



شرکت توسعه و ارتقای ایمنی نیروگاه های اتمی

**X XX.XX.XXX.XX.XXX.XX**

**اسفند 1397**

**تکلیف فنی**

**طراحي مخازن کندانس­های کثیف (CCT)**

**جدول تدوین، بازنگري و تاييد مدرک**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **امضاء** | **تاريخ** | **سمت** | **نام و نام خانوادگي** | **مسوولیت** |
| **شرکت مهندسی و ساخت نیروگاه­های اتمی (مسنا)** | | | | |
|  |  | کارشناس فنی | رضا بابانژاد  سعید طاهری  آرمین طاهری  حسن گل­محمدی | **تدوین** |
|  |  | مدیر بهینه­سازی و مدرنیزاسیون پروژه­های نیروگاهی | محمدرضا یزدخواستی | **بازنگري** |
|  |  | معاون پروژه­های پشتیبان | رضا لک | **تائید** |
| **شرکت توانا** | | | | |
|  |  |  |  | **بازنگری** |
|  |  | معاون فرآیندها و پروژه­های گروه مشارکت | فرهاد احسانی | **تایید** |
| **شرکت بهره‌برداری نیروگاه اتمی بوشهر** | | | | |
|  |  |  |  | **بازنگری** |
|  |  | مدیر توربین | پرویز زارعی | **تایید** |
|  |  | مدیر مهندسي شیمی | ابراهیم مصلي نژاد |
|  |  | مدیر تحلیل عملکرد تجهیزات و سیستم‌ها | محمد راستی |
|  |  | معاون فنی و مهندسی | ابراهیم دیلمی |
|  |  | سر مهندس نیروگاه | محسن شیرازی |

**جدول توزیع مدرک**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **دریافت کننده مدارك** | **تعداد نسخ** | **ملاحظات** |
| شرکت مهندسی و ساخت نیروگاه­های اتمی (مسنا) | 1 | نسخه کاغذی ثبت شده |
| شرکت توسعه و ارتقای ایمنی نیروگاه اتمی (توانا) | 1 | نسخه کاغذی ثبت شده |
| شرکت بهره‌برداری نیروگاه اتمی بوشهر | 1 | نسخه کاغذی ثبت شده |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **تصویب** | **محمد قدس** مدیرعامل شرکت توسعه و ارتقای ایمنی نیروگاه اتمی (توانا**)** | **حسین غفاری** رئیس نیروگاه و مدیرعامل شرکت بهره‌برداری |
|  |  |

**فهرست مطالب**

[1- مقدمه 8](#_Toc531168499)

[1-1- فاز دوم: طراحی مخازن و تجهیزات مورد نظر 9](#_Toc531168500)

[2- تعاریف و اختصارات 9](#_Toc531168501)

[3- عنوان پروژه 10](#_Toc531168502)

[4- دلایل توجیهی انجام پروژه 10](#_Toc531168503)

[5- سفارش‌دهنده فعالیت یا کارفرما 10](#_Toc531168504)

[6- مجری پروژه یا پیمانکار 10](#_Toc531168505)

[7- برنامه زمان‌بندی انجام پروژه به همراه نفر/ساعت 10](#_Toc531168506)

[8- اصول و الزامات سازماندهی و انجام پروژه 12](#_Toc531168507)

[8-1- الزامات انجام پروژه 13](#_Toc531168540)

[8-1-1- مدارک مورد نیاز 13](#_Toc531168541)

[8-1-2- مدارک تولیدی 13](#_Toc531168542)

[8-1-3- الزامات انجام و اجرای فعالیت 14](#_Toc531168543)

[8-1-4- شرح پیشنهاد و توجیه 15](#_Toc531168544)

[8-2- الزامات استانداردی و مدارک مرجع 21](#_Toc531168545)

[8-3- الزامات ایمنی 21](#_Toc531168546)

[8-4- الزامات اقتصادی 21](#_Toc531168547)

[8-5- الزامات آموزشی 21](#_Toc531168548)

[8-6- سایر الزامات 21](#_Toc531168549)

[9- تست و پایان فعالیت 21](#_Toc531168550)

[10- مراجع و ضمائم 21](#_Toc531168551)

[10-1- مراجع 21](#_Toc531168552)

[10-2- ضمائم 23](#_Toc531168553)

فهرست جداول

[جدول 1: استانداردهای مورد نیاز در این تکلیف فنی 9](#_Toc531168720)

[جدول 2: برنامه زمان­بندی انجام هر فاز به انضمام مدت زمان انجام و نفر ساعت هر فاز 11](#_Toc531168721)

[جدول 3: کلاس ایمنی و زلزله تجهیزات سیستم­های مرتبط با پروژه 12](#_Toc531168722)

[جدول 4: میزان حجم آب دمین در تجهیزات و خطوط لوله مدار دوم 16](#_Toc531168723)

[جدول 5: مشخصات آب دمین جهت پر کردن مولد بخار و تجهیزات مدار دوم 17](#_Toc531168724)

