



شرکت توسعه و ارتقای ایمنی نیروگاه های اتمی

**اردیبهشت 1398**

**شرح خدمات فعالیت مستمر**

**بررسی مدارک طراحی سوخت نسل جدید TVS-2M در قالب متمم 10 قرارداد سوخت**

**BU1-GEN.TVN-FM.TS.DOC-SPC.0-0.005.00-0**

**جدول تهیه، بازنگري، تاييد و تصويب مدرک**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **امضاء** | **تاريخ** | **سمت** | **نام و نام خانوادگي** | **مسووليت** |
|  |  | کارشناس خدمات مهندسی و امور پادمانی سوخت | بابک معمار | **تهیه** |
|  |  | کارشناس خدمات مهندسی و امور پادمانی سوخت | محمدحسین شریفیان |
|  |  | معاون سوخت هسته‌ای | محمدمحسن ارتجایی | **بازنگری** |
|  |  | مدیرعامل | محمد قدس | **تصويب** |

**جدول کنترل تغییرات**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **شماره بازنگري** | **شماره درخواست تغيير مدارك** | **شماره بند** | **شرح تغييرات** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**فهرست مطالب**

1- مقدمه 4

2- تعاریف 4

3- هدف از انجام فعالیت 4

4- شرح فعالیت 5

5- روش انجام کار 5

5-1- حوزه بکارگیری سوخت نسل جدید نیروگاه TVS-2M 5

5-2- حوزه تجهیز ماشین تعویض سوخت به سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت 7

6- شرح خدمات 7

7- معیار پذیرش فعالیت 7

7-1- حوزه بکارگیری سوخت نسل جدید نیروگاه TVS-2M 7

7-2- حوزه تجهیز ماشین تعویض سوخت به سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت 8

8- برنامه زمانبندی انجام فعالیت 8

# مقدمه

سوخت نیروگاه‌های اتمی بعنوان تجهیزی که از بالاترین کلاس ایمنی برخوردار است، همواره تحت پایش مستمر طراحان و سازندگان آن بوده تا با ساخت نسل‌های جدید، قابلیت‌های فنی آن را بهبود بخشیده و از نقاط ضعف آن بکاهند. سوخت نیروگاه‌های اتمی روسی از نوع WWER-1000 نیز از این قاعده مستثنی نیست. شرکت‌های سازنده سوخت نیروگاه‌های اتمی در کشور روسیه مانند شرکت توِل (TVEL) نیز همواره در حال تحقیق و توسعه برای ساخت مجتمع‌های سوختی با دوام و قابلیت‌های بیشتر در مقابل شرایط پیچیده قلب راکتور هستند. به همین دلیل بطور دایم نسل‌های جدید مجتمع‌های سوخت هسته‌ای در بازه‌های زمانی مختلف ساخته شده و توسط نیروگاه‌های اتمی بکار گرفته می‌شوند. در حال حاضر آخرین و بهبود یافته‌ترین سوختی که در نیروگاه‌های هسته‌ای از نوع WWER-1000 مورد استفاده قرار می‌گیرد، سوخت‌های نسل سوم با نام TVS-2M هستند. صنعت هسته‌ای کشور روسیه پس از طراحی و ساخت این نوع سوخت، آن را جایگزین سوخت‌های نسل قبلی در تمام نیروگاه‌های اتمی داخلی خود نمود و همزمان تعویض نوع سوخت سایر نیروگاه‌های روسی WWER-1000 در کشورهای خارجی را پیشنهاد کرد که اکثر قریب به اتفاق آنها نیز این پیشنهاد را در قالب قرارداد، اجرایی نمودند. در همین راستا تمام قرارداد‌های احداث نیروگاه‌های اتمی جدید از نوع WWER-1000 نیز بر مبنای استفاده از سوخت‌های TVS-2M منعقد می‌شوند.

سوخت TVS-2M که بعنوان سوخت نسل جدید یا سوخت نسل سوم از آن نام برده می‌شود، برگرفته از سوخت‌های   
TVS-2 است که به منظور استفاده در نیروگاه‌های برق اتمی از نوع WWER-1000 و جایگزینی با سوخت قدیمی‌تر UTVS طراحی و ساخته شده‌اند. استفاده از این نوع سوخت از سال 2006 در نیروگاه اتمی بالاکوا (واحد یک) شروع شده و تا سال 2015 میلادی، 2296 عدد از آن‌ها ساخته شده و در نیروگاه‌های اتمی مختلف مانند بالاکوا، روستف، تیان‌وان و ... مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. این سوخت بعنوان سوخت‌های نسل سوم دارای ساختار مستحکم‌تری نسبت به سوخت‌های نسل دوم یعنی AFA که در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌باشد و از جنبه ایمنی از مزایای بهتری برخوردار است.

