گيري غلظت عناصر پرتوزا در نمونه‌هاي محيطي با استفاده از روشهاي آزمايشگاهي شامل نمونه برداري، آماده سازي (فيزيکي و راديوشميايي) و شمارش توسط دستگاه‌هاي اسپکترومتري آلفا، گاما و LSC.

4-1-24-5 پايش گازهاي آلاينده و آب هاي زيرزميني، پايش پسابهاي خروجي از مکان هاي مختلف نيروگاه، پايش پارامترهاي فيزيکي و شيميايي آب هاي خليج فارس و پايش پارامترهاي بيولوژکي و زيست محيطي آب‌هاي خليج فارس

4-1-24-6 پايش سطح سايت:

* پايش برخط وضعيت پرتوي (آهنگ دز گاما در محوطه)
* پايش داده‌هاي هواشناسي در ايستگاه سطح سايت
* پايش نقاط مختلف با استفاده از دستگاه‌هاي قابل حمل
* پايش از طريق نمونه‌برداري از آب و خاك و نشست های جوی سطح سايت و آناليز در آزمايشگاه پايش محيطي.
  + 1. رويدادها و حوادث در واحد يكم نیروگاه اتمی بوشهر متناسب با شدت، پی آمدهای ایجاد شده و تاثير آن بر ايمني به موارد زير دسته بندي مي‌شوند:
* اختلال (Perturbation)
* انحراف(Deviation )
* رويدادهاي کم پی آمد و رويدادهاي بخيرگذشته( Low level event and near misses ).

1. **ارزیابی سالانه وضعیت ایمنی هسته­ای**

5-1 بهره‌برداري از نيروگاه اتمي بوشهر از ابتدای راه اندازی تا سیکل ششم بهره­برداری مطابق با الزامات قوانين، استانداردها و نرم­ها و همچنين مدارك سيستم مديريت شركت و با رعايت شرايط اعتباري پروانه­ي بهره­برداري انجام شده است. فعاليت­هاي سازماندهي شده كاركنان در این بازه­ي زمانی، با رعايت اصول فرهنگ ايمني و رفتار ايمن در حد كفايت و به طور منظم در سطح نيروگاه انجام گرفته است. مديران فعاليت خود را جهت نهادينه کردن فرهنگ ايمني در تمامي ابعاد در راستای افزايش کيفيت کاري همه کارکنان ادامه داده، ضمن اينکه تلاش نموده­اند تا سطح درک هر يک از کارکنان را در خصوص تاثير آن (فرهنگ ايمني) بر ايمني افزايش دهند.

5-2 ارزيابي ايمني هسته­اي بطور ساليانه در نيروگاه اتمي بوشهر با هدف ارزيابي، استقرار تدابير فني و سازماندهي شده كافي در نيروگاه بوشهر هنگام راه­اندازي و بهره­برداري، جهت دست­يابي به ايمني هسته­اي انجام مي­گردد.

5-2-1 فرآيند انجام ارزيابي به ترتیب زمانی شامل مراحل ذیل می‌باشد:

* صدور ابلاغيه؛
* سازماندهي جلسه توجيهي با شركت مديران و معاونين به منظور تشريح فرآيند ؛
* انجام ارزيابي؛
* تنظيم نتايج ارزيابي؛
* تشكيل جلسه نهايي و تشريح نتايج ارزيابي و اقدامات اصلاحي ايرادات مشاهده شده؛
* تاييد و تصويب گزارش نهايي؛
* صدور ابلاغيه انجام اقدامات اصلاحي ايرادات مشاهده شده در نتيجه ارزيابي سالانه وضعيت ايمني هسته اي؛
* پيگيري اقدامات اصلاحي در بازه زماني اشاره شده در ابلاغيه.