[جدول 6: کیفیت آب تغذیه مولد بخار در حالت قدرت نامی کمتر از 50 درصد 17](#_Toc531168725)

[جدول 7: کیفیت آب تغذیه مولد بخار در حالت قدرت نامی بیش از 50 درصد 18](#_Toc531168726)

**فهرست اشکال**

[شکل 1 :گانت­چارت برنامه زمان­بندی 12](#_Toc531168830)

[شکل 2: چرخه حرارتی مدار دوم 16](#_Toc531168831)

[شکل 3: موارد استفاده کندانس­های جمع­آوری شده 19](#_Toc531168832)

# مقدمه

آب مورد استفاده در مدار دوم نیروگاه اتمی بوشهر از نوع دمین می­باشد. آب دمین آبی است تصفیه شده که بیشتر یون­های معدنی و نمکی آن مانند کلسیم، منیزیم، سدیم، کلرید، سولفات، نیترات و ... را حذف نموده­اند. این آب فوق خالص بوده و در آن یون­های H+ و OH- با یکدیگر در تعادل می­باشند. این آب با داشتن pH نسبتاً قلیایی و به دلیل عدم وجود یون­های محلول خاصیت خوردگی نداشته و به همین دلیل در مدار دوم جهت خنک­کاری تجهیزات و کندانس بخار از آن استفاده می­شود. در حال حاضر آب مدار دوم در زمان تعمیرات و توقف بهره­برداری (هر 300 روز یک بار و یا یک بار در سال) در صورت تایید مدیریت شیمی، به دریا تخلیه می­شود و مجدداً با آب دمین دیگری جهت مصرف یک ساله پر می­گردد. از همین رو پروژه "طراحی مخزن کندانس­های کثیف"جهت جمع­آوری و استفاده مجدد از آب دمین مدار دوم به منظور کاهش هزینه­های تعمیر، نگه­داری و تهیه سالانه آب دمین مورد نیاز مدار دوم در دستور کار قرار گرفته است. در این پروژه ابتدا می­بایست حجم و خصوصیات آب درین مدار دوم مشخص شده سپس تعداد و حجم مخازن مورد نیاز، جانمایی آن­ها در سایت و موارد استفاده مجدد از آب با توجه به تست­های شیمی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین صرفه اقتصادی استفاده از مخازن کندانس کثیف به جای تخلیه به دریا نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

از جمله معایب تخلیه آب درین مدار دوم در دریا می­توان به موارد زیر اشاره نمود:

* وجود مشکلات زیست محیطی
* مصرف زیاد آب دمین در سال
* پر هزینه بودن تولید آب دمین با توجه به حجم مورد نیاز آن در سال

همچنین برخی از مزیت­های این طرح عبارتند از:

* کاهش هزینه­های مربوط به تولید آب دمین
* استفاده مجدد از آب مدار دوم
* کاهش مخاطرات زیست­محیطی

این تکلیف فنی در دو فاز اصلی به شرح زیر انجام می­شود:

**فاز اول: امکان­سنجی فنی- اقتصادی طراحی مخزن جمع­آوری مایعات کندانس شده کثیف**

این مرحله شامل انجام فعالیت­های زیر می­باشد:

* بازدیدهای میدانی و جلسه با گروه های فنی بهره­بردار
* جمع­آوری و بررسی مدارک سیستم و اطلاعات بهره­برداری
* بررسی عملیات­های متداول در سایر نیروگاه­ها و امکان تامین یا انجام آنها
* انتخاب یک یا چند گزینه و مقایسه آنها از لحاظ موارد مختلف فنی و ایمنی با یکدیگر
* برآورد هزینه تامین تجهیزات شامل خط لوله، پمپ، هزینه ساخت مخازن و ...
* تعیین گزینه مناسب از لحاظ فنی و اقتصادی
* ارائه گزارش فاز اول

## فاز دوم: طراحی مخازن و تجهیزات مورد نظر

فاز طراحی شامل طراحی زیرساخت­های مورد نیاز برای نصب و بهره­برداری تجهیزات بوده و شامل دو قسمت می­باشد:

* طراحی پایه
* طراحی تفصیلی

استانداردهای مورد نیاز در این تکلیف فنی در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1: استانداردهای مورد نیاز در این تکلیف فنی

| **Code** | **Name** | **NO.** |
| --- | --- | --- |
| NS-G-2.3 | Modifications to Nuclear Power Plants, Safety Guide | 1 |
| OPB-88/97 | General Regulations on Ensuring Safety of Nuclear Power Plants | 2 |
| OPEAS | Basic Rules for Operation of Nuclear Station | 3 |
| PNAE G-5-006-87 | Code for Designing Earthquake Resistant Atomic Station | 4 |
| PNAE G-7-008 | Rules for Arrangement and Safe Operation of Equipment and Piping of Nuclear Power Installations | 5 |
| IPS-E-PR-190 | Engineering standard for layout and spacing | 6 |
| IPS-E-PR-230 | Engineering standard for piping and instrumentation diagrams (P&ID) | 7 |
| IPS-E-PR- 725 | Engineering standard for process design of plant waste water sewer systems | 8 |
| IPS-E-PR-360(1) | Engineering standard for process design of Liquid & Gas transfer and storage | 9 |
| API STD 620 | Design and Construction of large, welded, low-pressure storage tanks | 10 |