# تعاریف

سوخت نوع TVS-2M: سوخت نسل سوم برای نیروگاه‌های برق هسته‌ای از نوع WWER-1000 است که در کشور روسیه طراحی و ساخته شده است و ارتفاع قلب راکتور را به میزان 15 سانتیمتر نسبت به سوخت‌های UTVS افزایش می‌دهد.

# هدف از انجام فعالیت

اهداف اصلي از انجام این فعالیت بطور خلاصه عبارت است از:

1. انجام محاسبات و بررسي‌هاي لازم جهت حصول اطمينان از بكارگيري ايمن سوخت TVS-2M بويژه در بازه زماني گذار به سوخت جديد؛
2. همکاری در اخذ مجوز بکارگیری سوخت نسل جدید (TVS-2M) در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر از مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور؛
3. بررسي نتايج حاصل از یک سال بهره‌برداری از سوخت نسل جدید پس از سیکل هفتم به منظور تضمین بهره‌برداری ایمن، قابل اطمینان و اقتصادی از آن در بلند مدت؛
4. نصب سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت (LCC) به منظور شناسایی سوخت دارای نشتی در کوتاه‌ترین زمان و با مطمئن‌ترین روش.

# شرح فعالیت

با توجه به تجربيات بهره‌برداري از سوخت فعلي واحد يكم نيروگاه اتمي بوشهر و ساير نيروگاه‌هاي نوع WWER-1000 كه مؤيد بروز مشكلات فني و ايمني در بهره‌برداري دراز مدت از اين نوع سوخت بوده است و به جهت ارتقای پارامترهاي فني، ايمني و اقتصادي نيروگاه، با اخذ مجوز از هيات مديره شركت و رياست محترم سازمان، مقرر شد كه از سيكل هفتم به بعد و به تدريج سوخت نوع TVS-2M كه از لحاظ استحكام، ايمني و افزايش بهره‌وري اقتصادي، بهبودهاي قابل توجهي داشته و تجربه بهره‌برداري از اين نوع سوخت در تمام نيروگاه‌هاي نوع WWER-1000 روسي بر این موضوع صحه گذاشته است، براي واحد يكم نيروگاه اتمي بوشهر نيز استفاده شود.

درضمن با توجه به نياز به مدرنيزاسيون ماشين سوخت‌گذاري نيروگاه انجام بوشهر در فرآيند تعويض نوع سوخت و همچنين در راستاي كاهش زمان كشف نشتي‌هاي احتمالي ميله‌هاي سوخت، كاهش پسمان‌ در زمان نشت‌يابي و افزايش ايمني قلب، مقرر شد همزمان با تغيير نوع سوخت واحد يكم نيروگاه اتمي بوشهر، نسبت به نصب سيستم متحرک نشت‌ياب غلاف سوخت (LCC) بر روي بازوي ماشين سوخت‌گذاري اقدام گردد.

# روش انجام کار

## حوزه بکارگیری سوخت نسل جدید نیروگاه TVS-2M

شروع این فعالیت با دریافت مدارک از شرکت توِل آغاز می‌گردد. زمان دریافت هر گروه از گزارش‌ها، مطابق با پیوست 1 از متمم 10 قرارداد سوخت تعیین گردیده است لذا اولین قدم جهت انجام پروژه مطابق با جدول زمانی تعیین شده، پیگیری و مکاتبه جهت دریافت هر گروه از مدارک در زمان مقرر می‌باشد.

در قدم دوم، مدارک دریافتی جهت بررسی جامع به صورت رسمی در اختیار کارشناسان مربوطه در شرکت توانا، شرکت بهره‌برداری نیروگاه اتمی بوشهر، شرکت تولید و توسعه انرژی اتمی ایران و به واسطه این شرکت به دفتر ایمنی هسته‌ای کشور جهت بررسی و ارایه نقطه نظر تا تاریخ تعیین شده اولیه قرار داده می‌شود.

شرکت بهره‌برداری نیروگاه اتمی بوشهر و نظام ایمنی هسته‌ای کشور ظرف مدت 15 روز نظرات خود را در مورد مدارک به شرکت توانا منعکس می‌کنند.