5-2-2 در اين ارزيابي موارد زير كنترل مي‌شوند:

* اجراي الزامات نرم­ها و مدارك فني و توليدي در زمينه­ي ايمني ؛
* رعايت حدود و شرايط بهره­برداري ايمن نيروگاه مطابق با طرح؛
* اجراي اقداماتي كه دركميته­هاي بررسي اختلالات و انحرافات در كار نيروگاه اتخاذ شده­اند؛
* اتخاذ و اجراي اقداماتي در جهت رفع يا جبران كاستي­هايي كه مطابق با الزامات نرم­هاي ايمني ؛
* اتخاذ و اجراي تدابيري در جهت حفظ و افزايش سطح ايمني هسته­اي نيروگاه؛

5-3 انجام ارزيابي ايمني هسته­اي نشان داده است كه فعاليت­هاي سازماندهي شده جهت استفاده بهینه از کلیه­ي مدارك اجرایی، وضعیت فنی تجهیزات راکتور و سیستم­هایی که از جهت ایمنی مهم می­باشند، مدیریت فرايندهاي فني، نگهداری و کار با سوخت هسته­ای، طرح كار با كاركنان و انجام تدابیر لازم جهت مقابله با حوادث به طور منظم، در حد كفايت و در سطح قابل قبولي انجام شده است. از مواردی که در گزارش­های سالانه­ي ارزیابی وضعیت ایمنی هسته­ای از ابتدای راه اندازی تا سیکل ششم بهره­برداری روند رو به رشدی داشته و انعکاس آن در گزارش­ها مشهود می­باشد می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

5-3-1 کلیه­ي کارکنان نیروگاه، از مديران ارشد تا رده­هاي‌ پايين­تر يک فرهنگ ايمني قوي را پرورش داده و به نمایش گذاشته اند که نتایج آن در گزارش خودارزیابی کارگروه فرهنگ ایمنی نیز قابل استناد می باشد.

5-3-2 کلیه­ي مديران (ارشد، مستقل و میانی) همواره موارد زير پشتيباني و حمايت نموده­اند:

* ایجاد فهم صحیح و مشترک از ايمني و فرهنگ ايمني، شامل آگاهي از ريسک­ها و خطرات هسته­ای و تعهد جمعي به ايمني توسط کارکنان؛
* فرهنگ سازماني كه اعتماد، همكاري، مشاوره و ارتباطات را پشتيباني و تشویق مي­كند؛
* اقدامات براي تشويق نگرش پرسش­گرایانه و يادگيري در تمامی سطوح در نیروگاه و همچنین جلوگیری از خودخوشنودي نسبت به ايمني؛
* تصميم­گيري ايمن محور در همه­ي فعاليت­ها؛
* ملاحظه دائم گزارش­های عدم تطابق­های مشاهده شده مربوط به عوامل فني، انساني و سازماني و انجام به موقع اقدامات اصلاحي مربوط به آن­ها به صورت سيستماتيک جهت بهبود مستمر؛

1. **ارزيابي كلي از وضعيت نيروگاه در حوزه­­­ي شاخص‌هاي وانو**

يكي از راه‌هاي ارزيابي و مقايسه كيفيت بهره‌برداري در نيروگاه‌هاي اتمي، استفاده از شاخص‌هاي عملكرد است. به اين منظور از طرف انجمن جهاني بهره‌برداران (WANO) جهت ارزيابي سطح بهره‌برداري در نيروگاه‌ها، شاخص‌هاي سيزده‌گانه‌اي معرفي شده است. اين شاخص‌ها امروزه مانند ويتريني فعاليت‌هاي بهره‌برداري را در نيروگاه‌ها در معرض توجه و ديد سازمان‌هاي بين‌المللي قرار داده و به عنوان معياري جهت ارزيابي همتايي در نيروگاه‌هاي اتمي مورد استفاده قرار مي‌گيرند.

شاخص‌هاي عملکرد مقادير عددي از ايمني هسته‌اي، قابليت اعتماد واحد و ايمني صنعتي را بدست مي‌دهند. اين شاخص‌ها محدود به تعدادي از شاخص‌ها با خصوصيات زير مي‌باشند:

* کاربردي هستند؛
* چشم اندازي معنادار را بدون متمرکز شدن بر جزئيات برنامه‌ها و تجارب نيروگاه ترسيم مي‌نمايند؛
* ملموس و بي‌طرفانه تعريف شده‌اند؛
* قابل هدف‌گذاري هستند؛
* بهبود آنها منجر به تصميمات ناخواسته نمي‌گردد؛
* منعکس کننده عملکرد نيروگاه در حوزه‌هايي هستند که تحت کنترل مديريت نيروگاه قرار دارند.