# تعاریف و اختصارات

آب دمین: آبی است تصفیه شده که بیشتر یون­های معدنی و نمکی آن مانند کلسیم، منیزیم، سدیم، کلرید، سولفات، نیترات و ... حذف شده­اند. این آب فوق خالص بوده و در آن یون­های H+ و OH- با یکدیگر در تعادل می­باشند.

# عنوان پروژه

طراحي مخازن کندانس­های کثیف (CCT)

# دلایل توجیهی انجام پروژه

آب دمین مدار دوم پس از یک دوره یک ساله و در زمان تعمیر و توقف بهره­برداری پس از انجام آنالیز شیمیایی به دریا ریخته می­شود که با توجه به حجم و مشخصات شیمیایی آن می­توان جهت مصارف دیگر نیروگاه از قبیل تست هیدرواستاتیک یا پر کردن کندانسورهای اصلی سود برد. به همین جهت مطالعه و بررسی طراحی مخزن کندانس­های کثیف نیروگاه جهت ذخیره و نگهداری موقت و استفاده مجدد آن در دستور کار قرار گرفته است. در این پروژه پس از انجام مطالعات اولیه، بازدید، بررسی شرایط و برگزاری جلسات کارشناسی با کارفرما به بررسی روشی مناسب و کم هزینه جهت اجرای این طرح پرداخته شده است.

# سفارش‌دهنده فعالیت یا کارفرما

کارفرما: شرکت تولید و توسعه انرژی اتمی ایران

دستگاه نظارت(نماینده کارفرما):شرکت بهره­برداری نیروگاه اتمی بوشهر

# برنامه زمان‌بندی انجام پروژه به همراه نفر/ساعت

مدت زمان در نظر گرفته شده برای انجام فعالیت مهندسی این پروژه 8 ماه از زمان تصویب تکلیف فنی می­باشد. مدت زمان تخمینی لازم برای انجام فعالیت طبق جدول 2 می­باشد. انجام فعالیت در دو فاز انجام می­شود که هر یک از فازهای انجام پروژه به شرح زیر می­باشد.

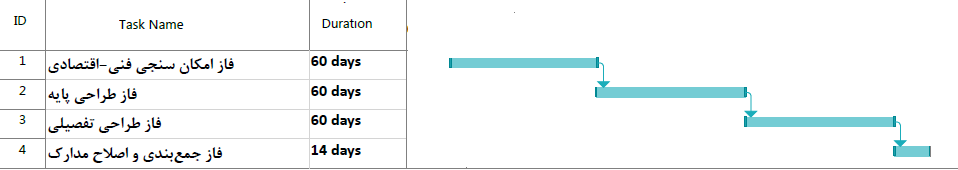
* **فاز اول: امکان­سنجی فنی-اقتصادی طراحی مخزن کندانس­های کثیف**
  + بررسی مدارک و اطلاعات موجود
  + بررسی روش­های موجود جهت طراحی مخزن و انتقال آب­های کثیف
  + انتخاب روش مناسب
  + انتخاب/ طراحی اولیه تجهیزات و اقلام عمده
  + شناسائی تامین­کنند­گان
  + جمع­آوری و بررسی الزامات ایمنی
  + بررسی زیرساخت­های موجود و جانمایی اولیه
  + تهیه مدارک PFD و P&ID اولیه
  + برآورد هزینه­های پروژه
  + بررسی اقتصادی با استفاده از نرم­افزار کامفار[[1]](#footnote-1)
  + جمع­بندی و ارائه گزارش نهایی امکان­سنجی فنی- اقتصادی
* **فاز دوم: طراحی و اجرای روش منتخب طراحی مخزن**
* فاز طراحی شامل طراحی زیرساخت­های مورد نیاز برای نصب و بهره­برداری تجهیزات بوده و شامل دو قسمت می­باشد:
* طراحی پایه
* طراحی تفصیلی

برنامه­ زمان­بندی کلی انجام پروژه در جدول 2 آورده شده است.

