

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو



## فهرست خدمات مرحله توجیهی سد سازی

دفتر فنی

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

## فهرست خدمات مرحله توجیهی سدسازی

دفتر فنی

## فهرست برگه

سازمان برنامه و بودجه، دفتر فنی

فهرست خدمات مرحله توجیهی سدسازی / سازمان برنامه و بودجه، دفتر فنی:

وزارت نیرو، [امور آب] - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۰

۲۷ ص. - (انتشارات سازمان برنامه و بودجه: ۷۰/۰۰/۳۱)

مربوط به بخشنامه شماره ۹۱۰-۳۹۸۶/۵۴-۱ مورخ ۱۳۷۰/۳/۲۰

۱. سد و سدسازی - دستنامه‌ها. ۲. سد و سدسازی - تحقیق. ۳. آب - مهندسی - استانداردها. الف. ایران.

وزارت نیرو. امور آب. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان.

TC ۵۴۰/س۱۸ف۹

فهرست خدمات مرحله توجیهی سدسازی

تهیه کننده: دفتر فنی

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۰

قیمت: ۳۰۰ ریال

چاپ و صحافی: چاپخانه سازمان برنامه و بودجه

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

تاریخ: ۳۰/۰۳/۷۰  
شماره: ۹۱۰-۴۰۶۳۹  
پست:

بسمه تعالی



بخشنامه به دستگاهها و اجرائی و مهندسان مشاور

به استناد ماده ۱۲۳ قانون برنامه و بودجه، به پیوست فهرست خدمات مرحلته و جیبی  
سمازی ابلاغ می گردد، تا برای انجام مطالعات، و همچنین بررسی و تصویب مسازک و  
گزارش این مرحله از خدمات مهندسی سمازی، به عنوان راهنما مورداستفاده قرار گیرد.

مسعود روفی زنجانی

معاون رئیس جمهوری و رئیس سازمان برنامه و بودجه

## به نام خدا

### پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی تخصصی واگذار شده است.

با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران تهیه استاندارد در بخش آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو امور آب وزارت نیرو با همکاری سازمان برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین گردیده است:

- استفاده از تخصص‌ها و تجارب کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخشهای عمومی و خصوصی.
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی.
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت.
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرحها.
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور.
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه‌کننده استاندارد.

امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب با به کارگیری استانداردهای یادشده برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهارنظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت نمایند.

## ترکیب اعضاء کمیته

اعضاء کمیته فنی شماره ۴ که در تهیه استاندارد مشارکت داشته‌اند به شرح زیر می‌باشد:

- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| ۱- آقای حسین جلالی             | دکترای مکانیک ساختمان |
| ۲- آقای عبدالواحد رزاقی        | مهندسی هیدرولیک       |
| ۳- آقای محمدطاهر طاهری بهبهانی | مهندسی هیدرولیک       |
| ۴- آقای حمید غنی‌زاده          | مهندسی هیدرولیک       |
| ۵- آقای چنگیز فولادی نشتا      | دکترای هیدرولیک       |
| ۶- آقای حسین میرزاد            | دکترای سیویل          |

ضمناً آقایان عبدالرحیم کیا و علی امینی نیز در تهیهٔ پیش‌نویس اولیه این نشریه همکاری داشته‌اند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	۱- برنامه‌ریزی کار
۴	۱- برنامه‌ریزی کار
۴	۲- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌ها
۴	۱-۲ جمع‌آوری مدارک و اطلاعات.....
۴	۲-۲ تهیه نقشه‌های توپوگرافی و عکسهای هوایی.....
۴	۳- مطالعات پایه
۴	۱-۳ مطالعات هواشناسی.....
۵	۲-۳ مطالعات هیدرولوژی و رسوب.....
۶	۳-۳ زمین‌شناسی سطحی و هیدروژئولوژی.....
۷	۴-۳ مطالعات لرزه‌خیزی منطقه و لرزه‌شناسی مهندسی.....
۸	۵-۳ کاوشهای زیرسطحی.....
۹	۶-۳ تعیین پارامترهای کمی و کیفی مصالح ساختمانی با توجه به امکانات محلی.....
۱۱	۷-۳ بررسی نیازها.....
۱۲	۸-۳ سایر بررسیها: عمومی، اجتماعی، سیاسی، اکوسیستمی.....
۱۳	۴- مطالعات هیدرولیکی و بهره‌برداری از مخزن و تعیین اهداف بهره‌برداری
۱۴	۵- تهیه نقشه‌ها و توجیه‌های اقتصادی
۱۴	۱-۵ تهیه نقشه‌های لازم برای گزینه‌های قابل رقابت.....
۱۴	۲-۵ بررسیهای اقتصادی.....
۱۵	۶- غربال کردن گزینه‌ها و ارائه گزینه‌های قابل رقابت
۱۵	۱-۶ طرح و تعریف گزینه‌ها از لحاظ:.....
۱۵	۲-۶ مقایسه مقدماتی گزینه‌های طرح‌شده با توجه به شرایط:.....
۱۵	۳-۶ جمع‌بندی و ارائه جدول مقایسه‌ای.....
۱۵	۴-۶ ارائه گزینه‌های قابل رقابت، بر اساس نتایج جدول فوق.....
۱۶	۷- آنالیز و طراحی
۱۶	۱-۷ آنالیز و طراحی جسم سد.....
۱۸	۲-۷ طراحی و آنالیز پی و تکیه‌گاهها.....
۱۹	۳-۷ طراحی و آنالیز سرریزها.....
۲۱	۴-۷ آنالیز و طراحی سازه‌های آبگیری و تخلیه‌کننده‌ها.....
۲۲	۵-۷ آنالیز و طراحی حوضچه آرامش و سازه‌های پایاب.....

۶-۷	طراحی و آنالیز نیروگاه .....	۲۳
۷-۷	طراحی و آنالیز سیستم انحراف آب حین ساختمان .....	۲۵
۸-۷	مطالعه و آنالیز اثرات رسوبگذاری و رسوبزدایی .....	۲۵
۹-۷	طراحی و آنالیز عملیات آب بندی و ترمیمی مخزن .....	۲۶
۱۰-۷	طرح جاده‌های دسترسی و کوی کارکنان و غیره .....	۲۸
-۸	تهیه نقشه‌های ضروری و برآورد احجام و آحادیهای عملیات	۳۰
۱-۸	تهیه پلان و مقاطع ضروری .....	۳۰
۲-۸	برآورد احجام و آحادیها .....	۳۰
-۹	الک کردن گزینه‌ها و برآورد هزینه‌های گزینه انتخابی	۳۱
۱-۹	الک کردن گزینه‌ها .....	۳۱
۲-۹	برآورد هزینه‌های گزینه انتخابی .....	۳۱
-۱۰	گزارش نهایی	۳۲



## مقدمه

هدف از انجام مطالعات مرحله توجیهی، بررسی جامع اجزاء مختلف یک طرح سدسازی و ارزیابی جنبه‌های فنی و اقتصادی تمام گزینه‌های منطقی آن می‌باشد.

در راستای تحقق هدفهای مطالعات طرحهای سدسازی، تمام عوامل طرح، از قبیل نوع سد، کمیت و کیفیت مصالح مصرفی، نحوه قرارگیری تأسیسات وابسته به سد، به‌ویژه سرریز با توجه به شرایط توپوگرافی، ژئوتکنیکی، منطقه‌ای و زمین‌ساخت، عوامل پی‌سازی، هیدروکلیماتولوژی، هیدرولیک، مورد بررسی و ژرف‌نگری قرار می‌گیرند. آنچه که در مطالعات شناسایی، به‌ویژه شناخت محلهای مختلف سدسازی از دیدگاه هیدرولوژی، زمین‌شناسی و ژئوتکنیک و ارزیابیهای فنی و اقتصادی مورد مطالعه بوده است و گزینه‌های قابل رقابت از میان مجموعه گزینه‌ها برای مطالعه بیشتر انتخاب شده است، مورد مرور و بازنگری قرار می‌گیرد.

شناخت ژرفتر زمین با توجه به تمام پارامترهای اساسی و سؤالات طراح برای شناسایی مشخصه‌ها و ویژگیهای زمین ساختاری، زمین‌شناسی، ژئومکانیکی، لرزه‌خیزی، ایمنی زمین به لحاظ وجود گسلهای مهم و لایه‌های ضعیف، لایه‌های دگرسان و فرسوده، ریزشها و لغزشها، فضاهاى خالی، مناطق تراوا و انحلال‌پذیر و غیره در این مرحله از مطالعات نگرش خاصی به جنبه‌های طراحی عمومی اجزاء طرح، پی‌سازی و تقویت و بهسازی زمین را ایجاب می‌نماید. پدیده‌های هیدرولیکی و عوامل هیدرولوژی و سیلاب محل طرح با دقت لازم در حد شناخت منطقی پارامترهای مؤثر در طراحی و اشکال و ابعاد سازه‌های مختلف مورد بررسی جامع قرار می‌گیرد. بر پایه نتایج مطالعات مختلف در مورد گزینه‌های انتخاب شده و یا مسائل جدید طرح و تعمیق‌شده در جریان مطالعات مرحله توجیهی، ارزیابیهای فنی و اقتصادی به عمل می‌آید و امکانهای مختلف طرح با توجه به کمیت و کیفیت مصالح و نحوه ساخت و زمان آن مورد ژرف‌نگری قرار می‌گیرد.

از آنجا که انجام دقیق مطالعات پایه به لحاظ شناخت جامع عوامل فوق‌الذکر، عموماً باید در مرحله مطالعات توجیهی صورت پذیرد، لذا در فهرست خدمات مطالعات این مرحله سعی شده است به نحوی مسائل مورد بررسی قرار گیرند که بیشترین پارامترها شناسایی شده و یافته‌های کلیدی در تصمیم‌گیری به دست آیند. گرچه ممکن است به ظاهر در بعضی از بخشها جزئیات مفصلتری نسبت به سایر قسمتها ملاحظه شود، اما از نظر اهمیت موضوع و به منظور پرهیز از بروز ابهامات در طراحی، ضروری تشخیص داده شد که با شکافتن تعداد بیشتری از پارامترهای تحت بررسی، اصول اولیه طراحی و مطالعات سدسازی در جمیع جهات رعایت شود و مبانی و مفروضات گزینه‌ها در محلهای مختلف سدسازی با دقت روشن گردد.

بنابراین تهیه طرح در این مرحله باید شامل نقشه‌ها و ابعاد اجزاء طرح و تأسیسات سد و سیستمهای تخلیه‌کننده و انتقال آب باشد که در فهرست خدمات مرحله توجیهی مندرج در این جزوه پیش‌بینی شده است. در این طرح نکات زیر باید کاملاً مشخص و نهایی شده باشد:

- محل و نوع سد و ارتفاع آن.
- چگونگی تحقق اهم اهداف پروژه.
- مصالح و منابع قرضه و کمیت و کیفیت آن.

به هر حال، گسترش بررسیها و مطالعات در حدی پیش‌بینی شده است که تا حد امکان کمترین ابهام در مورد پدیده‌های فیزیکی و هیدرولیکی و پدیده‌های وابسته به رفتار زمین و سازه در محل انتخاب‌شده وجود داشته باشد و دید کامل و جامعی نسبت به همه متغیرها و پارامترهای واردشونده در طرح سد و سازه‌های وابسته به آن حاصل شود.