نيروگاه اتمي بوشهر ارسال داده‌ها را به وانو مركز مسكو را بعد از راه اندازي تجاري شروع كرده و همواره سعي در كسب تجارب بهره‌برداري از نيروگاه‌هاي پيشرو در زمينه ايمني و بهره‌برداري بر اساس اين شاخص‌ها داشته و دارد.

در اين بخش ضمن معرفي مختصر شاخص‌هاي وانو، به منظور نشان دادن پيشرفت نيروگاه در دو سال اخير در اين حوزه (كه نشان دهنده افزايش قابل ملاحظه سطح بهره‌برداري ايمن و اقتصادي است)، رتبه و جايگاه نيروگاه اتمي بوشهر را درسال 2016 و 2018 با هم مقايسه كرده و به راه‌كارهاي اتخاذ شده جهت ارتقاء آن‌ها نيز اشاره شده است. در ضمن به منظور ارزيابي بلند مدت، مقادير سه ساله اين شاخص‌ها مبناي ارزيابي قرار گرفته است تا ارزيابي و چشم‌انداز دقيق‌تري از وضعيت نيروگاه اتمي بوشهر در خصوص شاخص‌هاي سيزده گانه وانو ارائه كند.

در انتهاي اين بخش، به منظور ارزيابي كلي از وضعيت نيروگاه در حوزه­ي شاخص‌هاي وانو، يك ارزيابي تجمعي از اين شاخص‌ها كه به شاخص ايندكس وانو معروف است نيز ارائه شده و وضعيت نيروگاه اتمي بوشهر در خصوص اين شاخص نيز آورده شده است.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. **فاكتور قابليت واحد (Unit Capability Factor):** اين شاخص منعكس كننده كارايي نيروگاه در توليد انرژي قابل دسترس است و به عنوان معياري از چگونگي بهره برداري و نگهداري نيروگاه محسوب مي‌شود. بالا بودن مقدار اين شاخص نشان دهنده بهره برداري موثر از نيروگاه از طريق كاهش عدم توليد خارج از برنامه و بهينه‌سازي توقف‌هاي برنامه‌ريزي شده است. | | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** | |
|  |  | |
| پايش منظم تجهيزات، سرويس فني دوره‌اي آن‌ها، بهبود كيفيت تعميرات، تست‌هاي قبل از راه‌اندازي واحد و آموزش كاركنان بهره‌بردار و پيمانكار جهت فشرده و بهينه كردن دوره تعميرات، سهم بسزايي در بهبود شاخص قابليت واحد داشته است. مقدار اين شاخص از 65 درصد در سال 2016 به 78 درصد در سال 2018 رسيده است. | | |
| 1. **فاكتور كاهش انرژي برنامه ريزي نشده(Unit Capability Loss Factor):** هدف از معرفي اين فاکتور پايش پيشرفت نيروگاه در کاهش زمان عدم توليد يا کاهش توليد در نتيجه خرابي تجهيزات و يا تمديد عدم توليد انرژي برنامه‌ريزي شده است. اين شاخص همچنين منعکس کننده برنامه‌ها و تجارب نيروگاه در توليد انرژي در دسترس مي‌باشد**.** | | |
| **فصل چهارم سال 2018** | | **فصل چهارم سال 2016** |
|  | |  |
| برنامه‌ريزي دقيق فعاليت‌هاي تعميراتي، پايش تجهيزات، سرويس فني تجهيزات، بهبود كيفيت تعميرات و آموزش كاركنان بهره‌بردار و پيمانكار جهت كاهش زمان‌هاي outage، نقش مهمي را در بهبود اين شاخص داشته است به نحوي كه مقدار سه‌ساله اين شاخص از 13 درصد به 6 درصد رسيده و روند اين بهبود مستمراً در جريان است**.** | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **3- فاكتور کاهش انرژي اجباری(Forced Loss Rate):** هدف از معرفي اين شاخص پايش ميزان پيشرفت نيروگاه در كاهش مدت زمان قطعي از شبكه برق و كاهش قدرت در اثر خرابي تجهيزات، فاكتورهاي انساني يا شرائط ديگر در زمان بهره برداري (بدون در نظر گرفتن كاهش انرژي برنامه‌ريزي شده و اطاله آن) مي‌باشد. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| پايش تجهيزات، سرويس فني تجهيزات، بهبود كيفيت تعميرات و آموزش كاركنان بهره‌بردار و پيمانكار جهت راه‌اندازي مجدد واحد يا افزايش قدرت پس از وجود خرابي در واحد سهم بسزايي در بهبود اين شاخص داشته است و مقدار بلند مدت آن را يك درصد بهبود بخشيده است. لازم به ذكر است مقادير سالانه اين شاخص در دو سال اخير به زير يك درصد رسيده است. بنابراين با حفظ اين روند، انتظار مي‌رود در سال 2019 اين شاخص جهش مثبت و خوبي را داشته باشد. | |
