

## فهرست جزئیات مطالعات

زمین شناسی مهندسی مرحله‌های

شناسایی و توجیهی در

طرح‌های سازه‌های آبی

(سدسازی)

نشریه شماره ۲۲۵

وزارت نیرو  
سازمان مدیریت منابع آب ایران  
دفتر استاندارد مهندسی آب

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی و تدوین معیارها



جمهوری اسلامی ایران

فهرست جزئیات مطالعات زمین‌شناسی  
مهندسی مرحله‌های شناسایی و توجیهی در  
طرح‌های سازه‌های آبی (سدسازی)

نشریه شماره ۲۲۵

وزارت نیرو  
سازمان مدیریت منابع آب ایران  
دفتر استاندارد مهندسی آب

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۰

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۰/۰۰/۶۶



## فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر فنی و تدوین معیارها  
فهرست جزئیات مطالعات زمین‌شناسی مهندسی مرحله‌های شناسایی و توجیهی در طرح‌های سازه‌های آبی (سد  
سازی) / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب ایران،  
دفتر استاندارد مهندسی آب. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز  
مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.

۱۸ ص. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲۲۵)  
(انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۰/۰۰/۶۶)

ISBN 964-425- 298-5

مربوط به بخشنامه شماره ۵۴/۲۹۸۰-۱۰۵/۸۰۷۸- مورخ ۱۳۸۰/۶/۱۳  
کتابنامه: ص. ۱۸

۱. زمین‌شناسی مهندسی. ۲. سد و سدسازی- امکان‌سنجی. ۳. سازه- طرح و محاسبه.  
الف. سازمان مدیریت منابع آب ایران. دفتر استاندارد مهندسی آب. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.  
مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش. ۲۲۵ / ۲۴س / TA ۳۶۸

ISBN 964-425-298-5

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۲۹۸-۵

فهرست جزئیات مطالعات زمین‌شناسی مهندسی مرحله‌های شناسایی و توجیهی در طرح‌های  
سازه‌های آبی (سدسازی)

تهیه‌کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰

قیمت: ۳۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.





شماره:	۱۰۵/۸۰۷۸-۵۴/۲۹۸۰	بخشنامه به دستگاه های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران
تاریخ:	۸۰/۶/۱۳	

موضوع: فهرست جزئیات مطالعات زمین شناسی مهندسی مرحله های شناسایی و توجیهی در طرح های سازه های آبی (سدسازی)

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۲۲۵ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان فهرست جزئیات مطالعات زمین شناسی مهندسی مرحله های شناسایی و توجیهی در طرح های سازه های آبی (سدسازی) از نوع گروه سوم، ابلاغ می گردد.

دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش ها، دستورالعمل ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه ای از دستورالعمل ها، روش ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.

محمد ستاری فر

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان



استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرحها را مورد تأکید جدی قرار داده است. با توجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) بر اساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

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

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش 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
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیر مالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران وسایر مؤسسات تهیه کننده استاندارد

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این 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 اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استاندارد مشارکت کنند.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۰



## ترکیب اعضای کمیته

اسامی اعضای کمیته زمین شناسی مهندسی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور که در تهیه این استاندارد همکاری کرده‌اند به شرح زیر است:

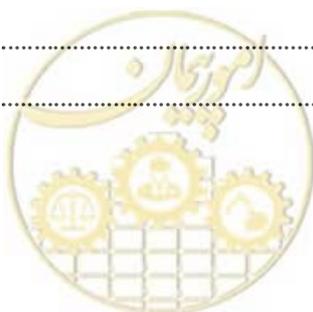
خانم فیروزه امامی	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	فوق لیسانس زمین شناسی
آقای رسول بنی‌هاشمی	شرکت مهندسیین مشاور مهتاب قدس	فوق لیسانس مهندسی معدن
آقای فریدون بهرامی سامانی	شرکت مهندسیین مشاور تماوان	فوق لیسانس زمین شناسی مهندس
آقای عباس رادمان	سازمان مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس مهندسی معدن
آقای حسن عباسی	کارشناس آزاد	لیسانس زمین شناسی
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	فوق لیسانس مهندسی معدن