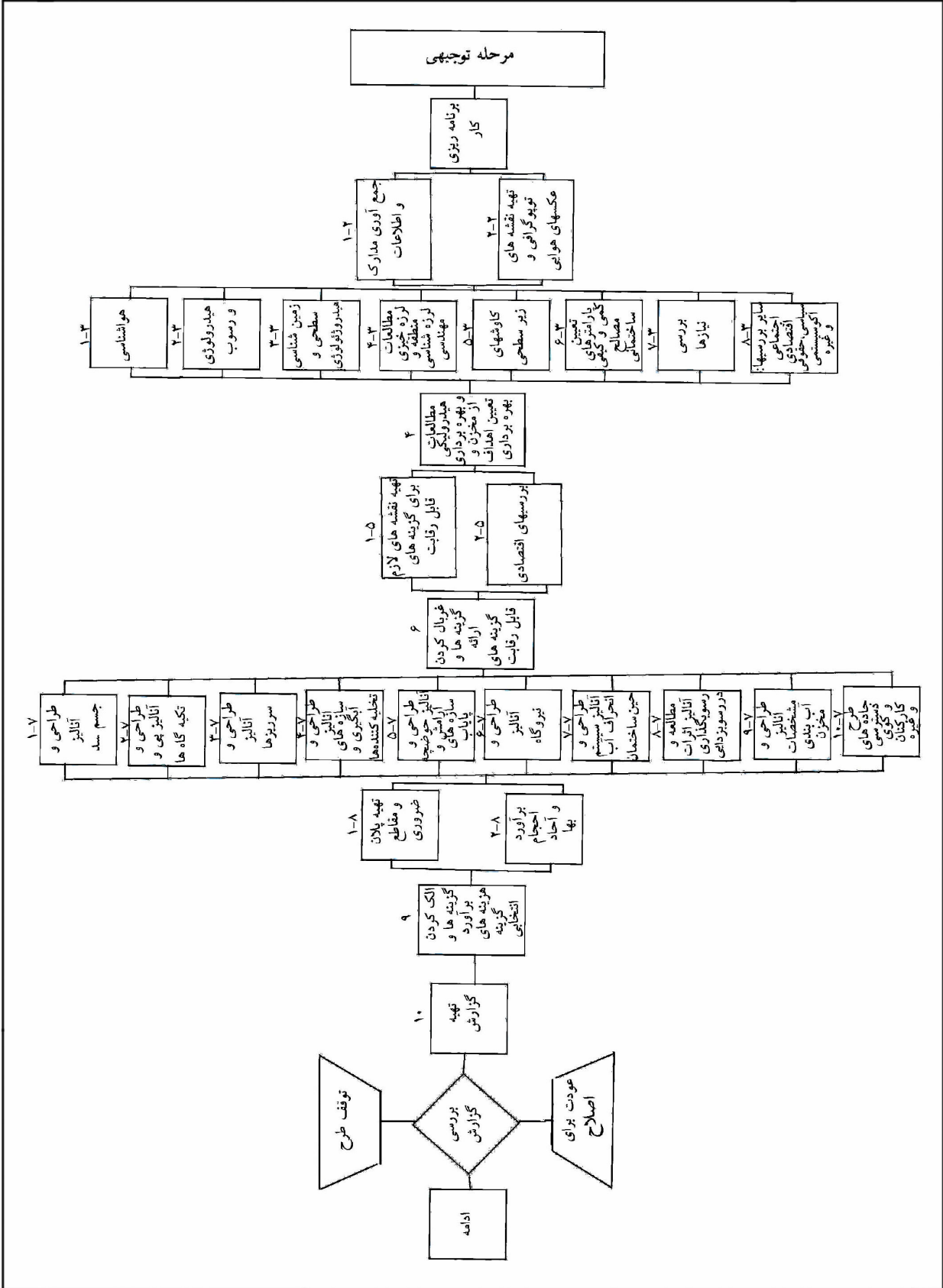
بدین ترتیب، کمیت و کیفیت مطالعات مرحله توجیهی مندرج در این جزوه بیش از آن است که قبلاً در ایران متداول بوده است، و لزوماً بازنگری در کم و کیف انجام آزمایشها و میزان حقالزحمه‌های مشاور را ایجاب می‌نماید.

در خاتمه، یادآور می‌شود که مطالب تهیه‌شده در این نشریه عمدتاً برای انجام مطالعات پروژه‌های مهم توسعه منابع آب و سدهای بزرگ ۱ است. بنابراین، در مورد پروژه‌های کوچک سدسازی (سدهای کوتاه) با نظر کارفرما دامنه و گسترش مطالعات مورد نیاز قابل کاهش خواهد بود.

---

۱- بر اساس تعاریف کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ (ICOLD):

- تمام سدهایی که ارتفاع آنها کمتر از ۱۰ متر باشد، سد کوچک (سد کوتاه) نامیده می‌شود.
- تمام سدهایی که ارتفاع آنها بیشتر از ۱۵ متر باشد، سد بزرگ نامیده می‌شود.
- تمام سدهایی که ارتفاع آنها بین ۱۰ تا ۱۵ متر باشد، در صورتی که یکی از شرایط زیر را دارا باشد، سد بزرگ وگرنه سد کوچک (سد کوتاه) نامیده می‌شود.
  - (۱) طول تاج سد بیشتر از ۵۰۰ متر باشد.
  - (۲) ظرفیت سرریز بیشتر از ۵۰۰ مترمکعب در ثانیه باشد
  - (۳) پیچیدگی زمین پی داشته باشد.
  - (۴) ظرفیت مخزن بیشتر از یک میلیون مترمکعب باشد.
  - (۵) طراحی سد دارای مشخصات خاص باشد.



## ۱- برنامه ریزی کار

- ۱-۱ مشخص کردن اجزاء کار
- ۲-۱ تقسیم بندی و تشریح نوع مطالعات
- ۳-۱ تعیین نیازهای مطالعاتی و حدود آنها
- ۴-۱ برقراری ارتباط و هماهنگی در مطالعات
- ۵-۱ تنظیم برنامه زمانی انجام مطالعات

## ۲- جمع آوری اطلاعات و نقشه ها

### ۱-۲ جمع آوری مدارک و اطلاعات

- ۱-۱-۲ گردآوری تمام گزارشهای مطالعات انجام شده در منطقه
- ۲-۱-۲ گردآوری تمام آمارهای هواشناسی و هیدرولوژی رسوب منطقه مورد مطالعه
- ۳-۱-۲ گردآوری تمام اطلاعات مربوط به نیازهای مسائل حقوقی و بهره برداری
- ۴-۱-۲ گردآوری اطلاعات پایه مطالعات اقتصادی در منطقه

### ۲-۲ تهیه نقشه های توپوگرافی و عکسهای هوایی

- ۱-۲-۲ تهیه نقشه های توپوگرافی با مقیاسهای ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ و عکسهای هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ در محل سدهای پیشنهادی و سفارش نقشه هایی با مقیاس بزرگتر و عکسهای هوایی جدید (در صورت لزوم)

## ۳- مطالعات پایه

### ۱-۳ مطالعات هواشناسی

- ۱-۱-۳ بررسی و اظهار نظر در مورد نتایج مطالعات مرحله شناسایی و سایر گزارشهای هواشناسی تهیه شده
- ۲-۱-۳ بررسی داده های اقلیمی جمع آوری شده و تکمیل آنها
- ۳-۱-۳ بازدید و بررسی ایستگاههای اقلیم شناسی، باران سنجی پیشنهادی در مرحله شناسایی و بازدید مجدد سایر ایستگاهها، شامل تجهیزات، موقعیت و نحوه بهره برداری از آنها
- ۴-۱-۳ بررسی دقت و صحت داده های اقلیم شناسی جمع آوری شده و تصحیح، تکمیل و ترمیم آنها
- ۵-۱-۳ تجزیه و تحلیل داده های هواشناسی به منظور تهیه اطلاعات پایه به شرح زیر است:

- ۱-۵-۱-۳ تبخیر ماهانه از سطح آزاد آب در محل سدهای پیشنهادی
- ۲-۵-۱-۳ سرعت حداکثر سالانه باد با دوره‌های برگشت مختلف
- ۳-۵-۱-۳ مقادیر دماهای ماهانه به صورت نقطه‌ای و منطقه‌ای و شیب حرارتی فصلی منطقه و طول متوسط ایام یخبندان
- ۴-۵-۱-۳ تهیه نقشه همباران سالانه و فصلی منطقه بر اساس یک دوره شاخص آماری و همچنین متناسب دوره‌های آماری مورد نیاز مطالعات منابع آب
- ۵-۵-۱-۳ تهیه نقشه همباران سالانه و فصلی برای سالهای خاص مورد نیاز مطالعات هیدرولوژی
- ۶-۵-۱-۳ تهیه دسته‌منحنیهای شدت، مدت، دوره برگشت برای ایستگاه مصرف بارندگی حوزه
- ۷-۵-۱-۳ بررسی طوفانها (Storms)
- ۸-۵-۱-۳ بررسی حداکثر بارندگی محتمل (P.M.P)
- ۹-۵-۱-۳ تهیه منحنیهای ارتفاع، سطح، مدت بارندگی (Depth- Area- Duration)
- ۶-۱-۳ تهیه و تدوین گزارش فنی مطالعات هواشناسی و پیشنهاد برنامه مطالعات ویژه
- ۲-۳ مطالعات هیدرولوژی و رسوب**
- ۱-۲-۳ بررسی و اظهارنظر در مورد مطالعات مرحله شناسایی و سایر گزارشهای هیدرولوژی انجام شده
- ۲-۲-۳ بررسی داده‌های آب‌سنجی و مدارک مورد نیاز مطالعات هیدرولوژی و تکمیل آنها
- ۳-۲-۳ بازدید و بررسی ایستگاههای آب‌سنجی منطقه شامل تجهیزات، موقعیت و نحوه بهره‌برداری از آنها
- ۴-۲-۳ بررسی دقت و صحت داده‌های آب‌سنجی جمع‌آوری شده و تصحیح، تکمیل و ترمیم آنها
- ۵-۲-۳ توصیه‌های لازم برای تکمیل تجهیزات و تغییر محل ایستگاههای موجود و تأسیس ایستگاههای آب‌سنجی جدید با توجه به اهداف طرح
- ۶-۲-۳ ارائه برنامه اندازه‌گیری و آزمایشهای مورد لزوم آب‌سنجی در محل‌های مورد نیاز
- ۷-۲-۳ تجزیه و تحلیل داده‌های آب‌سنجی به منظور تهیه اطلاعات پایه، به شرح زیر:
- ۱-۷-۲-۳ استخراج مشخصات فیزیکی مورد نیاز حوضه‌های آبریز
- ۲-۷-۲-۳ مقادیر جریانهای سطحی در محل ایستگاههای آب‌سنجی و محل‌های پیشنهادی سدها به صورت سریهای زمانی طویل‌المدت
- ۳-۷-۲-۳ بده حداکثر جریان و احجام نظیر در مدتهای دوام و تواتر وقوع مختلف
- ۴-۷-۲-۳ شکل هیدروگرافهای سیل در محل ایستگاههای آب‌سنجی و محل سدهای پیشنهادی با تواتر مختلف
- ۵-۷-۲-۳ مقدار سیل حداکثر ممکن (P.M.P) در محل سدهای پیشنهادی
- ۶-۷-۲-۳ مقدار و دانه‌بندی مواد رسوبی مطلق و بار بستر در محل ایستگاههای آب‌سنجی و سدهای پیشنهادی

- ۷-۷-۲-۳ برآورد حجم رسوبات
- ۸-۷-۲-۳ طبقه‌بندی کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های مورد مطالعه در محل ایستگاههای آب‌سنجی از نظر آبیاری و شرب و مسائل ساختمانی و همچنین ارائه روابط بین جریان و پارامترهای تعیین‌کننده آب
- ۸-۲-۳ تهیه و تدوین گزارش فنی مطالعات هیدرولوژی و پیشنهاد برنامه مطالعات ویژه

### ۳-۳ زمین‌شناسی سطحی و هیدروژئولوژی

- ۱-۳-۳ مطالعات تکمیلی زمین‌شناسی عمومی منطقه (طرح)
- ۱-۱-۳-۳ بررسیهای منطقه‌ای زمین‌شناسی سطحی با توجه به نقشه‌های توپوگرافی
- ۲-۱-۳-۳ مطالعات چینه‌شناسی محل سد و مخزن
- ۳-۱-۳-۳ تکمیل نقشه‌های زمین‌شناسی با استفاده از بررسی عکسهای هوایی (فتوژئولوژی)
- ۴-۱-۳-۳ برداشتهای زمین‌شناسی سطحی با مقیاسهای ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ برای مخازن و ۱:۲۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰ برای محل سد، با توجه به:
- ۱-۴-۱-۳-۳ لایه‌بندی و گسستگیها، تغییرات خواص ژئومکانیکی در محل سد
- ۲-۴-۱-۳-۳ مشخصه هندسی لایه‌ها و شیب و امتداد آنها در محل سد و حاشیه مخزن
- ۳-۴-۱-۳-۳ پایداری شیبهای طبیعی پیرامون مخزن و محل سد
- ۴-۴-۱-۳-۳ پتانسیل ریزش و لغزش در محل سد
- ۵-۴-۱-۳-۳ خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی حاشیه مخزن و محل سد
- ۶-۴-۱-۳-۳ مناطق گسله و خردشده در محل سد
- ۷-۴-۱-۳-۳ خصوصیات آبرفت محل سد و لایه‌های متفاوت آن
- ۵-۱-۳-۳ بررسی نظری کیفیت مواد پرکننده درزها در محل سد
- ۶-۱-۳-۳ تنظیم گزارشهای فنی مربوطه با توجه به اطلاعات فوق و با در نظر گرفتن نتایج حاصل از:
- ۱-۶-۱-۳-۳ بررسی مرفولوژی محل سد و مخزن
- ۲-۶-۱-۳-۳ بررسی عمومی سیستم درز و شکاف به منظور تعیین مکانیسمهای شکست در توده سنگ در محل سد و سازه‌های مهم آبی و همچنین شناخت روند آبگذری و جریان آبهای زیرزمینی در مناطق کارستی
- ۳-۶-۱-۳-۳ بررسی هوازدگی و آلتراسیون سنگها در محل سد و سازه‌های وابسته
- ۴-۶-۱-۳-۳ بررسی عوامل تجزیه‌پذیری، انحلال، نفوذپذیری، ناهمگنی، ناهمسانی در محل پی و جناحین