| **4-فاكتور کاهش انرژي مرتبط با شبکه برق سراسري (Grid-Related Loss Factor):** اين شاخص ميزان عدم توليد انرژي بدليل ناپايداری شبکه يا از دست دادن آن بدلائلی که تحت کنترل مديريت نيروگاه نيست را پايش مي‌كند. اين شاخص منعکس کننده اثر ناپايداری شبکه و يا از دست دادن آن است. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| دليل عمده افزايش مقادير سه‌سالانه اين شاخص آتش‌سوزي‌هاي زير خط 400 كيلو ولت بوده است. مقدار اين شاخص از 5/0 درصد به 2/0 درصد ارتقاء يافته است. با برنامه‌ريزي‌ها و از بين بردن مواد و نيزارها زير اين خطوط و هماهنگي با ديسپاچينگ ملي مقدار دو سالانه اين شاخص در حال حاضر صفر است. بنابراين صفر شدن مقدار سه‌ساله اين شاخص در سال جاري قابل پيش‌بيني است**.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **5- تعداد خاموشي هاي اتوماتيك در دوره 7000 ساعت**(Unplanned Automatic Scram): هدف از معرفي اين شاخص پايش مجموع خاموشي‌هاي اتوماتيك برنامه‌ريزي نشده راكتور در زمان بحراني بودن آن است. اين شاخص همچنين معرف بهبود ايمني نيروگاه بوسيله كاهش خاموشي هاي ناخواسته و برنامه‌ريزي نشده و مبين كيفيت بهره‌برداري و نگهداري نيروگاه مي‌باشد. همچنين تعيين کردن دوره 7000 ساعته يک پايه يکسان جهت مقايسه اين شاخص با نِيروگاه‌هاي ديگر را بدست می‌دهد. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| هرچند مقدار اين شاخص به اندازه يك واحد بهبود داشته است اما رتبه نيروگاه هنوز وضعيت مناسبي را در اين حوزه ندارد. با اين حال برنامه‌هايي جهت آموزش كاركنان اتاق كنترل، بهبود روندها و تصحيح دستورالعمل‌هاي كاري جهت كاهش اين شاخص بر اساس نتايج بررسي اختلالات، تدوين شده است. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **6-تعداد خاموشي هاي برنامه‌ريزی نشده کل در دوره 7000 ساعت**(Unplanned total Scram): هدف از معرفي اين شاخص پايش مجموع خاموشي‌هاي اتوماتيك و دستي برنامه‌ريزي نشده راكتور در زمان بحراني بودن آن است. اين شاخص همچنين معرف بهبود ايمني نيروگاه بوسيله كاهش خاموشي‌هاي ناخواسته و برنامه‌ريزي نشده و مبين كيفيت بهره‌برداري و نگهداري نيروگاه مي‌باشد. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| مانند شاخص UA7، اين شاخص نيز به اندازه يك واحد بهبود داشته است اما رتبه نيروگاه هنوز وضعيت مناسبي را در اين حوزه ندارد. آموزش كاركنان اتاق كنترل، بهبود روندها و تصحيح دستورالعمل‌ها و الگوريتم‌هاي كاري مي‌تواند مقدار اين شاخص را ارتقاء دهد. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **6-1 عملكرد سيستم ايمني**(Safety System Performance) : هدف از معرفي اين شاخص پايش سه سيستم از سيستم هاي ايمني است كه نقش عمده اي در خنك كردن رآكتور در زمان وقوع حادثه را بر عهده دارند. اين شاخص داراي سه زير شاخص SP1, SP2, SP5 است كه شاخص SP1 يك برآورد ساده از در دسترس نبودن (Unavailability) تجهيزات سيستم‌هاي TW, TH15 است كه همخواني خوبي با روشهاي دقيق ديگر بر مبناي درخت خطا دارد. مقدار كم اين شاخص بيانگر حاشيه ايمني بيشتر براي بهره برداري سيستم هاي ايمني نيروگاه و در نتيجه كمتر شدن احتمال آسيب ديدن راكتور است**.** | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| آشنايي با شاخص SP1 براي كاركنان مديريت راكتور و تاکید مجدد بر اهميت آماده به كار بودن تجهيزات مذکور از طريق گنجاندن سرفصل مربوطه در برنامه حفظ صلاحيت كاركنان، اطلاع رساني وضعيت رتبه نيروگاه در بين نيروگاه‌هاي مركز مسكو در اين شاخص از طريق شبكه اينترانت، انجام سرويس های فنی دوره ای، تعمیرات به موقع و به كارگيري نيروهاي زبده تعميراتي، نقش موثري را در بهبود اين شاخص ایفاء نموده است. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **6-2 عملكرد سيستم ايمني**(Safety System Performance): هدف از معرفي اين شاخص پايش سه سيستم از سيستم هاي ايمني است كه نقش عمده اي در خنك كردن رآكتور در زمان وقوع حادثه را بر عهده دارند. اين شاخص داراي سه زير شاخص SP1, SP2, SP5 است كه شاخص SP2 يك برآورد ساده را از در دسترس نبودن (Unavailability) تجهيزات سيستم‌هاي RR, RS است. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| همانند شاخص SP1، آشنايي با شاخص SP2 براي كاركنان مديريت‌هاي راكتور و توربين از طريق گنجاندن سرفصل اين شاخص در برنامه حفظ صلاحيت كاركنان، اطلاع رساني وضعيت رتبه نيروگاه در بين نيروگاه‌هاي مركز مسكو در اين شاخص از طريق شبكه اينترانت،انجام سرويس های فنی دوره ای، تدقيق عمليات تعميرات و انجام به موقع آن و به كارگيري نيروهاي زبده تعميراتي،نقش موثري را در بهبود اين شاخص داشته است**.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **6-3 عملكرد سيستم ايمني**(Safety System Performance): هدف از معرفي اين شاخص پايش سه سيستم از سيستم‌هاي ايمني است كه نقش عمده‌اي در خنك كردن راكتور در زمان وقوع حادثه را بر عهده دارند. اين شاخص داراي سه زير شاخصSP1, SP2, SP5 است كه شاخص SP5 يك برآورد ساده را از در دسترس نبودن (Unavailability) ديزل ژنراتورهاي اضطراري را بدست مي‌دهد. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| اين شاخص بهترين ارتقاء را در بين شاخص‌هاي وانو داشته است و مقدار شاخص از 01/0 به صفر رسيده است. آشنايي كاركنان صاحب تجهيز و تعميرات با شاخص SP5، برجسته كردن اهميت تسريع و تدقيق كار با چاپ ناريادهاي كاري متفاوت،آگاهي دادن به كاركنان مربوطه با چاپ و نصب رتبه نيروگاه اتمي بوشهر بین نیروگاه‌هاي عضو وانو مركز مسكو در محل های کاری از دلائل ارتقاء اين شاخص بوده است**.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **7- پرتوگيري تجمعي**(Collective Radiation Exposure): هدف از تعريف اين شاخص، بدست دادن معيار پرتوگيري پرسنل و كوشش در جهت به حداقل رساندن آن است. اين شاخص همچنين معرف موثر بودن برنامه حفاظت پرتوي كاركنان و و تدابير در نظر گرفته شده براي كاهش پرتوگيري است**.** | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| با به روز رساني سيستم دزيمتري با خريد دزيمترهاي جديد، ارتقاء فرهنگ ايمني پرتوي كاركنان با تشكيل جلسات کاری، تشكيل كميته ALARA با هدف كاهش پرتوگيري کارکنان، تعيين برآورد دز سالانه و تعميرات براي مديريت‌هاي مختلف، پايش هفتگي دز دريافتي مديريت‌هاي مختلف هنگام تعميرات و اطلاع رساني عمومي آنها، اطلاع رساني مقدار دز دريافتي پرسنل از طريق اينترانت، همچنين اطلاع رساني در مورد رتبه نيروگاه در ميان نيروگاه‌هاي ديگر به مديران و كاركنان، باعث ارتقاء و بهبود اين شاخص شده است**.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **8- قابليت اطمينان سوخت**(Fuel Reliability Indicator): اين شاخص نشان‌دهنده نشت مواد راديواكتيو از ميله‌هاي سوخت، به عنوان سد اوليه ممانعت از آزاد شدن مواد پرتوزا مي‌باشد. اهميت پايش اين شاخص به دليل تاثير خرابي ميله‌هاي سوخت بر هزينه‌هاي بهره‌برداري و عملكرد و خطر پرتوگيري كاركنان نيروگاه است با توجه به اينكه عيوب سوخت باعث راديواكتيو شدن سيال خنك كننده مي‌شود، اكتيويته سيال به عنوان معياري از قابليت اعتماد سوخت در نظر گرفته مي‌شود. در مورد اين شاخص مقدار سه‌ماهه به عنوان معيار ارزيابي مورد استفاده قرار مي‌گيرد. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| هر چند مقدار سه ماهه اين شاخص تنزل داشته است اما قبل از سوخت گذاري 2019 مقدار اين شاخص به مقدار مطلوب 037/0 بكرل بر گرم رسيد. در هر حال در صورت افزايش مقدار اين شاخص اقداماتي مانند اخذ مشاوره گرفتن از شركت‌هاي خارجي، افزايش تعداد نمونه‌گيري‌ها از مدار اول به يكبار در هر شيفت، به حداقل رساندن سرعت افزایش قدرت در مواقع لزوم، از جمله تدابيري است كه مانع افزايش شاخص شده است. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **9- عملكرد شيميايي**(Chemistry Performance Indicator): اين شاخص تاثير شيميايي موادي كه از نظر فرسايشي در سيستم‌هاي نيروگاه مهم مي‌باشند ارزيابي كرده و بر اساس غلظت محصولاتي كه از نظر توليدات ناخالصي و فرسايشي در مولد بخار مهم مي‌باشند استوار است**.** | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| مقدار اين شاخص در دو سال گذشته در حد مطلوب قرار داشته و رژيم شيميايي آب تحت كنترل مناسبي بوده است. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **10- نرخ حوادث صنعتي كاركنان كارفرما**(Industrial Safety Accident Rate): هدف از معرفي اين شاخص پايش سطح ايمني صنعتي كاركنان كارفرما(اعم از موقتي يا دائمي) در نيروگاه مي‌باشد. اين شاخص معرف تعداد حوادثي است كه براي پرسنل (اعم از موقتي يا دائمي) مشغول به كار اتفاق مي‌افتد و باعث عدم حضور آنها به مدت يك روز موثر يا بيشتر در محل كار مي‌شود**.** | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| يكي ديگر از شاخص‌هايي كه بهبود و ارتقاء مناسبي در طول اين دو سال براي آن ثبت شده است شاخص نرخ حوادث صنعتي بوده است. خوشبختانه در سه سال گذشته هيچگونه حادثه صنعتي موثري براي پرسنل بهره‌بردار روي نداده است. براي كاهش اين شاخص انجام بازديدهاي برنامه‌ريزي شده روزانه و شبانه (خارج از ساعات اداري) براساس گراف مصوب و همچنين انجام بازديدهاي سرزده (خارج از گراف مذكور) از محل‌هاي کاري، تدوين و تصويب آيين‌نامه مقررات و ضوابط ايمني در نيروگاه اتمي بوشهر به شماره REG-1200-01و انجام توجيهات هدفمند، نظارت بر ايمني و بازرسي ايمني كار به همراه آموزش هاي هدفمند ايمني صنعتي، از جمله فعاليت‌هاي سازماندهي شده محسوب مي‌شوند. | |