جدول 2: برنامه زمان­بندی انجام هر فاز به انضمام مدت زمان انجام و نفر ساعت هر فاز

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **عنوان فعالیت کلی** | **زمان** | **نفر/ساعت کلی مورد نیاز** |
| **1** | **بازدید، برگزاری جلسه، جمع­آوری و بررسی مدارک، تدوین تکلیف فنی** | **2 ماه** | **620** |
| 1-1 | گردآوری و بررسی مدارک، بازدید و برگزاری جلسات (با بهره بردار) | - | 310 |
| 1-2 | تدوین تکلیف فنی | - | 310 |
| **2** | **مرحله امکان سنجی** | **2 ماه** | **1624** |
| 2-1 | گردآوری و بررسی احجام درین­های مختلف | - | 262 |
| 2-2 | بررسی خواص آب و امکان استفاده مجدد از آن | - | 220 |
| 2-3 | محاسبه اولیه تعداد، نوع و ابعاد مخازن مورد نیاز و محل نصب |  | 235 |
| 2-4 | بررسی زیرساخت­های مورد نیاز (مکانیکی، برقی و ...) | - | 115 |
| 2-5 | طراحی مفهومی |  | 232 |
| 2-6 | بررسی اولیه سرمایه گذاری مورد نیاز و میزان هزینه صرفه جویی شده در دراز مدت |  | 230 |
| 2-7 | تدوین گزارش امکان­سنجی فنی-اقتصادی | - | 330 |
| **3** | **Basic design** | **2 ماه** | **1662** |
| 3-1 | Calculation/selection report | - | 490 |
| 3-2 | PFD |  | 233 |
| 3-3 | Equipment Layout | - | 164 |
| 3-4 | Pipe Sizing | - | 152 |
| 3-5 | P&ID | - | 273 |
| 3-6 | Data Sheet | - | 350 |
| 4 | **Detail design** | **2 ماه** | **1380** |
| 4-1 | Process Description/Operating Manual |  | 320 |
| 4-2 | Isometric & Piping Layout | - | 290 |
| 4-3 | MRQ/BOM/MTO | - | 360 |
| 4-4 | Mechanical Drawing |  | 410 |
| **مجموع** | | **8 ماه** | **5286** |

گانت­چارت برنامه زمان­بندی در شکل 1 آورده شده است.



شکل 1: گانت­چارت برنامه زمان­بندی

# اصول و الزامات سازماندهی و انجام پروژه

کلاس ایمنی و زلزله تجهیزات مطابق جدول 3 می­باشد.

جدول 3: کلاس ایمنی و زلزله تجهیزات سیستم­های مرتبط با پروژه

1

| Equipment Name | Safety class according to  PNAE G-01-011-97 (OPB-88/97) | Seismic resistance category according to  PNAE G-7-008-89 |
| --- | --- | --- |
| Steam turbine K – 1000 - 60/3000 – 3 (SA) | 3N | IIb |
| Blocks of high pressure valves of HPSDU (SA) | 3N | IIb |
| Casings of HPC high pressure cylinders (SA) | 3N | IIb |
| Blocks of low pressure valves of LPSDU (SA) | 3N | IIb |
| Casings of LPC low pressure cylinders (SA) | 3N | IIb |
| Casings of turbine unit bearings (SB) | 3N | IIb |
| Condensers with steam collection devices and with LPH – 1/2 (SD) | 3N | IIb |
| RB10(20)B001 | 3N | IIb |
| RK10(20)B001 | 3N | IIb |
| SD10(11)B001 | 3N | IIb |
| RM11,12,13D001 | 3N | IIb |
| UB11,21,31,41B001 | 3N | IIb |
| UB12,22,32,42B001 | 3N | IIb |
| RH11,12,13,14B001 | 3N | IIb |
| RF60B001 | 3N | IIb |
| RL12,22,32D001 | 3N | IIb |

لازم به ذکر است فعالیت­هایی که در حین انجام این تکلیف فنی انجام می­شود جز فعالیت­های خطرناک هسته­ای محسوب نمی­شود.

## الزامات انجام پروژه

### مدارک و اطلاعات مورد نیاز

مدارکی که می­بایست از طرف کارفرما به پیمانکار ارائه شود عبارتند از:

* مدارک Item 16 مربوط به سیستم­های UA1 , UA2 , UB , RB , RF , RH , RK , RL , RM , SA , SB , SD ,TG , TR
* مدارک Item 22, Item 13, Item14 سیستم­های فوق
* نقشه­ها و پلان معماری ساختمان­های ZF, ZC ، ZG1 , ZG4 , ZG10 ZG0 ,، ZM، ZN1، ZN32 (آیتم­های 2، 5، 7 و 11)
* مدارک و اطلاعات مرتبط با کندانسور
* حجم و مشخصات آب دمین مصرفی در مدار دوم
* مقدار و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب مورد نیاز برای تست هیدرواستاتیک و سایر مواردی که امکان کاربرد دارد
* مشخصات فرآیندی و جانمایی نقاط درین آب مدار دوم
* حجم آب خروجی از هر درین و گزارش آنالیز آن طی چند سال بهره­برداری
* روش شست و شوی مدار دوم (مراحل مختلف)
* مشخصات و میزان آب مورد استفاده در شست و شو مدار دوم
* هزینه احیا و تعویض رزین­های سیستم UB و زمان تعویض آن­ها با توجه به کیفیت آب ورودی به سیستم
* هزینه تمام شده تولید آب دمین در واحدهای UA1 و UA2
* گزارش آنالیز آب زیرکش مولد بخار
* مشخصات و حجم آب مورد نیاز برای استخر سوخت