- ۷-۱-۳-۳ مطالعات هیدروژئولوژی
- ۱-۷-۱-۳-۳ مطالعات هیدروژئولوژی محل سد و مخزن
- ۲-۷-۱-۳-۳ بررسی آب‌بندی مخزن با توجه به اطلاعات به دست آمده
- ۳-۷-۱-۳-۳ شناسایی مسیر جریانهای خروجی از منطقه مخزن به پایین‌دست در حالت طبیعی
- ۴-۷-۱-۳-۳ بررسی امکان ارتباط مخزن با چشمه‌های پایین‌دست و حوزه‌های اطراف
- ۵-۷-۱-۳-۳ انجام بررسیهای ویژه در مورد ناهنجاریهای سطح آب زیرزمینی (Anomalies) در برخی نقاط منطقه سد و مخزن
- ۶-۷-۱-۳-۳ برآورد مقدار آب اشباع کف و دیواره مخزن، با توجه به اطلاعات زمین‌شناسی و کیفیت سنگها
- ۷-۷-۱-۳-۳ بررسی امکان ارتباط آبگذری مخزن به حوزه‌های مجاور از طریق گسلها، درزها، خردشدگیها و لایه‌های آبگذر حاشیه مخزن
- ۸-۷-۱-۳-۳ نمونه‌برداری و انجام آزمایشهای شیمیایی آبهای زیرزمینی مخزن و پایین‌دست آن به منظور بررسی نحوه ارتباط آنها و همچنین تعیین عناصر شیمیایی آب برای بررسی مصالح ساختمانی و نوع سیمان کاربردی
- ۹-۷-۱-۳-۳ شناسایی چشمه‌های اطراف و محدوده مخزن و تعیین کمیت و کیفیت آبهای مربوط به منظور برداشتهای مستمر و مطالعه هیدروژئولوژی منطقه (در دوران مطالعات)
- ۱۰-۷-۱-۳-۳ تهیه نقشه‌های هیدروژئولوژی منطقه سد، مخزن و پایاب آن
- ۴-۳ مطالعات لرزه‌خیزی منطقه و لرزه‌شناسی مهندسی**
- ۱-۴-۳ بررسی زمین‌شناخت (تکتونیک) منطقه
- ۱-۱-۴-۳ بررسی عوامل نو زمین‌ساخت (تئوتکتونیک) منطقه
- ۲-۱-۴-۳ بررسی عمومی سیستم ناپیوستگیها و گسستگیهای منطقه و تعیین خصوصیات گسلهای فعال منطقه و ساختگاه (Site) پروژه
- ۲-۴-۳ بررسی زلزله‌های تاریخی منطقه
- ۳-۴-۳ بررسی شدت (Intensity) زلزله‌های به وقوع پیوسته
- ۴-۴-۳ بررسی لرزه زمین‌ساخت (سیسموتکتونیک) منطقه (زلزله‌های مهم و بزرگی "Magnitude" آنها.....)
- ۵-۴-۳ بررسی مدل‌های لرزه زمین‌ساخت و زلزله
- ۶-۴-۳ تعیین ریسک و دوره بازگشت زلزله (روش تشریحی - روش احتمالات)
- ۷-۴-۳ تعیین حداکثر شتاب زلزله (M.C.E.)
- ۸-۴-۳ بررسی خطرات و پدیده‌های ناشی از تأثیر زلزله‌های القایی

بررسی طیف عکس‌العمل افقی زمین (شتاب، سرعت، تغییر مکان)	۹-۴-۳
تدارک شبکه مناسب برای نصب، لرزه‌نگارهای ثابت (یا قابل حمل) در منطقه	۱۰-۴-۳
تهیه طیف لرزه‌ای (شتاب‌نگاشتها) ساختگاه به صورت طبیعی یا مصنوعی (Artificial)	۱۱-۴-۳
رسم نمودارهای شتاب، سرعت، تغییر مکان بر حسب ضرایب میرایی مختلف سازه سد	۱۲-۴-۳
آنالیز طیف شتابهای ثبت‌شده در منطقه (در صورت وجود) و نتیجه‌گیری مربوطه	۱۳-۴-۳
تعیین و توصیه شتاب زلزله طراحی (D.B.E)	۱۴-۴-۳
بررسی امکان (Liquefaction) زمین با مصالح خاکی سد در ارتعاشات ناشی از زلزله‌های طولانی و مخرب با توجه به خواص فیزیکی و نوع خاک	۱۵-۴-۳
آنالیز ریسک در پریودهای طبیعی مخرب به پایداری سد	۱۶-۴-۳
تعیین شتابهای زلزله طراحی بر اساس ریسک انتخابی	۱۷-۴-۳

### ۵-۳ کاوشهای زیرسطحی

ارائه برنامه کاوشهای ژئوفیزیکی و بررسی نتایج	۱-۵-۳
آزمایشهای ژئوالکترونیک به ویژه (Resistivity) و تهیه نقشه‌های مربوطه	۱-۱-۵-۳
آزمایشهای چاه‌پیمایی (SP, Electric Logging)	۲-۱-۵-۳
آزمایشهای گراویمتری در محل پی سد بسته به خصوصیات زمین‌شناسی محل سد در صورت نیاز	۳-۱-۵-۳
آزمایشهای ژئوسیسسمیک یا (Seismic Refraction Surveying)	۴-۱-۵-۳
آزمایشهای خاص ژئوفیزیکی برای تعیین ضخامت قشر هوازدگی توده‌سنگ و نفوذپذیری ظاهری آن و شناخت جریانهای آب زیرزمینی در صورت نیاز	۵-۱-۵-۳
بررسیهای ژئوفیزیکی خاص در مناطق کارستیک (برای تعیین حفره‌ها و غارها و لایه‌های رسی، با طبقات ضعیف)	۶-۱-۵-۳
بررسی اثرات حفره‌ها و فازهای احتمالی و طبقات ضعیف در پی سد به لحاظ نشستهای احتمالی و پایداری توده‌سنگ	۷-۱-۵-۳
ارزیابی خواص توده‌سنگ با توجه به نتایج آزمایشهای ژئوفیزیکی	۸-۱-۵-۳
ارائه برنامه کاوشهای ژئوتکنیکی و بررسی نتایج	۲-۵-۳
بررسی نتایج زمین‌شناسی سطحی برای تنظیم برنامه عملیات ژئوتکنیک محل سد با توجه به ارتفاع سد	۱-۲-۵-۳
انجام آزمایشهای عمومی ژئوتکنیکی و عملیات اکتشافی - شناسایی اولیه در محدوده سد و مخزن	۲-۲-۵-۳
نمونه‌برداری از خاک، سنگ و آبهای منطقه سد و تعیین خصوصیات مربوطه	۳-۲-۵-۳



- ۴-۲-۵-۳ انجام آزمایشهای نفوذپذیری محلی در خاک و سنگ منطقه سد
- ۵-۲-۵-۳ تحلیل آزمایشهای فشار آب در گمانه‌ها و تمیز لایه‌های آبگذر و گستره آنها
- ۶-۲-۵-۳ حفر گالریهای اکتشافی مورد نیاز در رابطه با پیچیدگی شرایط زمین‌شناسی و انجام آزمایشهای ژئومکانیکی با توجه به ارتفاع سد
- ۷-۲-۵-۳ حفر خندقهای اکتشافی به منظور بررسی وضعیت خاک و اخذ نمونه‌های دست‌نخورده و انجام آزمایشهای ضروری
- ۸-۲-۵-۳ انجام آزمایشهای مقاومت درجا و تعیین شاخص مقاومت سنگ
- ۹-۲-۵-۳ تعیین نفوذپذیری در سنگ کف بستر و پایاب محل سد
- ۱۰-۲-۵-۳ بررسی نفوذپذیری ثانوی در ارتباط با سیستم درز و شکاف
- ۱۱-۲-۵-۳ انجام آزمایشهای ویژه در مناطق سست، خردشده و گسله در محل سد به منظور شناخت عملکرد آنها در رابطه با بارگذاری سد و آبیگری مخزن پر
- ۱۲-۲-۵-۳ بررسی عملکرد هیدرولیکی درزها و شکافهای سنگ پی و جناحین محل سد
- ۱۳-۲-۵-۳ تعیین گسترش و ضخامت هوازدگی توده سنگ کف و تعیین خاصیت تزریق‌پذیری توده سنگها، به ویژه طبقات سست و آبگذر به منظور برآورد عملیات بهسازی
- ۱۴-۲-۵-۳ تعیین مقدار قشرهای سست سطحی در محل پی با توجه به نتایج آزمایشهای ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی به منظور برآورد مقدار پی‌کنی و گسترش آن
- ۱۵-۲-۵-۳ بررسی خصوصیات ژئومکانیکی توده سنگ‌های محل پی و جناحین بر اساس آزمایشهای اجرا شده برای منظوره‌های طراحی
- ۱۶-۲-۵-۳ انجام آزمایشهای شیمیایی روی خاک، آب، مصالح به منظور مطالعات ژئوشیمی و تعیین اثرات سوء در رابطه با خوردگی و تضعیف مصالح سد و محلهایی که تزریق سیمان انجام می‌شود
- ۱۷-۲-۵-۳ توصیه‌های لازم در مورد آزمایشهای تکمیلی (ژئوتکنیکی، مکانیکی، شیمیایی و پایایی مصالح) و حفاریهای تکمیلی با رعایت محلهای مناسب گمانه‌ها و توزیع آنها به منظور حصول تجسمی صحیح از شرایط زمین‌شناسی زیرسطحی و پارامترهای مربوطه در محل گزینه انتخابی
- ۱۸-۲-۵-۳ تعیین مدل زمین‌شناسی مهندسی و ژئومکانیکی محل سد
- ۶-۳ تعیین پارامترهای کمی و کیفی مصالح ساختمانی با توجه به امکانات محلی
- ۱-۶-۳ آزمایشهای ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی منابع قرضه به منظور تشخیص لایه‌بندی مصالح درشت‌دانه و ریزدانه (ضخامت لایه‌ها و تعیین حجم مصالح)
- ۲-۶-۳ حفر چاله‌های شناسایی مصالح و برداشت نمونه از افقهای مختلف برای بررسیهای آزمایشگاهی
- ۳-۶-۳ حفر گمانه‌های اکتشافی در محلهای قرضه و برداشت نمونه‌های لازم
- ۴-۶-۳ بررسیهای آزمایشگاهی بر اساس جدول زیر:

جدول آزمایشهای لازم برای مصالح خاکی و سنگی (سدسازی)<sup>۱</sup>

سنگچین Rip-Rap	فیلتر و زهکشها	سنگریز Rock fill	خاکریز سد Randomfill	مواد هسته مرکزی و بتن	شن و ماسه مصرفی در بتن	مصالح شرح
	*	*	*	*	*	دانه بندی
		*	*	*		وزن مخصوص ظاهری (دانسیته در محل)
			*	*	*	رطوبت نسبی
			*	*		حدود آتربرگ
			*	*		آزمایش پیروکتور
			*	*		آزمایش سه محوری (U.U, U.D, C.D)
		*	*	*		آزمایش برش مستقیم
			*	*		آزمایش تحکیم
			*	*		آزمایش نفوذ پذیری
	*		*	*	*	مواد آلی ارگانیک
*	*	*			*	تخلخل مصالح سنگی
*		*		*	*	وزن مخصوص
*		*			*	آزمایش (Soundness)
*		*			*	جذب آب
*		*			*	آزمایش سایش (Attrition , Abrasion)
*		*			*	آزمایش حساسیت به قلیائها
*		*				پتروگرافی
			*	*		آزمایش ناخالصیها و تعیین املاح موجود در خاک (سولفات، کلر و غیره)
*		*				آزمایشهای مقاومت سنگ
*	*	*	*	*	*	آزمایش شیمیایی-ترکیب مواد و کانیها
*		*			*	آزمایش دوام در مقابل یخبندان (Freege Thaw)
					*	هم ارز ماسه (s.g)
*	*	*			*	آزمایشهای (Shape Modulus)
			*	*		تشریح نظری

۱ - آزمایشهای فوق صرفاً در رابطه با مصالح قرضه و معادن سنگ در نظر گرفته شده است.