|  |  |
| --- | --- |
| 11- **نرخ حوادث صنعتي كاركنان پيمانكار**(Contractors Industrial Safety Accident Rate): هدف از معرفي اين شاخص پايش سطح ايمني صنعتي كاركنان پيمانكار(اعم از موقتي يا دائمي) در نيروگاه مي‌باشد. اين شاخص معرف تعداد حوادثي است كه براي پرسنل (اعم از موقتي يا دائمي) مشغول به كار اتفاق مي‌افتد و باعث عدم حضور آنها به مدت يك روز موثر يا بيشتر در محل كار مي‌شود. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| وضعيت اين شاخص از 26/0 در سال 2016 به 08/0 در سال 2018 رسيده است. اقدامات انجام شده براي كاهش حوادث صنعتي كارفرما براي كاركنان پيمانكار نيز موثر واقع شده و باعث كاهش آن شده است**.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **12- نرخ حوادث صنعتي تجمعي كاركنان كارفرما و پيمانكار**(Total Industrial Safety Accident Rate):هدف از معرفي اين شاخص پايش سطح ايمني صنعتي كل كاركنان در نيروگاه مي‌باشد. اين شاخص معرف تعداد حوادثي است كه براي پرسنل (اعم از موقتي يا دائمي) مشغول به كار اتفاق مي‌افتد و باعث عدم حضور آنها به مدت يك روز موثر يا بيشتر در محل كار مي‌شود | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| بنابر اقدامات انجام گرفته شده براي كاهش حوادث در نيروگاه اتمي بوشهر، مقدار اين شاخص از 22/0 در سال 2016 به 05/0 در سال 2018 رسيده است كه بهبود خوبي در اين حوزه را نشان مي‌دهد**.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **13- ارزيابي وضعيت نيروگاه با متد 4:** در ارزيابي كلي شاخص‌ها كه نمره‌اي بين صفر تا 100 به نيروگاه تعلق مي‌گيرد و به متد 4 معروف است، شاخص‌هاي وانو براساس جداولي ارزيابي و با ضرايب وزني به صورت تجمعي در تعيين امتياز كلي نيروگاه سهيم مي‌شوند. در واقع اين شاخص (ايندكس) برآيندي از وضعيت شاخص‌هاي وانو را براي هر نيروگاه مشخص مي‌نمايد. | |
| **فصل چهارم سال 2018** | **فصل چهارم سال 2016** |
|  |  |
| با اقدامات انجام گرفته شده، بهبود كيفيت تعميرات و بهره‌برداري ايمن و با كيفيت از تجهيزات، رتبه و جايگاه نيروگاه به ميانه نيروگاه­هاي مركز مسكو ارتقاء يافته است (مقدار عددي اين شاخص از 62 در سال 2016 به 85 در سال 2018 رسيده است). اهميت اين كار آنجا آشكار مي‌شود كه ببينيم جايگاه جديد نيروگاه اتمي بوشهر بالاتر از نيروگاه‌هايي از هند، روسيه، ارمنستان، جمهوري چك، و اكراين است. با تسريع و تدقيق در تعميرات به همراه حفظ الزامات ايمني، انشالله جايگاه نيروگاه اتمي بوشهر از اين رتبه فراتر خواهد رفت. | |