در شرکت توانا نوع بررسی هر مدرک بنا به امکانات موجود در هر مبحث، متفاوت بوده اما به طور کلی هر گزارش در قدم نخست با پیوست 2 از متمم 10 قرارداد سوخت مقایسه می‌گردد تا حدود قرارداده شده برای هر مدرک به طور کامل پوشش داده شده باشد. در ادامه فرضیات اولیه استفاده شده در هر گزارش با مقادیر ارایه شده در FSAR واحد یکم نیروگاه بوشهر تطبیق داده می‌شود. در نهایت روند محاسباتی، منطق انجام محاسبات و نتایج بدست آمده بررسی می‌گردد. برای هر مدرک در صورت وجود نرم‌افزار دارای لایسنس، محاسبات تکرار شده و در صورت عدم وجود تا حد امکان، شبیه‌سازی با نرم‌افزارهای بدون لایسنس انجام می‌گردد. در نهایت نقطه ‌نظرات حاصل از بررسی گزارش که می‌تواند ناشی از مغایرت فرضیات اولیه، عدم توجیه مفروضات استفاده شده، نیاز به افزودن هرگونه شرح یا مثال بیشتر جهت تکمیل گزارش و تفاوت در روند کلی یا نتیجه نهایی بدست آمده با مقدار محاسبه شده باشد به معاونت سوخت هسته‌ای شرکت توانا به عنوان متولی اجرای متمم 10 قرارداد سوخت ارسال می‌گردد.

تمامی نقطه نظرات دریافتی توسط معاونت سوخت هسته‌ای یکپارچه شده و از نظر مفهوم، صحت و اعتبار مورد بررسی قرار می‌گیرد و تاریخ برگزاری جلسه داخلی با شرکت‌های مذکور به صورت رسمی اعلام می‌گردد.

در جلسه داخلی نقطه نظرات ارایه شده بررسی می‌گردد تا در صورت وجود پاسخ و یا اطلاعات درخواستی در مدارک بررسی شده قبلی، نقطه نظرات در حضور کارشناس بررسی کننده تصحیح گردیده و جهت ارسال به شرکت توِل نهایی شود.

در قدم بعدی نقطه‌نظرات نهایی و بازه زمانی پیشنهادی جهت برگزاری جلسات فنی، به صورت رسمی به شرکت توِل ارسال می‌گردد. شرکت توِل پس از بررسی نقطه‌نظرات ارسالی، پاسخ اولیه خود را به همراه زمان مورد نظر جهت برگزاری جلسات اعلام می‌نماید. بدین ترتیب پاسخ اولیه به نقطه نظرات ارایه شده و زمان برگزاری جلسات فنی با کارشناسان شرکت توِل به صورت رسمی به شرکت‌های مذکور اعلام می‌شود.

در جلسات فنی برگزار شده با نمایندگان پیمانکار و شرکت­ها و موسسات تهیه‌کننده مدارک، نقطه نظرات و پاسخ‌های اولیه به بحث گذاشته می‌شود و نتیجه حاصله به عنوان تصمیم نهایی در مورد هر پرسش، به پروتکل جلسات پیوست می‌گردد. بدین ترتیب ویرایش جدید مدارک با اعمال تصحیح‌های مورد درخواست ارایه می‌شود که پس از مطالعه مجدد توسط تمامی کارشناسان بررسی کننده، در صورت تصحیح در چهارچوب مورد توافق، تایید نهایی شده و در صورت عدم کفایت تصحیحات، تا هنگام حصول نتیجه مطلوب این روند تکرار می‌گردد.

پس از اتمام بررسی و تأیید تمام مدارک فنی و دریافت نسخه‌ی جدید مدارک FSAR واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر، شرکت توانا خدمات مشاوره‌ای مورد نیاز در فرآیند اخذ مجوز بکارگیری سوخت نسل جدید (TVS-2M) در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر از مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور را به شرکت ارائه می‌نماید.

## حوزه تجهیز ماشین تعویض سوخت به سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت

پیوست 5 از متمم 10 قرارداد سوخت شرح کامل اجرای پروژه سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت را بیان نموده است. این پروژه علاوه بر تجهیز مورد اشاره، شامل مجموعه‌ای از مدارک فنی و گزارش‌های جامعی پیرامون نحوه‌ی نصب، آنالیز‌های ایمنی و نحوه تعمیر و نگهداری سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت می‌باشد. از آنجایی که هدف اولیه، نصب این سیستم در تعمیرات نیمه‌اساسی سال 2018 تعیین شده بود، مدارک فنی و گزارش‌های مذکور در سال گذشته ارایه گردید و طی روندی مشابه با سایر مدارک ارایه شده در متمم 10 قرارداد سوخت، تصحیح و نهایی گردید. علیرغم تمامی تلاش‌های انجام شده و در نتیجه‌ی مشکلات ایجاد شده قراردادی، نصب این سیستم در تاریخ مقرر انجام نپذیرفت و به تعمیرات اساسی سال 2020 محول گردید. در این راستا پیگیری‌ها و هماهنگی‌های لازم جهت نصب سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت در سال جاری و تا زمان حصول نتیجه ادامه خواهد یافت.