### ۷-۳ بررسی نیازها

- ۱-۷-۳ جمع‌آوری گزارشها و مدارک موجود و تکمیل آنها در رابطه با نیازها
- ۲-۷-۳ جمع‌آوری داده‌های پایه در رابطه با نیازها
- ۳-۷-۳ ارزیابی گزارشها و مدارک موجود
- ۴-۷-۳ نیازهای کشاورزی در شرایط موجود
- ۱-۴-۷-۳ بررسی وسعت سطوح کشاورزی
- ۲-۴-۷-۳ بررسی نیاز آبی کشتهای مختلف، با توجه به تلفات- توزیع زمانی نیازهای کشاورزی
- ۳-۴-۷-۳ بررسی کیفیت آب مصرفی
  
- ۵-۷-۳ نیازهای آب مشروب در شرایط موجود
- ۱-۵-۷-۳ بررسی آمار جمعیت موجود و رشد آن
- ۲-۵-۷-۳ بررسی نیاز سرانه- توزیع زمانی نیازها
- ۳-۵-۷-۳ بررسی کیفیت آب مصرفی
  
- ۶-۷-۳ نیازهای آب صنعتی در شرایط موجود
- ۱-۶-۷-۳ بررسی واحدهای صنعتی در شرایط موجود
- ۲-۶-۷-۳ بررسی نیاز آبی واحدهای صنعتی، برحسب واحد تولیدی
- ۳-۶-۷-۳ بررسی کیفیت آب مصرفی
- ۷-۷-۳ نیازهای زیست‌محیطی در شرایط موجود
- ۱-۷-۷-۳ تعریف و بررسی حداقل آب مورد نیاز رودخانه برای محیط‌زیست
- ۲-۷-۷-۳ بررسی وضع کیفی آب
  
- ۸-۷-۳ بررسی سایر نیازها
- ۹-۷-۳ نیازهای کشاورزی در شرایط مختلف زمانی آینده
- ۱-۹-۷-۳ بررسی و معرفی الگوهای مختلف کشت و سطوح مربوطه
- ۲-۹-۷-۳ محاسبه نیازهای آبی کشتهای مختلف و توزیع زمانی آن
- ۳-۹-۷-۳ بررسی محدودیتهای کیفی و تعیین حداقل کیفیت آب
- ۱۰-۷-۳ نیازهای آب مشروب در شرایط مختلف زمانی آینده
- ۱-۱۰-۷-۳ پیش‌بینی جمعیت
- ۲-۱۰-۷-۳ برآورد تحول نیازهای سرانه- پیش‌بینی نوسانات مصرف با زمان
- ۳-۱۰-۷-۳ بررسی محدودیتهای کیفی و تعیین حداقل کیفیت آب

- ۱۱-۷-۳ نیازهای صنعتی در شرایط مختلف زمانی آینده
- ۱-۱۱-۷-۳ استخراج خلاصه‌ای از طرحهای درازمدت صنعتی و برآورد حدود فرایندها
- ۲-۱۱-۷-۳ بررسی نیازهای واحدهای صنعتی و نوسانات مصرف با زمان
- ۳-۱۱-۷-۳ بررسی محدودیتهای کیفی و تعیین حداقل کیفیت
- ۱۲-۷-۳ نیازهای زیست‌محیطی در شرایط مختلف زمانی
- ۱-۱۲-۷-۳ تعریف دورنماها
- ۲-۱۲-۷-۳ بررسی کمی نیازهای مربوطه
- ۳-۱۲-۷-۳ بررسی وضع کیفی
- ۱۳-۷-۳ بررسی نیازهای برق‌آبی
- ۱۴-۷-۳ بررسی سایر نیازها در شرایط آینده

### ۸-۳ سایر بررسیها: عمومی، اجتماعی، سیاسی، اکوسیستمی

- ۱-۸-۳ بررسیهای حقوقی - قراردادی
- ۱-۱-۸-۳ بررسی قوانین - آیین‌نامه‌ها و مصوبات مربوط به تعیین حریم اراضی و زمینهای محدوده تأسیسات کانالها و دریاچه پشت سدها
- ۲-۱-۸-۳ بررسی مستحذات، ساختمانها، آبادهای و باغهایی که در اثر اجرای طرح به ویژه ایجاد دریاچه و حریم آن از بین خواهند رفت، و نحوه خرید و تصرف این گونه اراضی و مستحذات
- ۳-۱-۸-۳ بررسی امکان انتقال تأسیسات و سکنه آبادهای و باغهای فوق‌الذکر به اراضی و محدوده‌های نزدیک مخزن سد، با توجه به ضوابط و قوانین مملکتی
- ۴-۱-۸-۳ بررسی نحوه واگذاری و بهره‌برداری از اراضی زیر سدها با توجه به طرحهای عمرانی و قوانین و ضوابط مملکتی
- ۵-۱-۸-۳ بررسی حقایقه‌ها، با توجه به قوانین و آیین‌نامه‌های مربوطه
- ۶-۱-۸-۳ بررسی مسائل و حقایقه‌های رودخانه‌های مرزی که بر روی آنها سد ساخته می‌شود، با توجه به حقوق بین‌المللی رودخانه‌های مرزی
- ۷-۱-۸-۳ وضع مالکیتها، مال‌الاجاره‌ها و غیره
- ۸-۱-۸-۳ استخراج ضوابط و آیین‌نامه‌ها و قوانین مربوطه

- ۲-۸-۳ بررسیهای سیاسی، اجتماعی
- ۱-۲-۸-۳ بررسی توجیهات سیاسی طرح
- ۲-۲-۸-۳ بررسی ایجاد زمینه‌های گسترش کشاورزی، اقتصادی در مناطق دورافتاده به دلایل سیاست مملکتی

بررسیهای مربوط به تربیت کادر متخصص و انتقال تکنولوژی	۳-۲-۸-۳
نحوه استهلاك سرمايه و محاسبات مربوط به آن	۴-۲-۸-۳
توليد شغل و حرفه بر اساس ضوابط و معيارهاي اجتماعي	۵-۲-۸-۳
ارتباط طرح با هدفها و سياستهاي دوران برنامه	۶-۲-۸-۳
ارتباط طرح با برنامه سالانه دولت	۷-۲-۸-۳
بررسیهای اکوسیستمی (محیط زیست)، فرسایش حوزه	۳-۸-۳
تعیین محدوده زیست محیطی متأثر از احداث سد و شناسایی اثرات آن	۱-۳-۸-۳
مطالعه و ارزیابی تغییرات محیط زیست، شامل اثرات اولیه و ثانویه	۲-۳-۸-۳
بررسی تأثیر وجود دریاچه در نحوه زندگی حیوانات، پرندگان و پرورش ماهی	۱-۲-۳-۸-۳
بررسی اثرات احداث سد در پایین دست	۲-۲-۳-۸-۳
بررسی فرسایش حوزه آبخیز	۳-۳-۸-۳
<b>۴- مطالعات هیدرولیکی و بهره برداری از مخزن و تعیین اهداف بهره برداری</b>	<b>-۴</b>
دریافت نتایج بررسیهای انجام یافته هیدرولوژی در مورد سیلابها، (بده) دوره های خشک و تر و رسوب دوره های مختلف و همچنین تغییرات بده سالانه در طول سری آماری	۱-۴
دریافت نتایج بررسیهای انجام یافته درباره نیازها	۲-۴
تدقیق منحنیهای سطح و حجم مخزن برحسب ارتفاع، بر اساس نقشه های توپوگرافی $\frac{1}{5000}$ یا $\frac{1}{10000}$ برای مخازن بزرگ	۳-۴
تخمین رسوبات وارده به مخزن در سالها و دوره های مختلف و وزن مخصوصهای مربوطه با توجه به تراکم تدریجی آن	۴-۴
بررسی نحوه رسوبگذاری و تأثیر آن بر روی منحنیهای سطح و حجم مخزن برحسب ارتفاع طی دوره بهره برداری	۵-۴
تعیین حجم مفید و مرده مخزن با توجه به بخشهای تخصیص یافته برای منظوره های مختلف مورد نیاز با در نظر گرفتن تغییرات کیفیت آب در مخزن	۶-۴
تعیین تراز معمولی سطح مخزن، با توجه به اهداف بهره برداری و سایر ملاحظات هیدرولوژیکی	۷-۴
برآورد حداکثر ظرفیت سرریز و تخلیه کننده ها با توجه به اثر تسکین سیل در مخزن و تعیین تراز حداکثر سطح آب مخزن	۸-۴
تعیین رقوم تاج سد با توجه به اثر امواج دریاچه و سایر عوامل	۹-۴
بررسی امکان افزایش ارتفاع سد در آینده، با توجه به اقتصاد طرح و نوع بهره برداری	۱۰-۴

## ۵- تهیه نقشه‌ها و توجیه‌های اقتصادی

### ۱-۵ تهیه نقشه‌های لازم برای گزینه‌های قابل رقابت

- ۱-۱-۵ پلان عمومی سد و تأسیسات وابسته با مقیاس ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰
- ۲-۱-۵ پلان اجزاء سد با مقیاس ۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰۰
- ۳-۱-۵ تهیه مقاطع تیپ در مورد آبگیرها، تونلها، دریچه‌ها، شافتها، سرریزها، پی و جسم سد، نیروگاه، خروجیها، حوضچه آرامش، اجزاء انتقال آب و سایر تأسیسات با مقیاس ۱:۵۰ تا ۱:۵۰۰، با توجه به نیاز
- ۴-۱-۵ تهیه مقاطع طولی جسم سد تونلها و مسیرهای انتقال آب، سرریزها و جاده‌ها و پلها با مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰ (مقیاس با توجه به نیاز تعیین می‌شود).

### ۲-۵ بررسیهای اقتصادی

- ۱-۲-۵ برآورد هزینه‌ها
- ۱-۱-۲-۵ برآورد هزینه‌های ساختمان سد و تأسیسات وابسته، راههای دسترسی و کوی مسکونی کارگران، مهندسان و کارمندان
- ۲-۱-۲-۵ برآورد هزینه‌های خرید اراضی و انتقال تأسیسات موجود در محدوده دریاچه سد
- ۳-۱-۲-۵ برآورد هزینه‌های خدمات مهندسی
- ۴-۱-۲-۵ تخمین هزینه‌های متفرقه و پیش‌بینی نشده
- ۲-۲-۵ برآورد درآمدهای طرح، با توجه به هدفهای کمی و کیفی، شامل:
- ۱-۲-۲-۵ برآورد درآمد حاصل از آبیاری اراضی قابل کشت زیر سد، بر اساس انواع کشتها و آب ذخیره شده پشت سد
- ۲-۲-۲-۵ برآورد درآمدهای تولید نیرو و آبرسانی، با توجه به اثرات آن بر روی گسترش اقتصادی منطقه
- ۳-۲-۲-۵ برآورد درآمدهای جنبی، با توجه به ذخیره‌سازی آب، پرورش ماهی، جنبه‌های تفریحی و غیره
- ۴-۲-۲-۵ برآورد اقتصادی جلوگیری از خسارات ناشی از سیل (که به وسیله ایجاد ساختمان سد کنترل می‌شود)

### ۳-۲-۵ مقایسه اقتصادی گزینه‌ها

- ۱-۳-۲-۵ بررسی و پذیرش پارامترهای اصلی اقتصادی (نرخ خطی کردن، عمر تأسیسات و غیره)
- ۲-۳-۲-۵ ارزیابی تولید ناخالص، درآمد خالص، ارزش افزوده در روشهای مختلف آبیاری در هر هکتار برای محصولات مختلف

مطالعه بازاریابی با توجه به هزینه‌های تولید	۳-۳-۲-۵
نحوه استهلاك سرمايه و محاسبات مربوط به آن	۴-۳-۲-۵
برآورد هزینه‌های لازم برای دوران نگهداری و بهره‌برداری	۵-۳-۲-۵
برآورد هزینه‌های منظورهای مختلف تمام‌شده آب کشاورزی	۶-۳-۲-۵
برآورد هزینه‌های منظورهای مختلف تمام‌شده آب صنعتی	۷-۳-۲-۵
برآورد هزینه‌های منظورهای مختلف تمام‌شده آب آشامیدنی	۸-۳-۲-۵
برآورد هزینه‌های منظورهای مختلف تمام‌شده برقابی (هیدروالکتریک)	۹-۳-۲-۵
بررسی و انتخاب روش بهره‌برداری بهینه	۱۰-۳-۲-۵
نتیجه‌گیری بررسیهای اقتصادی با توجه به اهداف کمی و کیفی طرح	۴-۲-۵

## ۶- غربال کردن گزینه‌ها و ارائه گزینه‌های قابل رقابت

### ۱-۶ طرح و تعریف گزینه‌ها از لحاظ:

محل سد	۱-۱-۶
ارتفاع و حجم سد	۲-۱-۶
نوع سد (خاکی، سنگریزه‌ای، بتنی، قوسی نازک و وزنی و غیره)	۳-۱-۶
اجزاء سد (آبگیرها، سرریزها و غیره)	۴-۱-۶
تأسیسات وابسته به سد (نیروگاه، تونلها و جاده‌ها و غیره)	۵-۱-۶

### ۲-۶ مقایسه مقدماتی گزینه‌های طرح‌شده با توجه به شرایط:

توپوگرافی و مرفولوژی	۱-۲-۶
هیدرولوژی	۲-۲-۶
زمین‌شناسی	۳-۲-۶
اجتماعی، حقوقی، سیاسی	۴-۲-۶
زیست‌محیطی	۵-۲-۶
اقتصادی و مالی	۶-۲-۶