### مدارک تولیدی

مدارکی که توسط این پیمانکار ارائه می­شود عبارتند از:

* گزارش امکان­سنجی فنی- اقتصادی
* گزارش طراحی و انتخاب تجهیزات
* Process Flow Diagram (PFD)
* Process Equipment Layout
* Pipe Sizing
* Piping & Instrumentation Diagram (P&ID)
* Equipment Data Sheet (Process and Mechanical)
* تشریح فرآیند/ دستورالعمل بهره­برداری
* Mechanical Drawing
* Single Line Diagram for LV Panel
* Cable Route Layout or Cable Schedul
* Circuit Wiring Diagram
* Isometric Drawing
* Piping and Equipment Layout
* MRQ/BOM/MTO
* Welding Procedure Specification (WPS)

لازم به ذکر است که مدارک مطابق عنوان آنها به زبان فارسی یا انگلیسی ارائه خواهد شد.

### الزامات انجام و اجرای فعالیت

همان گونه که قبلاً نیز به آن اشاره شد کندانس­های موجود در مدار دوم هر 300 روز یک بار (یک مرتبه در سال) تعویض می­گردد. بدین ترتیب که آب دمین موجود در این مدار پس از انجام تست­های شیمی و با اخذ تایید، در دریا تخلیه می­شود. با توجه به پر هزینه بودن تامین آب دمین پیشنهاد جمع­آوری این آب در مخزن یا مخازنی به جای تخلیه در دریا و استفاده از آن جهت تست، شستشو و نیز پر نمودن مجدد کندانسورها داده شده است. در این طرح آب موجود در خطوط لوله و تجهیرات مدار دوم در هنگام تخلیه از طریق خط لوله به مخزنی/ مخازنی که در این طرح پیش بینی شده است هدایت و سپس با توجه به نوع و میزان نیاز از مخازن برداشت می­گردد. در این پروژه می­بایست اطلاعات مربوط به مبدل­ها، کندانسورها، پمپ­ها، طول، سایز و جنس خط لوله و محل­های درین مدار دوم و موارد استفاده مجدد از آب مدار دوم در زمان تعمیرات و راه­اندازی نیروگاه بررسی گردد و سپس ظرفیت و جنس مخزن/مخازن و تجهیزات مورد نیاز و همچنین خطوط و شیرهای مورد نیاز انتخاب و یا طراحی گردد.

### شرح پیشنهاد و توجیه

#### تشریح کلی مدار دوم

به طور کلی سیکل حرارتی مدار دوم را به سه قسمت تقسیم می­نمایند:

* از مولد بخار تا کندانسور که سیال فقط بخار می­باشد.
* از کندانسور تا هوازدا که سیال آب می­باشد.
* از هوازدا تا مولد بخار که مسیر آب تغذیه می­باشد.

چرخه حرارتی سیال در مدار دوم به شرح زیر است:

بخار اشباع خروجی از مولد بخار با دمای 274 درجه سانتیگراد و فشار حدود 60 بار وارد توربین فشار قوی می­شود. توربین فشار قوی دارای سه زیرکش[[2]](#footnote-2) می­باشد. زیرکش شماره 1 به هوازدا (RF60B001)، زیرکش شماره 2 به گرمکن فشار قوی (RF31B001) و زیرکش شماره 3 به گرمکن فشار ضعیف (RH14B001) وارد می­شود. برای جدا کردن رطوبت از بخار و گرم کردن دوباره آن از یک جداکننده رطوبت از بخار[[3]](#footnote-3) و یک مرحله پیش­گرمکن استفاده می­شود که همگی در یک پوسته قرار داشته و MSR نامیده می­شود. بخار خروجی از توربین وارد MSR (RB10B001) شده و از آنجا پس از خشک شدن در یک مرحله و گرم شدن مجدد توسط بخار تازه به بخار Superheat تبدیل شده و وارد سه توربین فشار ضعیف می­شود. توربین­های فشار ضعیف نیز هر یک دارای 3 زیرکش بوده که به گرمکن­های فشار ضعیف (RH11,12,21,21,13,23B001) وارد می­شوند.

بخار خروجی از توربین­های فشار ضعیف وارد کندانسورها (SD11,12B001)که تحت خلا نسبی می­باشند، می­شود. در داخل کندانسور تعداد زیادی لوله تعبیه شده که آب خنک (آب دریا) در آنها جریان دارد. بخار خروجی از توربین فشار ضعیف در نتیجه تماس سطح خنک­کننده­ با لوله­ها تبدیل به کندانس (آب) شده و در کف کندانسور جمع می­شود. سپس این آب که کندانس اصلی می­باشد توسط پمپ­های کندانس (RM11,12,13D001) وارد سیستم UB می­شوند. پمپ­های سیستم RM دو مرحله­ای می­باشند. کندانس در سیستمUB پس از عبور از فیلترهای کاتیونی(UB11,21,31,41B001) و فیلترهای بستر مختلط[[4]](#footnote-4)(UB12,22,32,42B001) تصفیه شده و توسط پمپ­های کندانس مرحله دوم وارد گرمکن­های فشار ضعیف (RH11,12,13B001) می­شوند. آب تصفیه شده پس از عبور از گرمکن­های فشار ضعیف وارد هوازدا می­شود.