# شرح خدمات

براساس مطالب فوق‌الذکر شرح خدمات این فعالیت به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول 1-شرح خدمات فعالیت

|  |  |
| --- | --- |
| **ردیف** | **عنوان خدمات ارایه شده** |
| 1 | ارزیابی مدارک فنی متمم 10 قرارداد سوخت در شرکت توانا |
| 2 | ارزیابی مدارک فنی در حوزه فیزیک نوترونی قلب متمم 10 قرارداد سوخت در شرکت توانا |
| 3 | - دریافت نقطه نظرات ذینفعان داخلی بر روی مدارک  - بررسی نقطه نظرات ذینفعان و برگزاری جلسات فنی و جمع بندی آنها برای ارائه به پیمانکار  - برگزاری جلسات نهایی سازی مدارک با پیمانکار و در نهایت تأیید مدارک ویرایش شده  - همکاری و ارائه خدمات مشاوره‌ای در جلسات مرتبط با بررسی مدارک FSAR ویرایش شده با پیمانکار و نظام ایمنی هسته‌ای کشور  تا صدور مجوز آن مرکز برای استفاده از این نوع سوخت در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر |
| 4 | ایجاد آمادگی برای نصب سیستم نشت‌یاب متحرک غلاف سوخت و تهیه گزارش |
| 5 | انجام مکاتبات فنی |

در خصوص ردیف 2 لازم به توضیح است از آنجاییکه مدارک مربوط به محاسبات فیزیک نوترونی با استفاده از بسته محاسباتی KASKAD بطور مستقل راستی‌آزمایی می­شود، لذا در جدول شرح خدمات بطور جداگانه آورده شده است.

# معیار پذیرش فعالیت

## حوزه بکارگیری سوخت نسل جدید نیروگاه TVS-2M

* نهایی شدن کلیه گزارش‌های فنی بر طبق پیوست 1 و 2 متمم 10؛
* نهایی شدن «گزارش‌های نهایی تحلیل ایمنی نیروگاه اتمی بوشهر» (FSAR) مرتبط با تغییر نوع سوخت نیروگاه؛
* اخذ مجوز بکارگیری TVS-2M در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر از دفتر ایمنی هسته‌ای.

## حوزه تجهیز ماشین تعویض سوخت به سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت

* نهایی شدن کلیه مدارک فنی مربوط به سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت براساس پیوست 5 متمم 10؛
* اخذ مجوز ویژه نصب سیستم از دفتر نمایندگی نظام ایمنی هسته‌ای کشور مستقر در نیروگاه اتمی بوشهر؛
* تحویل کلیه تجهیزات سیستم به همراه تمام مدارک و گزارش‌های فنی آن در نیروگاه اتمی بوشهر؛
* نصب سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر براساس پیوست 5 متمم 10.

نکته: پیوست 1 از متمم 10 قرارداد سوخت شامل عناوین مدارک و زمان ارائه آنها می‌باشد. پیوست 2 از متمم 10 قرارداد سوخت، حدود مورد انتظار و سرفصل‌های مورد توافق از هر فعالیت را تعیین می‌نماید و پیوست 5 از متمم 10 قرارداد سوخت شرح کامل اجرای پروژه سیستم متحرک نشت‌یاب غلاف سوخت را بیان می‌نماید.

# برنامه زمان­بندی انجام فعالیت

این فعالیت با توجه به ماهیت آن جزء فعالیت‌های مستمر بوده و برنامه زمان­بندی آن در نمودار 1 آمده است. همانطور که از نمودار مذکور قابل مشاهده است، بازه زمانی انجام خدمات آن از تاریخ 01/01/1398 الی 29/12/1398 می‌باشد.

نمودار1-برنامه زمان­بندی

|  |
| --- |
| D:\Plan And Monthly Report\برنامه ای زمانبندی توانا\Accepted Plan\Continiual Projects\معاونت سوخت هسته ای\بررسی مدارک طراحی سوخت نسل جدیددر قالب متمم 10 قرارداد سوخت TVS-2M\بررسی مدارک طراحی سوخت نسل جدیددر قالب متمم 10 قرارداد سوخت TVS-2M.jpg |