### ۳-۶ جمع‌بندی و ارائه جدول مقایسه‌ای

### ۴-۶ ارائه گزینه‌های قابل رقابت، بر اساس نتایج جدول فوق

## ۷- آنالیز و طراحی

### ۱-۷ آنالیز و طراحی جسم سد

- ۱-۱-۷ طراحی جسم سد با توجه به:
  - ۱-۱-۱-۷ موقعیت محلی
  - ۱-۱-۱-۱-۷ شرایط توپوگرافی
  - ۲-۱-۱-۱-۷ شرایط زمین‌شناسی و پارامترهای ژئومکانیکی سد حاصل از کاوشهای زیرسطحی
  - ۲-۱-۱-۷ طرح زیرگزین‌های ساختمان سد، با توجه به:
    - ۱-۲-۱-۱-۷ انواع مختلف شکل سد
    - ۲-۲-۱-۱-۷ موقعیت نسبی سرریزها، تخلیه‌کننده‌ها، حوضچه آرامش، نیروگاه، آبرگیرها و سایر تأسیسات
    - ۳-۲-۱-۱-۷ مهارتها، تکنولوژی، مواد و مصالح
    - ۳-۱-۱-۷ شکل و اجزاء تشکیل‌دهنده سد:
    - ۱-۳-۱-۱-۷ شکل سد و مقاطع کلیدی مختلف آن (بدنه سد، پی، دیواره آب‌بند، چاهکهای زهکش...)
    - ۲-۳-۱-۱-۷ محل سرریزها و مجاری تخلیه‌کننده‌ها
    - ۳-۳-۱-۱-۷ محل و طرح سازه‌های انحراف آب حین ساختمان (شامل طرح فرازبند)
    - ۴-۳-۱-۱-۷ شکل و موقعیت آبرگیرها و مجاری انتقال آب
    - ۵-۳-۱-۱-۷ شکل و موقعیت نیروگاه و ارتباط آن با آبرگیر
    - ۴-۱-۱-۷ محدودیت‌های محلی:
    - ۱-۴-۱-۱-۷ موقعیت جاده‌های ارتباطی
    - ۲-۴-۱-۱-۷ موقعیت کمپها
    - ۳-۴-۱-۱-۷ استقرار تجهیزات کارگاهها
    - ۵-۱-۱-۷ سایر ملاحظات، از قبیل معماری، راههای ارتباطی، شیوه نگهداری و بهره‌برداری
- ۲-۱-۷ انتخاب معیارهای طراحی و آنالیز و استراتژی طرح
  - ۱-۲-۱-۷ تنشهای مجاز
  - ۲-۲-۱-۷ بارگذاریها
  - ۳-۲-۱-۷ کیفیت مصالح
  - ۴-۲-۱-۷ ضرایب اطمینان
  - ۵-۲-۱-۷ شرایط محیطی
  - ۶-۲-۱-۷ تغییر مکانهای مجاز، شامل تغییر مکانهای زمین
  - ۷-۲-۱-۷ روش محاسبات



- ۳-۱-۷ آنالیز جسم سد:
- ۱-۳-۱-۷ آنالیز در محیطهای دانه‌ای (Granular)، مثل سدهای خاکی و سنگریزه‌ای
- ۲-۳-۱-۷ آنالیز در محیطهای پیوسته و چسبنده، مانده سدهای بتنی
- ۴-۱-۷ آنالیز در حالات بارگذاری، از قبیل مخزن پر، مخزن پر توأم با زلزله، اثر یخ، باد، درجه حرارت
- ۱-۴-۱-۷ آنالیز تنش در جسم سد، به‌ویژه در تمامی محل تماس سد با زمین، با توجه به‌خواص ژئوتکنیکی مصالح مورد استفاده
- ۲-۴-۱-۷ آنالیز عوامل رئولوژیک (Rheologic) توده‌سنگهای در تماس با جسم سد بر روی میدان نقش ایجادشده
- ۳-۴-۱-۷ آنالیز میدان تمرکز تنش در مناطق ناپیوسته (Singular) جسم سد (مانند اطراف گشودگیها، اطراف لایه‌های کاملاً سست توده‌سنگ)، با توجه به خواص ژئوتکنیکی مصالح مورد استفاده
- ۴-۴-۱-۷ آنالیز میدان تنشهای اصلی در جسم سد در اطراف گالریهای تزریق و بازرسی
- ۵-۴-۱-۷ و تطبیق آنها با معیارهای طراحی انتخاب‌شده به‌منظور تصحیح ابعاد انتخاب‌شده تا حصول ابعاد قابل قبول با توجه به ضرایب اطمینان اختیارشده
- ۵-۱-۷ آنالیزهای ویژه
- ۱-۵-۱-۷ سدهای خاکی و سنگریز
- ۱-۱-۵-۱-۷ آنالیز پایداری شیب
- ۲-۱-۵-۱-۷ بررسی نوع (Cut-off) و انجام آنالیزهای ویژه به منظور تعیین اثر آب در میدان تنش مؤثر پی
- ۳-۱-۵-۱-۷ آنالیز نشست قسمتهای مختلف سد، با توجه به تشکیلات متفاوت زمین‌شناسی
- ۴-۱-۵-۱-۷ آنالیز نشست آب در حالت استاتیک (در بدنه و جناحین)
- ۵-۱-۵-۱-۷ کنترل ابعاد و بررسی عرض و شکل مناسب هسته مرکزی
- ۶-۱-۵-۱-۷ بررسی امکان بروز ترک‌خوردگی در هسته مرکزی در طول سد (به واسطه تغییرات شدید توپوگرافی دره) و تجدیدنظر احتمالی در شکل پی مربوطه
- ۷-۱-۵-۱-۷ آنالیز و بررسی اثر سکوه‌های (Berns) پایدارکننده در پایاب و احیاناً سراب (بر اثر زلزله و تغییرات سطح آب و شرایط زمین‌شناسی)
- ۸-۱-۵-۱-۷ آنالیز سد در مقابل زلزله طراحی و بررسی شرایط اطمینان و پایداری کلی و جزئی
- ۲-۵-۱-۷ سدهای بتنی (Overall and Local Stability)
- ۱-۲-۵-۱-۷ آنالیز و بررسی منطقه اتصالی پی و جناحین به بدنه سد به منظور تعیین عمق پی‌کنی (سنگبرداری) و نحوه بهسازی آن
- ۲-۲-۵-۱-۷ آنالیز ویژه گسترش تنشها در امتداد لایه‌بندی توده‌سنگ پی و جناحین با توجه به خصوصیات ژئومکانیکی و غیرایزوتروپی بودن آن، در حالات مختلف بارگذاری

- ۳-۲-۵-۱-۷ آنالیز و بررسی تنشهای توده‌سنگهای جناحین، به منظور تقویت و ترمیم مقاومت آنها در صورت نیاز، و تهیه طرح تقویت برای اعمال آن در هزینه‌ها برای حالات بارگذاری بحرانی
- ۴-۲-۵-۱-۷ آنالیز و بررسی تنشهای حاصل از سد و مخزن پر، با توجه به نحوه قرارگیری گسلهای احتمالی جناحین، پی و پایاب و بررسی تغییر مکانها و حرکات مربوطه (به‌ویژه در سدهای قوسی)
- ۵-۲-۵-۱-۷ آنالیز فشار منفذی در گسلهای احتمالی، پی و پایاب (با توجه به نحوه قرارگیری آنها) و بررسی اثر آنها در روی پایداری کلی سد
- ۶-۲-۵-۱-۷ آنالیز اثر زلزله طراحی بر روی سازه سد و تأثیر متقابل آن روی پی

## ۲-۷ طراحی و آنالیز پی و تکیه‌گاهها

- ۱-۲-۷ ملاحظات مربوط به طراحی پی و تکیه‌گاهها
- ۱-۱-۲-۷ بررسی اطلاعات و گزارشها و نقشه‌های زمین‌شناسی محل سد
- ۲-۱-۲-۷ تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از کاوشهای زیرسطحی و نتایج آزمایشهای مکانیکی (با توجه به بازدیدهای محلی)
- ۳-۱-۲-۷ تعیین مدل ژئومکانیکی محدوده سد، طبقه‌بندی سنگهای پی و جناحین و آبرفت محل سد، با توجه به خصوصیات ژئوتکنیکی آنها
- ۴-۱-۲-۷ تعیین ابعاد و شکل پی سد با توجه به نوع و توپوگرافی محور سد
- ۵-۱-۲-۷ بررسی امکان تقویت توده‌سنگهای پی و جناحین، با توجه به نوع سد، احتمال لغزش توده‌سنگ، عمق و حجم سنگبرداری و یا خاکبرداری و امکان بهسازی زمین آبرفتی محل سد
- ۶-۱-۲-۷ بررسی و طرح مجموعه گالریهای تزریق و بازرسی پی و جناحین، با توجه به نوع سد، حداکثر عمق تزریق و همچنین بررسی گزینه‌های مختلف ممکن با در نظر گرفتن خصوصیات تزریق‌پذیری سنگ
- ۷-۱-۲-۷ بررسی و طرح گسترش پرده عایق در جناحین و پی سد، با توجه به عمق سنگ کف و رفتار هیدرولیکی زمین
- ۸-۱-۲-۷ بررسی و طرح پایدار کردن توده‌سنگهای جناحین و پی در ارتباط با بارگذاری، نوع سد و محدوده عملیات تقویتی توده‌سنگ
- ۹-۱-۲-۷ بررسی روشهای عملی به منظور طرح و عملیات بهسازی و تقویت زمین محل سد (پیهای سنگی و آبرفتی) بر اساس خصوصیات ژئوتکنیکی
- ۲-۲-۷ ملاحظات مربوط به آنالیز پی و تکیه‌گاهها (بارگذاری و آنالیز پی)
- ۱-۲-۲-۷ آنالیز استاتیکی تنشها و تغییر شکلها با توجه به بهسازی زمین پی

- ۲-۲-۲-۷ آنالیز تغییر مکان و تغییر شکلهای توده‌سنگ پی و جناحین و مقایسه این تغییرات با تغییرات مربوط به جسم سد
- ۳-۲-۲-۷ آنالیز مربوط به تمرکز تنشها و تغییر شکلهای در محل گسلها و خردشگی های توده‌سنگ به ویژه در سدهای بتنی وزنی و قوسی
- ۴-۲-۲-۷ آنالیز میدان تنش انتقالی از دیواره‌های دیافراگم با دیواره آب‌بند (cut-off) به محیط اطراف و انتخاب ابعاد مناسب آن با توجه به عملیات تزریق تحکیمی و آب‌بندی در قشرهای آبرفتی (Alluvial)
- ۵-۲-۲-۷ آنالیز استهلاک تنش پی برحسب عمق
- ۶-۲-۲-۷ آنالیز پایداری شیب کوه در تکیه‌گاههای سد و نحوه تقویت آنها
- ۷-۲-۲-۷ آنالیز نشست (Seepage) در محل پی و جناحین و بررسی اثرات آن بر پایداری و نحوه کاهش اثرات سوء مربوطه
- ۸-۲-۲-۷ آنالیز فشار منفذی (Pore Pressure) در زمین خاکی و سنگی محل سد و بررسی نحوه پایین آوردن آن با توجه به ملاحظات پایداری کناره‌های سد
- ۹-۲-۲-۷ آنالیز اثرات دینامیکی در توده آبرفت زیر پی و بررسی تأثیر عوامل دینامیکی در رابطه با بالا رفتن فشار منفذی
- ۱۰-۲-۲-۷ آنالیز پایداری در رابطه با بارهای دینامیکی پی و جناحین
- ۱۱-۲-۲-۷ آنالیز افزایش نیروهای زیرفشاری (Uplift) در حالت بارگذاری دینامیکی (زلزله) پی سد
- ۳-۲-۷ نتیجه‌گیریهای طراحی بر اساس نتایج آنالیزها و ملاحظات طراحی

### ۳-۷ طراحی و آنالیز سرریزها

- ۱-۳-۷ اجزاء تشکیل‌دهنده سرریز عبارتند از ورودی و کنترل‌کننده، قسمت انتقالی با مجرای انتقال، قسمت پایانه با سازه‌های پایاب، تجهیزات هیدرومکانیکی (انواع دریچه‌ها و سایر تجهیزات)
- ۲-۳-۷ طرح و انتخاب کلی ساختمان سرریز با توجه به:
- ۱-۲-۳-۷ وضعیت محلی
- ۱-۱-۲-۳-۷ موقعیت و خصوصیات توپوگرافی
- ۲-۱-۲-۳-۷ شرایط زمین‌شناسی
- ۳-۱-۲-۳-۷ موقعیت سرریز نسبت به سد (سرریز مجزا یا در داخل سد)
- ۴-۱-۲-۳-۷ امکان استفاده از سرریز اضطراری
- ۵-۱-۲-۳-۷ امکان استفاده از تأسیسات انحراف آب حین ساختمان
- ۲-۲-۳-۷ نوع سرریز: دریچه‌دار و بدون دریچه (آبشاری، نیلوفری، تندآبی جانبی، سیفونی و سایر انواع)
- ۳-۲-۳-۷ مجاری انتقال: تونلی، کانالی و ترکیبی