در هوازدا، آب پس از گرم شدن دوباره، گاززدایی (حذف اکسیژن و گازهای دیگر) می­شود. آب خروجی از هوازدا (آب تغذیه) توسط پمپ­های آب تغذیه (RL12,22,32D001) و عبور از پیش­گرمکن­های فشار بالا (RF31,41B001) به سمت مولدهای بخار (YB10,20,30,40B001) روانه می­شود.

شمای کلی چرخه حرارتی مدار دوم در شکل 2 مشخص شده است.



شکل 2: چرخه حرارتی مدار دوم

#### روش پیشنهادی

روش پیشنهادی برای انجام این پروژه طراحی سیستمی شامل خطوط لوله، مخازن و تجهیزاتی جهت جمع­آوری کندانس­های کثیف مدار دوم به جای تخلیه در دریا می­باشد.

با توجه به بررسی­های صورت گرفته مقدار حدودی آب دمین مدار دوم به تفکیک تجهیزات به شرح جدول 4 می­باشد که مجموعاً در حدود 2 هزار متر مکعب تخمین زده می­شود.

جدول 4: میزان تخمینی حجم آب دمین در تجهیزات و خطوط لوله مدار دوم

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Volume (m3) | m3 حجم زمان  تست | | | m3 حجم در زمان  بهره برداری  نرمال)بخارگرم کننده) | | m3 حجم در زمان  بهره برداری  نرمال)کندانس) | Equipment or pipeline |
| 104 |  | | |  | |  | Steam generator |
| 580 | 580 | | |  | | 340 | Deaerator |
| 50 | 2000 | | |  | | 200 | Condenser |
| 354 |  | | | - | |  | RL pipe line system |
| 778 |  | | | - | |  | RM pipie line system |
| 6.5 | 32 | | | 16 | | 16 | RN11,12,21,22B001 |
| 13 | 80 | | | 54 | | 26 | RH11,12,21,22B001 |
| 6.9 | 28.3 | 22 | | | | 6.3 | RH13,23B001 |
| 16.5 | 15.5 | 28 | | | | 15.5 | RH14B001 |
| 10.8 | 58 | 32 | | | | 26 | RF31,41B001 |
| 1920 |  | |  | |  | | Sum |

همچنین مطابق اظهارات بهره­بردار حدود 1000 متر مکعب آب دمین نیز جهت تست هیدرواستاتیک کندانسور مورد استفاده قرار می­گیرد که در مجموع میزان آب دمین درین شده سالانه را می­توان در حدود 3000 متر مکعب تخمین زد.

با توجه به حجم آب مدار دوم، مشخصات شیمیایی آن و همچنین شرایط دما و فشاری سیال و محیط، مخزن یا مخازنی عمودی با سقف ثابت قابل پیش­بینی است که البته جانمایی مخازن و حجم دقیق آنها پس از بررسی­های بیشتر در بخش­های بعدی پروژه ارائه می­گردد. همچنین امکان دارد تجهیزات دیگری از قبیل پمپ و خطوط انتقال آب مدار دوم به مخازن نیز در پیشنهاد مورد نیاز باشد که در ادامه پروژه مشخصات آنها ارائه خواهد شد.

با بررسی مدارک و استانداردهای مربوط به نیروگاه اتمی بوشهر مشخصات آب مدار دوم یا به طور کلی شیمی آب مدار دوم در شرایط مختلف کاری نیروگاه به صورت زیر می­باشد:

آب دمین توسط سیستم UA تهیه شده و جهت ذخیره­سازی به سیستم UD ارسال می­شود. مشخصات آب دمین ذخیره شده در مخازنUD00B001,2,3 که جهت پر کردن مولد بخار و تجهیزات مدار دوم به کار می­رود در جدول 5 آورده شده است.

جدول 5: مشخصات آب دمین جهت پر کردن مولد بخار و تجهیزات مدار دوم

|  |  |
| --- | --- |
| Value | Parameter |
| 1.2 | Specific electrical conductivity, μSm/сm, not more than |
| 5.5 to 8.0 | Value рН |
| 50 | Chloride-ions concentration, μg/kg, not more than |
| 20 | Silicic acid concentration, not more than |
| 100 | Oil and heavy-oil concentration, μg/kg, not more than |

کیفیت استاندارد آب تغذیه مولد بخار در شرایطی که نیروگاه با قدرت کمتر از 50 درصد عمل می­نماید در جدول 6 آورده شده است.