ضميمه 1

| Code | Source |
| --- | --- |
| AC | As-Suyuti, Jalal ad-Din abd ar-Rakhman. Katf as-Salsala an basf az-Zalzala. (Traktat o zemletryaseniyakh; Russian translation by Z.M.Buniyatov). Baku. 1983. 78p |
| BUN | Buniyatov Z. M. Svedeniya o zemletryaseniyakh v nekotorykh srednevekovykh arabskikh istochnikakh. Izv. Akademii nauk Az. SSR, Seriya nauk o Zemle. Baku 5, 1977, 93…99. (Information on earthquakes in some Arabian medieval sources; in Russian) |
| AMB61 | Ambraseys N.N. On the seismicity of southwest Asia. Data from a XV century Arabic manuscript. Rev. Etude Calamites, n.37, Geneva, 1961 |
| AMB79 | Ambraseys N.N. A test case of historical seismicity: Isfahan and Chahar Mahal, Iran. Geogr. J., 145 (1), 1979, 56-71 |
| AM82 | Ambraseys N.N., Melville C.P. A history of Persian earthquakes. Cambridge, 1982, 219 p |
| AMT72 | Ambraseys N.N., Moinfar A.A., Tchalenko J.S. Ghir earthquake of 10 April 1972. UNESCO, Serial N 2789/RMO.RD/SCE, Paris, Oct. 1972 |
| BER94 | Berberian M. Natural hazards and the first earthquake catalog of Iran. V.1. Historical hazards in Iran prior to 1900. IIEES. 1994. 603p |
| BT76 | Berberian M., Tchalenko J.S. Earthquake of the southern Zagros (Iran): Bushehr region. /Contribution to the seismotectonics of Iran (Part II). Geological Survey of Iran, Report No 39, 1976, 343…369 |
| B77 | Berberian M. Macroseismic epicenters of Iranian earthquakes. /Contribution to the seismotectonics of Iran (Part III). 1977, 79…101 |
| GN81 | Ganse R.A., Nelson J.B. Catalog of significant earthquakes 2000B.C.-1979. WDC-A, rep. SE-27, Boulder, 1981, 154p |
| HOF40 | Hoff K.E. fon. A Chronik der Erdbeben. (I). Gotha, 1840, 470p. |
| JS71 | Jarsi J. Bishapur. Iran. J.British Inst. Persian Stud. IX, 168. London. 1971 |
| MIL11 | Milne J.A Catalogue of destructive earthquakes A.D.7 to A.D.1899. London, 1911. 92p |
| MMM94 | Moinfar A., Mahdavian A., Maleke E. Historical and instrumental earthquakes data collection of Iran. 1994. 445p |
| NAB78 | Nabavi M.S. Historical earthquakes in Iran c.300 B.C. - 1900 A.D. J. The Earth and Space Physics, / Inst. of Geoph, Tehran Univ. 7, 1, 1978, 70-117 |
| PE65 | Perrey A. Note sur les tremblements de terre en 1863 avec supplements pour les annees 1843…1862. Mem. Cour.Bruxelles, 17(5). 1865 |
| PT80 | Poirier J.P., Taher M.A. Historical seismicity in the Near and Middle East, North Africa, and Spain from Arabic documents. (VIIth-XVIIIth century). BSSA, v.70, N.6, 1980, 2185…2201 |
| RZL73 | Razani R., Lee K.L. The engineering aspects of the Qir earthquake of 10 April 1972 in southern Iran. Nat. Acad. Sc. 1973. 144p |
| SF69 | Sarfaraz A.A. Bichapur, grande ville Sassanide. Bastan Shenassi va Honar-e-Iran, 2 |
| SF70 | Sarfaraz A.A. Bishapur. Iran. J.British Inst. Persian Stud. VIII, 178. London. 1971 |
| SF87 | Sarfaraz A.A. Bishapur. In: M.Y. Kiyani (ed.) Iranian cities, v.2, 22-74. Ministry of Islamic Guidance Press, Tehran (in Persian). 1366/1987 |
| SIE32 | Sieberg A. Erdbebengeographie. Handbuch der Geophysik, B 1.4, Berlin, 1932 |
| SIR83 | Sirjani S. Vaqaye-e-Etefaqiyeh.: A collection of the British intelligence reports on southern Iran from 1291 to 1322 H. Novin Publ., Tehran (in Persian). 1362/1983 |