سازه‌های پایانه: قسمتهای انحراف‌دهنده (Deflectors) (جامه‌های برشی، برشی اسکی، شکافنده‌ها (Splitters) و هواده‌ها و قسمتهای انرژی‌شکن (حوضچه آرامش و حوضچه‌های غرقابی) (Plunge pool)	۴-۲-۳-۷
نوع سد: بتنی (وزنی، قوسی، پشت‌بنددار)، خاکی، سنگریزه‌ای و ترکیبی، بتن کوبیده	۵-۲-۳-۷
مسائل اقتصادی و رعایت اقتصاد طرح	۶-۲-۳-۷
امکانات موجود محلی: مصالح، مهارتها و تکنولوژی	۷-۲-۳-۷
طراحی هیدرولیکی سرریزها، با توجه به:	۳-۳-۷
انتخاب سیلاب طراحی ورودی با در نظر گرفتن نوع سد، شرایط ایمنی پایین دست و تجزیه و تحلیل خطر (Risk analysis)	۱-۳-۳-۷
نحوه تسکین و پخش سیلاب در دریاچه (Plood Routing) و انتخاب سیل طراحی، با توجه به مناسبترین ابعاد سرریز	۲-۳-۳-۷
برآورد ارتفاع آزاد با توجه به نوع سد	۳-۳-۳-۷
تعیین منحنی سنج (Rating Curve)	۴-۳-۳-۷
انتخاب پارامترها و ضرایب هیدرولیکی برای محاسبات مجاری انتقال و ساختمان سرریز	۵-۳-۳-۷
نحوه هواده‌ی و مقابله با فشار منفی در صورت نیاز	۶-۳-۳-۷
طراحی شکل ورودی و مجرای انتقال و تعیین ابعاد آن	۷-۳-۳-۷
آنالیز سازه‌ای	۴-۳-۷
انتخاب معیارهای طراحی، با توجه به ملاحظات ایمنی و عمر سد در حالات مختلف بارگذاری (نشستهای مجاز، ضرایب اطمینان، تغییر شکلها، امکان بروز ترکها)	۱-۴-۳-۷
محاسبات هیدرواستاتیکی	۲-۴-۳-۷
محاسبات شبه‌استاتیک برای منظور نمودن اثر ارتعاشات	۳-۴-۳-۷
آنالیز اثر زلزله بر ایمنی و پایداری تأسیسات	۴-۴-۳-۷
مقایسه نتایج مختلف آنالیز بر اساس معیارهای طراحی انتخاب‌شده طرح	۵-۴-۳-۷
تعیین برنامه برای انجام آزمایشهای هیدرولیکی روی مدل‌های سرریز برای گزینه انتخاب‌شده	۵-۳-۷
تجهیزات هیدرومکانیکی سرریز (در صورت نیاز)	۶-۳-۷
انتخاب نوع و ابعاد دریچه‌ها و اجزاء آن	۱-۶-۳-۷
انتخاب سیستم بالابر (برقی، مکانیکی یا دستی)	۲-۶-۳-۷
سایر ملاحظات نظیر:	۷-۳-۷
ملاحظات معماری و سازه‌ای	۱-۷-۳-۷

ارتباط جاده‌های دسترسی (پل و غیره)	۲-۷-۳-۷
<b>۴-۷ آنالیز و طراحی سازه‌های آبرگیری و تخلیه‌کننده‌ها</b>	
اجزای تشکیل‌دهنده یک ساختمان تخلیه‌کننده عبارتند از:	۱-۴-۷
ورودی، اشغالگیر، تورماهی، مجرای اصلی، برج هوادهی، سازه‌های متعادل‌کننده یا برج تعادل (شافتها)، خروجی، انرژی‌شکن و حوضچه آرامش، دریچه‌ها و شیرهای کنترل، وسایل ثبات و اندازه‌گیری، تجهیزات هیدرومکانیک و هیدروالکترونیک و ابنیه دستیابی (چاه، پل ارتباطی)	
طرح و انتخاب کلی ساختمان تخلیه‌کننده‌ها با توجه به:	۲-۴-۷
نوع سد (بتنی، سنگریزه‌ای، خاکی)	۱-۲-۴-۷
شرایط زمین‌شناسی	۲-۲-۴-۷
اهداف بهره‌برداری از سد و مخزن (آبیاری، آب شهری و صنعتی، برق و کنترل سیلاب)	۳-۲-۴-۷
امکان ادغام با مجرای سرریز یا امکان ادغام با تونل‌های انحراف آب در دوره ساختمان	۴-۲-۴-۷
مقایسه اقتصادی گزینه‌های مختلف و انتخاب گزینه بهینه	۵-۲-۴-۷
عملکرد هیدرولیکی (دریچه‌دار، بدون دریچه، تحت فشار، جریان آزاد)	۶-۲-۴-۷
نحوه ارتباط با بدنه اصلی (از داخل جسم سد، از زیر سد، از داخل تکیه‌گاهها)	۷-۲-۴-۷
تراز آب دریاچه و موقعیت دریچه (عمقی، نیمه‌عمقی، سطحی در ترازهای مختلف)	۸-۲-۴-۷
نحوه تخلیه رسوبات	۹-۲-۴-۷
کنترل کرانه‌ها و محل خروجی	۱۰-۲-۴-۷
طراحی هیدرولیکی با توجه به:	۳-۴-۷
مرور بر داده‌های مربوط به مطالعات بهره‌برداری از مخزن (نظیر تراز عادی و تراز حداکثر مخزن و غیره)	۱-۳-۴-۷
تعیین ظرفیت، با توجه به نیازهای پایین دست	۲-۳-۴-۷
انتخاب پارامترها و ضرایب هیدرولیکی و تعیین ابعاد	۳-۳-۴-۷
تهیه منحنی سنج تاسیسات تخلیه	۴-۳-۴-۷
محاسبات مربوط به هوادهی، در صورت لزوم	۵-۳-۴-۷
بررسی نحوه از بین بردن انرژی اضافی	۶-۳-۴-۷
بررسی تخلیه رسوبات	۷-۳-۴-۷
آنالیز هیدرودینامیکی در مجاری تحت فشار قابل تنظیم (نظیر ضربه قوچ و غیره)	۴-۴-۷
آنالیز سازه‌ای	۵-۴-۷

انتخاب معیارهای طراحی (نشست مجاز، ضرایب اطمینان، نوع ساختمان نحوه بهره‌برداری)	۱-۵-۴-۷
محاسبات (استاتیکی و دینامیکی) و تعیین ابعاد	۲-۵-۴-۷
محاسبه تغییر شکلها	۳-۵-۴-۷
مقایسه نتایج آنالیز با معیارهای انتخاب شده طراحی	۴-۵-۴-۷
تجهیزات هیدرومکانیکی	۶-۴-۷
انتخاب ابعاد آشغالگیرها و فواصل آبگذرهای ابعاد شبکه آشغالگیر	۱-۶-۴-۷
انتخاب شیرها و دریچه‌ها و یا ترکیبی از آنها (نوع و ابعاد) شامل شیرها یا دریچه‌های حفاظتی و شیرهای تنظیم جریان	۲-۶-۴-۷
سیستم هوادهی (در صورت نیاز) به منظور مقابله با فشارهای منفی	۳-۶-۴-۷
سیستم باز و بسته نمودن شیر و یا دریچه‌ها در شرایط فشار مساوی یا نامساوی	۴-۶-۴-۷
<b>۵-۷ آنالیز و طراحی حوضچه آرامش و سازه‌های پایاب</b>	
اجزاء تشکیل دهنده سازه‌های پایاب عبارتند از: حوضچه، دندانه‌های انرژی‌گیر، سازه تبدیل، پوشش حفاظتی پایین دست حوضچه آرامش (rip-rap) و دیواره‌ها	۱-۵-۷
طرح کلی و انتخاب ساختمان حوضچه آرامش، با توجه به:	۲-۵-۷
اثر توپوگرافی و مرفولوژی	۱-۲-۵-۷
اثر عوامل ژئومکانیکی بر روی نوع، وضعیت عمومی، شکل و ابعاد حوضچه	۲-۲-۵-۷
اثر ناپایداری احتمالی شیبهای دامنه منتهی به حوضچه آرامش (بر اساس عوامل فرسودگی سنگ، امکان لغزش و سقوط تخته سنگها)	۳-۲-۵-۷
نوع و جنس سد	۴-۲-۵-۷
هدف و نوع ساختمان تخلیه کنند	۵-۲-۵-۷
طراحی هیدرولیکی با توجه به پارامترهای اصلی، از قبیل:	۳-۵-۷
بده طراحی	۱-۳-۵-۷
مشخصه‌های اصلی پرش هیدرولیکی مانند:	۲-۳-۵-۷
نیروهای دینامیکی	۳-۳-۵-۷
ارتفاع آزاد حوضچه آرامش (free board)	۴-۳-۵-۷
عمق آب در پایاب (Tailwater depth) و تعیین منحنی تغییرات بده- عمق در پایین دست حوضچه آرامش	۵-۳-۵-۷
شکل و ابعاد سازه‌های پایاب	۶-۳-۵-۷

بررسی امکان آب‌شستگی و خوردگی در پایاب حوضچه	۷-۳-۵-۷
آنالیز سازه‌ای حوضچه آرامش در حالات مختلف بارگذاری با توجه به:	۴-۵-۷
نیروهای دینامیکی	۱-۴-۵-۷
نیروهای هیدرواستاتیکی	۲-۴-۵-۷
اثرات ناشی از زلزله	۳-۴-۵-۷
تهیه طرح با توجه به نتایج آنالیزها و ملاحظات طراحی	۵-۵-۷
<b>طراحی و آنالیز نیروگاه</b>	<b>۶-۷</b>
<b>طراحی نیروگاه</b>	<b>۱-۶-۷</b>
بررسی امکان‌ات تولید برق‌آبی با توجه به منظورهای پروژه سدسازی	۱-۱-۶-۷
انتخاب نوع نیروگاه (روزمینی یا زیرزمینی) و بررسی نحوه قرارگیری آن نسبت به محل سد، با توجه به شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی	۲-۱-۶-۷
بررسی ظرفیت نیروگاه، نوع و تعداد توربینها و امکان توسعه آنها برای آینده	۳-۱-۶-۷
بررسی سیستم انتقال آب از سد به نیروگاه، شامل تونل، برج متعادل‌کننده و لوله‌های تحت فشار (Pen stocks)	۴-۱-۶-۷
بررسی ورودیهای آب به نیروگاه و تجهیزات هیدرومکانیکی مربوطه	۵-۱-۶-۷
بررسی خروجی آب نیروگاه، شامل مخزن پایاب با تونل (Tailrace) و تجهیزات هیدرومکانیک و دریچه‌های خروجی	۶-۱-۶-۷
بررسی سایر ملاحظات نظیر موقعیت اتاق کنترل، تجهیزات الکترومکانیکی و برقی داخل نیروگاه، مسائل نگهداری، ایمنی و توسعه احتمالی آینده	۷-۱-۶-۷
<b>آنالیز نیروگاه</b>	<b>۲-۶-۷</b>
آنالیز بر اساس نتایج بررسیهای زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک	۱-۲-۶-۷
شرایط زمین‌شناسی محل نیروگاه (با توجه به اثر ارتعاشات و مطالعات تکتونیک و لرزه‌خیزی منطقه و نتایج حاصل از استرئوگرامهای توده‌سنگ در مورد سیستم ناپوستگی آن)	۱-۱-۲-۶-۷
آزمایشهای ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی به منظور شناخت خواص توده‌سنگ و پارامترهای طراحی	۲-۱-۲-۶-۷
تغییر شکلها و میدان تنش پی در نقاط مختلف زیر نیروگاه تحت بارگذاری بحرانی، با توجه به خصوصیات ژئومکانیکی توده‌سنگ	۳-۱-۲-۶-۷

- ۷-۶-۲-۱-۴ امکان تقویت و بهسازی توده‌سنگ پی، با توجه به نتایج تغییر شکلها و میدان تنش حاصل از بحرانی‌ترین حالت بارگذاری
- ۷-۶-۲-۱-۵ شرایط هیدروژئولوژی (در محل نیروگاه زیرزمینی)
- ۷-۶-۲-۲ آنالیز هیدرودینامیکی
- ۷-۶-۲-۲-۱ بررسی نوسانات ناگهانی فشار در مجاری تحت فشار که متأثر از باز یا بسته شدن ناگهانی توربینها می‌باشند (آنالیز ضربه قوچ)
- ۷-۶-۲-۲-۲ بررسی نوسانات فشار با زمان (Surge Analysis) و تخمین زمان میرایی آن
- ۷-۶-۲-۲-۳ بررسی مقابله نیروهای هیدرودینامیکی از طریق احداث مخزن متعادل‌کننده فشار (Surge tank) یا تقویت جدارها
- ۷-۶-۲-۳ آنالیز سازه‌ای
- ۷-۶-۲-۳-۱ اثر نیروهای زیرفشار هیدروستاتیکی (Uplift Pressure) بر روی ساختمان نیروگاه
- ۷-۶-۲-۳-۲ اثر نیروهای هیدرودینامیکی ناشی از ضربه قوچ بر روی مجاری تحت فشار نیروگاه
- ۷-۶-۲-۳-۳ اثر نیروهای استاتیکی و دینامیکی ناشی از کارکرد توربین- ژنراتورها که توسط یاتاقانها (Thrust bearing) به پی نیروگاه منتقل می‌گردند
- ۷-۶-۲-۳-۴ تأثیر نیروهای زلزله بر پایداری سازه
- ۷-۶-۲-۳-۵ اثر متقابل میدان تنش سد و نیروگاه و تجمع تنشهای آن دو به منظور تعیین محل صحیح نیروگاه (در صورت لزوم)