جدول 6: کیفیت آب تغذیه مولد بخار در حالت قدرت نامی کمتر از 50 درصد

|  |  |
| --- | --- |
| **Value** | **Parameter** |
| 30 | Oxygen concentration, μg/kg |
| 20 | Iron concentration, μg/kg, not more |
| 2 | Copper concentration, μg/kg, not more |
| 20 | Hydrazine concentration, μg/kg, more |
| 100 | Concentration of oils and crude oil products, μg/kg, not more |
| 2 | Ammonia percentage (%) |

کیفیت استاندارد آب تغذیه مولد بخار در شرایطی که نیروگاه با قدرت بیش از 50 درصد عمل می­نماید در جدول 7 آورده شده است.

جدول 7: کیفیت آب تغذیه مولد بخار در حالت قدرت نامی بیش از 50 درصد

|  |  |
| --- | --- |
| **Value** | **Parameter** |
| 30 | Oxygen concentration, μg/kg |
| 10 | Iron concentration, μg/kg, not more |
| 1 | Copper concentration, μg/kg, not more |
| 20 | Hydrazine concentration, μg/kg, more |
| 100 | Concentration of oils and crude oil products, μg/kg, not more |
| 2 | Ammonia percentage (%) |

راجع به شیمی آب خروجی از مدار دوم در زمان توقف بهره­بردای اطلاعات دقیقی در مدارک نیروگاه اتمی بوشهر موجود نمی­باشد و می­بایست اطلاعات در خصوص مشخصات فیزیکی و شیمیایی و نتایج آنالیز آب دمین درین شده از بهره­بردار اخذ گردد. لذا در این مرحله امکان تعیین و دسته­بندی آب­های دمین قابل جمع­آوری از مدار دوم و اظهار نظر در رابطه با تصفیه و روش­های استفاده از آن امکان­پذیر نمی­باشد.

آب جمع­آوری شده می­تواند در مصارف مختلفی (شکل3) به کار برده شود.

نکته قابل ذکر در رابطه با جمع­آوری و استفاده مجدد از آب دمین مدار دوم این است که با توجه به روش­های پیش­بینی شده جهت استفاده مجدد از آن، آبی که جهت تت هیدرولیک و شستشوی تجهیزاتی نظیر کندانسور استفاده شده است، نمی­تواند مجدداً به مخزن اصلی طراحی شده جدید بازگردانده شود، چرا که میزان آلودگی آن بیشتر بوده و با انتقال آن به مخزن، کیفیت و غلظت مواد کل آب موجود افت کرده و نمی­توان از آن جهت مصارف دیگر استفاده کرد. بنابراین احتمال طراحی دو مخزن مجزا جهت مصارف مختلف دور از انتظار نخواهد بود. لذا اظهار نظر قطعی در زمان طراحی دقیق انجام خواهد شد.

جهت طراحی باید ابتدا نقاط جمع­آوری کندانس­ها و مشخصات آن نظیر حجم دقیق، خواص و غلظت مواد محلول در آن مشخص گردد و در ادامه با توجه به نتایج آنالیز و تست­های آزمایشگاهی روش مناسب انتخاب می­شود. در صورتی که کیفیت کندانس­های جمع­آوری شده مناسب نباشد و یا عمل بازیافت و استفاده مجدد از آنها پر هزینه باشد، می­توان کندانس را به دریا تخلیه نمود.

**شکل 3: موارد استفاده کندانس­های جمع­آوری شده**

در زیر مراحل امکان­سنجی به تفکیک ارائه شده است:

#### فاز اول: امکان­سنجی

* مشخص نمودن حجم دقیق و مشخصات فیزیکی و شیمیایی درین
* تعیین موارد مصرف مجدد آب کندانس مدار دوم و مشخصات مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب پس از مصرف مجدد
* مشخص کردن تعداد و حجم مخازن مورد نیاز
* مشخص نمودن جانمایی مخزن/ مخازن جمع­آوری کندانس­ها در سایت
* بررسی و تکمیل اطلاعات اولیه جهت انجام محاسبات شامل دما، فشار، امکانات زیربنایی، شرایط آب و هوایی و ...
* مطالعات مهندسی و طراحی اولیه شامل مطالعه انواع مخزن، تعیین ابعاد، جنس مطلوب و تعیین ضوابط و استانداردهای طراحی
* ارزیابی فنی تجهیزات و انجام محاسبات آن از قبیل دبی، ظرفیت و تهیه PFD
* تعیین تجهیزات مورد نیاز و فهرست تامین­کنندگان
* ارزیابی اقتصادی شامل هزینه تهیه آب دمین مصرفی در مدار دوم، برآورد قیمت مخزن و سایر تجهیزات، سایز و طول خطوط لوله مورد نیاز، هزینه­های بهره­برداری، برآورد صرفه­جویی انجام شده و ...
* تهیه گزارش امکان­سنجی فاز اول