تبصره: در مورد نیروگاه زیرزمینی به نکات زیر به صورت مطالعات خاص مورد نظر قرار می‌گیرد:

- ۱) آزمایشهای ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی به منظور مطالعه خواص توده‌سنگ محل نیروگاه و پارامترهای ژئومکانیکی و رئولوژیکی (Rheological) توده سنگ برای طراحی
- ۲) آنالیز میدان تنش اولیه قبل از حفاری
- ۳) بررسی تقویت و مهار دیواره‌ها و سقف بتنی نیروگاه به توده‌سنگ (Rock Bolting) و برآورد مقدار آن با توجه به نتایج آزمایشهای ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی انجام شده
- ۴) آنالیز میدان تنش توده سنگ بعد از حفاری نیروگاه (در حفاری تمام سطح مقطع)
- ۵) آنالیز تغییر مکانهای مختلف توده سنگ بعد از حفاری، به منظور تقویت سطح سنگ به وسیله بتن‌پاشی مسطح یا غیرمسطح همراه با نصب میل مهارها (Rock Bolting) و آنکراژها
- ۶) آنالیز تنش در سازه نیروگاه با توجه به بارگذاری اعمال شده از طریق توده‌سنگ به اعضای سازه نیروگاه



۳-۶-۷ تهیه طرح ساختمان و تأسیسات و وابسته نیروگاه و نقشه‌های مربوط با توجه به نتایج حاصل از مطالعات و آنالیزهای فوق‌الذکر

## ۷-۷ طراحی و آنالیز سیستم انحراف آب حین ساختمان

۱-۷-۷ بررسی موقعیت محلی و نقشه‌های توپوگرافی  
۲-۷-۷ تعیین سیلاب طراحی برای دوره ساختمان بر اساس سری آماری سیلابها (تعیین شده در مطالعات هیدرولوژی) با توجه به:  
۱-۲-۷-۷ شرایط اقتصادی و راه‌حلهای اجرایی  
۲-۲-۷-۷ نتایج آنالیز ریسک برای سیلاب انتخاب شده و بررسی امکان سرریز شدن از روی سد حین ساختمان

۳-۷-۷ ارائه راه‌حلهای قابل رقابت و نتیجه‌گیری با توجه به نتایج:

۱-۳-۷-۷ بررسی فرازبندهای مختلف (بالادست و پایین‌دست) با توجه به نوع آنها

۲-۳-۷-۷ بررسی مسیر انحراف (تونلها، کانالهای انحرافی سرپوشیده و غیره)

۳-۳-۷-۷ بررسی استفاده از تأسیسات دائمی

۴-۷-۷ مقایسه اقتصادی مقدماتی

۱-۴-۷-۷ برآورد خسارات احتمالی در صورت ایجاد خرابی

۲-۴-۷-۷ مقایسه اقتصادی روشهای مختلف و انتخاب راه‌حل مناسب

۳-۴-۷-۷ طراحی سیستم و تعیین ابعاد و تهیه نقشه‌های لازم شامل پلان و مقاطع تیپ فرازبندها و مسیرهای انحراف

## ۸-۷ مطالعه و آنالیز اثرات رسوبگذاری و رسوبزدایی

۱-۸-۷ رسوبگذاری:

۱-۱-۸-۷ اثر رسوبگذاری بر رفتار هیدرولیکی مخزن

۱-۱-۱-۸-۷ کاهش حجم ذخیره‌ای مخزن

۲-۱-۱-۸-۷ نحوه توزیع رسوب در مخزن

۳-۱-۱-۸-۷ افزایش نیروهای هیدروستاتیکی ناشی از رسوبات پشت سد

۴-۱-۱-۸-۷ بررسی امکان بسته شدن آبگیرهای عمقی و خطرات حاصل از رسوبات

۵-۱-۱-۸-۷ اختلال در سیستم بهره‌برداری مخزن

۲-۱-۸-۷ فرسایش بستر پایاب

۱-۲-۱-۸-۷ بررسی اثر خطرات ناشی از پدیده فزاینده خوردگی با توجه به رسوبات تخلیه در حوضچه آرامش

۲-۲-۱-۸-۷ آنالیز و تخمین عمق نهایی حاصل از آب شستگی در پایاب

۲-۸-۷ رسوب زدایی:

- ۱-۲-۸-۷ انشعاب محل مناسب برای مخزن (نوع و شکل)
- ۲-۲-۸-۷ بررسی نتایج مطالعات آبخیزداری و ارائه توصیه‌های لازم (در صورت وجود)
- ۳-۲-۸-۷ بررسی امکان احداث سد یا سدهای رسوبگیر در بالادست در محل‌های ممکن
- ۴-۲-۸-۷ انتخاب محل مناسب برای دریچه‌های عمقی و نیمه‌عمقی و تعیین ظرفیتها
- ۵-۲-۸-۷ بررسی اثرات روش بهره‌برداری از مخزن در تخلیه رسوبات
- ۶-۲-۸-۷ بررسی سایر امکانات مربوط به رسوب زدایی
- ۷-۲-۸-۷ بررسی عوامل فرسایش زمین و حرکت رسوبات
- ۸-۲-۸-۷ بررسی پوشش گیاهی مناطق حوضه آبریز در صورت عدم وجود مطالعات آبخیزداری

۹-۷ طراحی و آنالیز عملیات آب‌بندی و ترمیمی مخزن

- ۱-۹-۷ طراحی عملیات آب‌بندی سد و مخزن، با توجه به:
- ۱-۱-۹-۷ تونل‌های دستیابی و تونل‌های تزریق و عوامل ایمنی و پایداری آنها
- ۲-۱-۹-۷ میزان پی‌کنی (حفاری در سنگ و در خاک)، عمق، عرض، شیب دیواره‌ها، سکوه‌های پایداری پی، عرض تحتانی پی
- ۳-۱-۹-۷ عمق احتمالی آبرفت کف پی و ایجاد دیواره آب‌بند (Diaphragm Wall) بتنی و غیره به لحاظ آب‌بندی و پایداری این قشر
- ۴-۱-۹-۷ سنگهای سست پی و جناحین و ایجاد پرده عایق (Curtain grouting) یک یا چند ردیفه
- ۵-۱-۹-۷ ترمیم و بهسازی مناطق سست به وسیله (Blanket grouting) و همچنین میل مهارتها (Rock Bolting) و بتن‌پاشی به منظور تثبیت و جلوگیری از فرسودن آنها
- ۶-۱-۹-۷ فضاهای خالی توده‌سنگهای محل سد، به ویژه در مناطق کارستی (مانند غارها، مغاره‌ها)، شکافها و درزها و همچنین توده‌سنگهای آذرین توأم با فازهای مختلف آتشفشانی (تناوب گدازه‌ها و مواد پیروکلاستیک: خاکسترها و مواد درشت‌دانه آذرآواری)
- ۷-۱-۹-۷ نقاط ضعیف آبگذر و حد فاصل لایه‌های مختلف (Interfaces of bedding) در حاشیه مخزن مجاور به سد و محل سد

- ۸-۱-۹-۷ مسيرهای جریان آب زیرزمینی از مخزن به پایین دست، بر اساس مطالعات کامل شده هیدروژئولوژی مخزن و نحوه مسدود کردن آنها، به ویژه غارها، سیفونها و مغاره‌ها
- ۲-۹-۷ طراحی پرده آبندی (پس از بررسی کامل نتایج آزمایشهای ژئوتکنیکی و اکتشافی محل سد)
- ۱-۲-۹-۷ محاسبه عمق و فاصله مؤثر گمانه‌های تزریق در نقاط مختلف در امتداد پرده عایق
- ۲-۲-۹-۷ تقویت ردیف مرکزی گمانه‌های تزریق با گمانه‌های جانبی در نقاط ضعیف و مورد نیاز با توجه به خصوصیات توده سنگ
- ۳-۲-۹-۷ طرح تقویت پرده عایق که از طریق گمانه‌های قائم به وجود آمده به وسیله گمانه‌های مایل (Ramification) در صورت نیاز با توجه به خصوصیات توده سنگ
- ۴-۲-۹-۷ بررسیهای اقتصادی و فنی با توجه به تکنیکهای مختلف تزریق، اختلاف ارتفاع تونلهای تزریق، آرایش آنها (کم شدن فاصله تونلها و کم کردن هزینه عملیات تزریق با در نظر گرفتن میزان دقت اجرای کار در گمانه‌های تزریق با عمق ۱۰۰ متر و کمتر) و انتخاب روشهای مختلف تزریق و شستشوی سنگ در گمانه‌ها با توجه به خصوصیات لایه‌های ضعیف
- ۵-۲-۹-۷ طراحی محل، تعداد، قطر، طول، زاویه و جهت و شیب گمانه‌های زهکشی پایاب، با توجه به عمق پرده عایق و احتمال لزوم فرش عایق بالادست (Blanketing) به داخل مخزن
- ۶-۲-۹-۷ طراحی محل، تعداد و طول چاههای زهکشی پایاب (Relief Walls) یا احتمالاً خندق زهکشی
- ۷-۲-۹-۷ طراحی سیستم جمع‌آوری زهاب و انتقال صحیح آنها به پایاب
- ۳-۹-۷ طراحی تثبیت شیپها (در صورت نیاز)
- ۱-۳-۹-۷ بررسیهای میکروتکنونیکي مناطق لغزشی محل سد و تفکیک ترکهای ایجاد شده اصلی و مکانیسم حرکت آنها، به منظور تعیین پارامترهای طراحی عملیات پایدارسازی شیب‌های سنگی
- ۲-۳-۹-۷ تعیین مکانیسمهای شکست توده سنگ از قبیل: شکست صفحه‌ای (Plain Failure) شکست ستونی (Toppling) و شکست گوه‌ای (Wedge) و لغزش دایره‌ای (Circular) و بررسیهای مهندسی آنها
- ۳-۳-۹-۷ بررسی نحوه تثبیت توده‌سنگهای شکسته شده ناپایدار (عموماً حاوی ترکهای برشی و کششی) و طراحی سیستم پایدار نمودن آنها با اعمال روشهای مختلف، از قبیل منظور کردن سکوه‌های پایدارکننده (Benches) شبکه‌های حفاظتی (Buttress grid Protection) آنکراژها و میل مهاربها (Rock Bolting and Anchoring)، دیوار حایل، توریهای فلزی و کابلی (Rock fencing)، بتن پاشی، حفر گمانه‌های زهکشی و دور نمودن آبهای سطحی و سایر روشهای تثبیت شیب و انتخاب یک روش یا مجموعه‌ای از آنها با در نظر گرفتن خواص ژئومکانیکی و شرایط زمین شناسی و توپوگرافی محل

- ۴-۹-۷ آنالیز عملیات آب‌بندی
- ۱-۴-۹-۷ تجزیه و تحلیل نتایج عملیات حفاری- اکتشافی- ژئوتکنیکی و مقاطع فنی مربوط به منظور تعیین مناطق آبگذر، با توجه به آنالیز آزمایشهای نفوذپذیری
- ۲-۴-۹-۷ آنالیز همبستگی آبگذری با خردشدگیها و ناپیوستگیهای حاصل از فعالیتهای تکنیکی و ساختمانی
- ۳-۴-۹-۷ آنالیز آزمایشهای ژئوفیزیکی به منظور تعیین عمق سنگ کف، شکل و گسترش سنگ کف، لایه‌های ضعیف (چه از نظر باربری و پایداری و چه از نظر آبگذری)، مسیر جریانهای متمرکز آب به ویژه در محل سد، بررسی وجود احتمالی رودخانه مدفون شده قدیمی در محل سد و سایر موارد، نظیر آنالیز پایداری پرده عایق با توجه به ضخامت آن و حداکثر ارتفاع آب در مخزن و همچنین تراز آب در پایین دست
- ۴-۴-۹-۷ آنالیز تونلهای تزریق و تعیین ضخامت پوششی بتنی آنها با توجه به عملیات تحکیمی مورد نیاز در توده سنگ اطراف تونل
- ۵-۴-۹-۷ تهیه طرح با توجه به تمام نتایج آنالیزها و ملاحظات طراحی

## ۱۰-۷ طرح جاده‌های دسترسی و کوی کارکنان و غیره

- ۱-۱۰-۷ طراحی جاده‌های دستیابی، با توجه به حرکت ماشین‌آلات سنگین به شرح زیر می‌باشد
- ۱-۱-۱۰-۷ جایابی مناسب شهرک کارمندان، با توجه به عوامل جوی، شرایط بهره‌برداری دوران ساختمان و امکان ادغام با یک شهرک موجود در حوالی سد
- ۲-۱-۱۰-۷ انتخاب مسیر
- ۳-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به سد
- ۴-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به نیروگاه برق‌آبی و اتاق فرمان
- ۵-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به شهرک کارمندان- محوطه- کوی کارمندان
- ۶-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به انبارها و تعمیرگاهها، شامل تجاری، آهنگری، تراشکاری، جوشکاری، قالب‌سازی، مکانیکی و الکتریکی و مانند اینها
- ۷-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به مراکز آبرسانی و برق‌رسانی و تهویه
- ۸-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به منابع تأمین شن، ماسه، سیمان و سایر مصالح
- ۹-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به آزمایشگاهها
- ۱۰-۱-۱۰-۷ جاده دستیابی به فرازبندی تونل انحرافی
- ۲-۱۰-۷ طراحی ساختمانهای شهرک و دفاتر
- ۱-۲-۱۰-۷ ساختمان نگهبانی و محل انبار مواد منفجره

- ۲-۲-۱۰-۷ خانه‌های کارمندان (مجردین و متأهلین) و تهیه نقشه تپهای مختلف
- ۳-۲-۱۰-۷ خانه‌های کارگران (مجردین و متأهلین) و تهیه نقشه تپهای مختلف
- ۴-۲-۱۰-۷ خانه‌های سازمان بهره‌برداری‌کننده و تهیه نقشه تپهای مختلف
- ۵-۲-۱۰-۷ رستوران و سالن غذاخوری و تهیه نقشه تپهای مختلف
- ۶-۲-۱۰-۷ تأسیسات عمومی شامل بهداری و بیمارستان، داروخانه، آتش‌نشانی، حفاظتی، مدرسه، رفاهی، لباسشویی، فروشگاه، پست و تلگراف و تلفن، مسجد، ژاندارمری، مهمانسرا، تأسیسات ورزشی، استخر شنا و تفریحات سالم، فضای سبز و گلخانه، توالت عمومی، سینما و تهیه نقشه تپهای مختلف
- ۷-۲-۱۰-۷ دفاتر مهندسی مشاور- کارفرما، دستگاه نظارت و تهیه نقشه‌های تپ آنها
- ۸-۲-۱۰-۷ دفاتر پیمانکاران و تهیه نقشه‌های تپ آنها
- ۹-۲-۱۰-۷ دفاتر و ساختمانهای تعمیرات و نگهداری
- ۱۰-۲-۱۰-۷ طرح ساختمان کارگاههای مختلف شامل نجاری، آهنگری، جوشکاری، قالب‌سازی، مکانیکی، الکتریکی، تعمیرات و نگهداری
- ۱۱-۲-۱۰-۷ طرح تأمین آب و تأسیسات فاضلاب کویهای کارمندی، کارگری
- ۱۲-۲-۱۰-۷ طرح تأسیسات برق‌رسانی و تهویه
- ۱۳-۲-۱۰-۷ انبارها و آزمایشگاهها
- ۱۴-۲-۱۰-۷ پارکینگ ماشینهای سبک و سنگین
- ۱۵-۲-۱۰-۷ محوطه‌سازی کویهای کارمندی، کارگری و کارگاهها
- ۳-۱۰-۷ طرح راههای دستیابی با رعایت ضوابط طراحی وزارت راه
- ۱-۳-۱۰-۷ مشخصات و نقشه‌ها
- ۱-۱-۳-۱۰-۷ تهیه نقشه موقعیت و مسیر راه
- ۲-۱-۳-۱۰-۷ تهیه نیمرخهای طولی و عرضی، با توجه به خط پروژه
- ۳-۱-۳-۱۰-۷ تهیه جداول عملیات خاکی
- ۴-۱-۳-۱۰-۷ کارهای زیرسازی راه
- ۵-۱-۳-۱۰-۷ عملیات روسازی و مشخصات زیر اساس، اساس و رویه آسفالتی
- ۶-۱-۳-۱۰-۷ برنامه‌ریزی برای آزمایشهای مکانیک خاک مورد نیاز، مطالعات ژئوتکنیکی بستر راه، تعیین معادن شن و ماسه و سنگ، تهیه نقشه معادن شن و ماسه و سنگ (تعیین منابع قرضه)، تعیین منحنیهای دانه‌بندی شن و ماسه برای ساختمانهای مورد نیاز، نقشه‌برداری

## ۸- تهیه نقشه‌های ضروری و برآورد احجام و آحادیهای عملیات

### ۸-۱ تهیه پلان و مقاطع ضروری

- ۸-۱-۱ تهیه پلان موقعیت و مقاطع ضروری مربوط به سد و تأسیسات وابسته شامل پلانهای پی‌کنی، تقویت پی، عملیات تزریق، عملیات زهکشی پایاب سرریزها، گالریهای تزریق و بازدید، بدنه سد، پی و جناحین و عملیات حفاظتی در محل سد و سایر پلانها، بر حسب نیاز
- ۸-۱-۲ تأسیسات انحراف آب حین ساختمان، شامل فرازبندها، تونلهای انتقال، با توجه به عملیات تحکیمی مربوط و غیره
- ۸-۱-۳ نیروگاه و تأسیسات انتقال آب آن
- ۸-۱-۴ مسیر انتقال آب و تأسیسات وابسته به آن و آبگیرها
- ۸-۱-۵ حوضچه آرامش و تأسیسات پایاب، تأسیسات پایانه و قسمت انتقالی سرریز، تخلیه‌کننده‌ها و سایر تأسیسات مورد نیاز
- ۸-۱-۶ مناطق تقویتی شیپها و دامنه‌های محل سد و عملیات حفاظتی مربوطه
- ۸-۱-۷ تأسیسات کارگاهی، شامل تهیه مصالح، تهیه بتن، انبارها، تعمیرگاهها، آزمایشگاهها و دپوی ماشین‌آلات و ...
- ۸-۱-۸ کویهای کارگری، کارمندی، تأسیسات رفاهی، آبرسانی، فاضلاب، ساختمانهای عمومی و مدرسه و بیمارستان و ...
- ۸-۱-۹ راههای دسترسی به مصالح قرضه و محل سد، محل کمپها، تأسیسات کارگاهی و کویهای کارمندی و کارگری

### ۸-۲ برآورد احجام و آحادیها

- فصل اول تجهیز کارگاه (آماده‌سازی کارگاه، تأمین آب و برق، مخابرات، لوازم کمپها و دفاتر، تعمیرگاهها، ترابری، تأسیسات کارگاهی، مراکز تهیه مصالح و بتن و سایر تأسیسات)
- فصل دوم عملیات انحراف آب حین ساختمان
- فصل سوم عملیات خاکی و سنگبرداری (خاکبرداری، خاکریزی، سنگبرداری و سنگریز، پی‌کنیها، زیرسازیهای خاکی)
- فصل چهارم عملیات ساختمانی سد (بدنه سد و پی سازه‌های مربوطه)
- فصل پنجم ساختمان سرریزها (شامل پی‌سازیها و سازه‌های مربوطه) و آبگیرها
- فصل ششم ساختمان تونلها و شافتها (حفاری، پوشش، تزریق، ورودیها و خروجیها)
- فصل هفتم عملیات گمانه زنی و تزریق و کارهای آب‌بندی (Cut off works) بهسازی پی و جناحین و تثبیت شیپها

فصل هشتم	عملیات ساختمانی نیروگاه (پی سازی، ساختمان نیروگاه و سازه‌های مربوطه)
فصل نهم	جاده‌های دسترسی و ارتباطی، عملیات حفاظتی، زهکشی و محوطه‌سازی (نگهداری راهها و کمپها)
فصل دهم	تجهیزات هیدرومکانیک (سد و نیروگاه)
فصل یازدهم	تجهیزات هیدروالکتریک (نیروگاه)
فصل دوازدهم	ابزار دقیق (Instrumentation)
فصل سیزدهم	ساختمان کمپها و کارگاه
فصل چهاردهم	جدول کارها به صورت دستمزدی
فصل پانزدهم	اقلام عمومی (General Item)
فصل شانزدهم	اقلام متفرقه (Miscellaneous Item)

## ۹- الگ کردن گزینه‌ها و برآورد هزینه‌های گزینه انتخابی

۱-۹	الگ کردن گزینه‌ها
۱-۱-۹	تدوین معیارهای خاص الگ کردن گزینه‌ها
۲-۱-۹	انتخاب ضوابط و معیارهای ارزیابی اقتصادی، شامل:
۱-۲-۹-۹	معیارهای اقتصادی
۲-۲-۹-۹	معیارهای اجتماعی - سیاسی
۳-۲-۹-۹	معیارهای فنی و مهندسی
۴-۲-۹-۹	معیارهای تکنولوژیکی
۵-۲-۹-۹	معیارهای ملاحظات ایمنی
۶-۲-۹-۹	معیارهای نگهداری
۳-۱-۹	انتخاب گزینه مناسب و منظور نمودن تغییرات مورد لزوم
۲-۹	برآورد هزینه‌های گزینه انتخابی
۱-۲-۹	برآورد هزینه کامل ساختمان سد و تأسیسات وابسته که شامل نیروگاه و آبگیرها، سرریزها، مجاری انتقال آب، تخلیه‌کننده‌ها و تأسیسات پایاب سد و غیره می‌باشد
۲-۲-۹	برآورد هزینه‌های راههای دستیابی، شهرک کارگری و کارمندی و کارکنان سد، تأسیسات کارگاهی وسائط نقلیه، تأمین آب و برق و مخابرات و تهویه، وسایل رفاهی و تأسیسات فاضلاب
۳-۲-۹	برآورد هزینه‌های آزمایشهای آب و خاک، سنگ و کاوشهای ژئوفیزیکی و زیرسطحی

برآورد هزینه‌های جنبی و جاری طرح	۴-۲-۹
برآورد هزینه‌های تهیه آمار و اطلاعات و نقشه‌های توپوگرافی و عکسهای هوایی با مقیاسهای مورد نیاز (تکمیلی)	۵-۲-۹
برآورد هزینه‌های آزمایشهای روی مدل‌های فیزیکی و ریاضی (مدل‌سازی)	۶-۲-۹
برآورد هزینه‌های خرید اراضی و انتقال تأسیسات موجود در محدوده دریاچه سد	۷-۲-۹
برآورد هزینه‌های تهیه آمار و اطلاعات اراضی و مستحدثات موجود در حریم سد و مخزن	۱-۷-۲-۹
برآورد هزینه‌های آگهیها، کارشناسی و خرید اراضی و مستحدثات	۲-۷-۲-۹
برآورد هزینه‌های اسکان اهالی و انتقال تأسیسات موجود در محل سد و مخزن	۳-۷-۲-۹
برآورد هزینه‌هایی که به طور ثابت در گزینه‌های تحت بررسی وارد می‌شوند، شامل هزینه‌های خدمات مهندسی مراحل شناسایی تا نگهداری و بهره‌برداری	۸-۲-۹
برآورد هزینه‌های دوران نگهداری و بهره‌برداری	۹-۲-۹
برآورد سایر گزینه‌های متفرقه و پیش‌بینی نشده	۱۰-۲-۹

## ۱۰- گزارش نهایی

گزارش مطالعات، شامل بخشهای زیر است:	۱-۱۰
بخش اول مقدمه و توجیه طرح (با در نظر گرفتن بررسیهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، حقوقی و اکوسیستمی)	
بخش دوم مباحث هواشناسی و هیدرولوژی	
بخش سوم بررسی نیازها و اقتصاد و بهره‌برداری	
بخش چهارم مباحث مرفولوژی، آبخیزداری و رسوب و رسوبگذاری	
بخش پنجم مباحث زمین‌شناسی و تکنونیک	
بخش ششم کاوشهای زیرسطحی و ژئوتکنیک	
بخش هفتم مخزن و بهره‌برداری از آن	
بخش هشتم مصالح ساختمانی و منابع قرضه	
بخش نهم تشریح و بررسی گزینه‌های مختلف و نتیجه‌گیری بر اساس داده‌های اقتصادی و فنی	
بخش دهم طراحی اجزاء پروژه:	
جسم سد، پی و جناحین	-
عملیات تزریق و آب بندی مخزن	-
سرریزها، سازه‌های پایاب و حوضچه آرامش	-
آبگیرها، تخلیه‌کننده‌ها و مجاری انتقال	-
ساختمان نیروگاه و پی مربوطه	-



- عملیات حفاظتی، تثبیت شیبها و بهسازیها
- جاده‌های دسترسی، کوی کارکنان و کارگاهها
- بخش یازدهم پلان و مقاطع، و نقشه‌های ضروری
- بخش دوازدهم دفترچه برآورد احجام و آحاد بهای عملیات
- بخش سیزدهم بررسیهای اقتصادی طرح و اجزاء مربوطه و توصیه‌های لازم
- بخش چهاردهم خلاصه گزارشها