#### فاز دوم: طراحی

* طراحی مخازن و انتخاب تجهیزات مورد نیاز
* تعیین نوع و مشخصات فنی پمپ­های مورد نیاز و سایز خطوط لوله­ها
* تهیه PFD و P&ID
* تهیه گزارش تشریح فرآیند/ دستورالعمل بهره­برداری
* انتخاب محل و تهیه جانمایی تجهیزات و خطوط لوله (Piping and Equipment Layout)
* تهیه نقشه­های مکانیکی تجهیزات (Mechanical Drawing)
* تهیه نقشه­های Isometric (Isometric Drawing)
* تهیه برگه مشخصات فنی تجهیزات (Process & Mechanical Data sheet)
* تهیه لیست کلیه اقلام پایپینگ شامل لوله، اتصالات، فلنج­ها، گسکت­ها، شیرآلات و ... و مشخصات فنی آنها از جمله متریال و استاندارد مربوط به متریال، سایز و استاندارد مربوط به سایز، استاندارد طراحی، ضخامت، کلاس فشار و دما (BOM)
* تهیه کلیه مشخصات و پارامترهای جوشکاری با جزئیات کامل مطابق کد و استاندارد مربوطه (WPS)
* طراحی سیستم­های برق­رسانی و تجهیزات مورد نیاز
* طراحی دستگاه­های کنترل و ابزار دقیق، شیرکنترلی و ...
* تهیه مدارک خرید (MRQ)

## الزامات استانداردی و مدارک مرجع

استانداردهای مورد نیاز در این تکلیف فنی در جدول 1 آورده شده است.

## الزامات ایمنی

استانداردهای ایمنی مورد نیاز در این تکلیف فنی در جدول 1 آورده شده است.

## الزامات اقتصادی

با در نظر گرفتن مقدار تقریبی حجم آب مدار دوم (3000 متر مکعب) و با توجه به قیمت تمام شده تهیه آب دمین که در حال حاضر در حدود 30000 ریال به ازای هر لیتر آب دمین می­باشد، می­توان پیش­بینی نمود که سالانه در حدود 90 میلیارد ریال جهت تولید و تهیه آب دمین مورد نیاز این مدار صرفه­جویی خواهد شد که البته باید هزینه­های جمع­­آوری، نگه­داری و باز­فرآوری آن نیز در زمان طراحی دقیق در نظر گرفته شود.

## الزامات آموزشی

در این قسمت الزام خاصی در نظر گرفته نشده است.

## سایر الزامات

در این قسمت الزام خاصی در نظر گرفته نشده است.

# تست و پایان فعالیت

پایان فعالیت منوط به ارائه یک نسخه گزارش امکان سنجی فنی- اقتصادی و مدارک طراحی ارائه شده در بخش 8-1-2 و تایید آنها می­باشد.

# مراجع و ضمائم

## مراجع

1. روش اجرایی نحوه تدوین تکالیف فنی،PRO. TDPM0029 99.BU.1 0.0 . AB.
2. 16.BU.1 ZF.RB.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of The Separation And Reheating System.
3. 16.BU.1 ZF.RF.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of High Pressure Extraction System.
4. 16.BU.1 ZF.RL.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of Main Feedwater System.
5. 16.BU.1 ZF.SA.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of The Turbine Plant.
6. 16.BU.1 ZF.RM.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of Turbine Condensate System.
7. 16.BU.1 ZF.RH.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of Low Pressure Extraction System.
8. 16.BU.1 ZF.UB.AB.WI.ATEX.001-2, Description Of Condensate Demineralizing System.
9. 49.BU.1 0.0.ОО.FSAR.RDR001, FSAR, 10.4.1 Turbine Main Condensers (SD).
10. 49.BU.1 0.0.ОО.FSAR.RDR001, FSAR, 10.4.9 Water chemistry of the secondary side.

## ضمائم

**ضمیمه شماره یک: نمونه لیست کارکنانی که تکلیف فنی حاضر را مطالعه نموده­اند**

**لیست کارکنانی که تکلیف فنی حاضر را مطالعه نموده­اند**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **نام و نام خانوادگی** | **سمت** | **تاریخ** | **امضاء** | **ملاحظات** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**جدول نمایش تغییرات مدرک حاضر**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **شماره تغییر** | **شماره صفحات** | | | | **شماره گواهی اعمال تغییرات** | **تاریخ گواهی اعمال تغییرات** | **نام و نام خانوادگی فرد اعمال کننده تغییرات** | **تاریخ، امضاء فرد اعمال کننده تغییرات** |
| **تغییر داده شده** | **جایگزین شده** | **جدید** | **باطل شده** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**لیست کارکنانی که تغییرات مدرک حاضر را مطالعه نموده­اند**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **نام و نام خانوادگی** | **سمت** | **تاریخ** | **امضاء** | **ملاحظات** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. COMFAR [↑](#footnote-ref-1)
2. Blowdown [↑](#footnote-ref-2)
3. Separator [↑](#footnote-ref-3)
4. Mixed-bed filters [↑](#footnote-ref-4)