همچنین زنده یاد آقای دکتر صالحی‌راد (از تاریخ ۶۸/۹/۱ لغایت ۷۱/۸/۲۰) در تهیه این نشریه با کمیته زمین شناسی همکاری کرده‌اند.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه .....
۲	۱- مرحله شناسایی .....
۲	۱-۱ کلیات رئوس مطالعات .....
۲	۱-۱-۱ کارهای دفتری .....
۲	۱-۱-۲ بررسیهای صحرائی .....
۲	۱-۱-۳ گزارش .....
۳	۲- جزئیات رئوس مطالب .....
۳	۱-۲-۱ جمع‌آوری اطلاعات پایه و مدارک موجود از گستره طرح .....
۳	۲-۲-۱ بررسی و ارزیابی داده‌های موجود .....
۳	۳-۲-۱ بررسیهای صحرائی .....
۵	۲-۲-۱-۴ گزارش .....
۵	۱-۴-۲-۱ زمین‌شناسی منطقه‌ای .....
۵	۲-۴-۲-۱ ساختگاه .....
۶	۵-۲-۱ ویژگیهای ژئوتکنیکی: .....
۷	۶-۲-۱ بهسازی پی: .....
۷	۷-۲-۱ دریاچه سدها .....
۷	۸-۲-۱ سازه‌های زیرزمینی .....
۷	۹-۲-۱ نتایج .....
۷	۱۰-۲-۱ پیشنهادها .....
۸	۲- مرحله توجیهی .....
۸	۱-۲ کلیات رئوس مطالعات .....
۸	۱-۱-۲ کارهای دفتری .....
۸	۲-۱-۲ بررسیهای صحرائی .....
۸	۳-۱-۲ کارهای اکتشافی .....
۸	۴-۱-۲ ارزیابی داده‌ها .....
۸	۲-۲ گزارش .....
۸	۱-۲-۲ زمین‌شناسی منطقه .....
۹	۲-۲-۲ ساختگاه .....



- ۱۰ ..... ۳-۲ نقشه‌ها، برشها، نمودارها و جداول
- ۱۰ ..... ۳-۲ جزئیات رئوس مطالعات
- ۱۱ ..... ۱-۳-۲ کارهای دفتری
- ۱۱ ..... ۲-۳-۲ بررسیهای صحرائی
- ۱۱ ..... ۳-۳-۲ کارهای اکتشافی
- ۱۲ ..... ۴-۳-۲ ارزیابی داده‌ها
- ۱۲ ..... ۵-۳-۲ گزارش
- ۱۶ ..... ۳- منابع و مآخذ



به منظور برداشت اولین گامها در جهت اعتلای مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در مورد طراحی سازه‌های بزرگ به‌ویژه سازه‌های آبی، تهیه فهرست جزییات مطالعات زمین‌شناسی مهندسی مراحل شناسایی و توجیهی در طرح‌های سازه‌های آبی (سدسازی) در دستور کار کمیته تخصصی زمین‌شناسی مهندسی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور قرار گرفت. از آنجا که هر سازه با زمین ساختگاه در ارتباط مستقیم است، در نتیجه واکنش زمین در مقابل احداث سازه‌ها باید مورد بررسی قرار گیرد. به عبارت دیگر طراحی و احداث هر نوع سازه‌ای در طبیعت باید به گونه‌ای انجام شود که تعادل متقابل سازه و شرایط زمین‌شناسی به وجود آید.

علم زمین‌شناسی مهندسی به عنوان اطلاعات پایه جزء مهمترین بخشهای مطالعاتی طرحهاست. شناخت دقیق زمین سازه طراحی را به سمتی هدایت می‌کند که با حداقل هزینه‌ها، سازه‌ای پایدار و مطمئن طراحی شود و در نتیجه استفاده بهینه از سرمایه‌های ملی را تضمین کند.

در این زمینه ایجاد هم‌سویی و انسجام کلی در مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در کلیه طرحهای در دست مطالعه ضروری تشخیص داده شد تا حداکثر اطلاعات مورد نیاز زمین‌شناسی مهندسی در مراحل مختلف مطالعاتی جمع‌آوری شود. این ضرورت باعث شد که کمیته زمین‌شناسی مهندسی از کمیته‌های تخصصی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور که متولی این امر است نسبت به تهیه فهرست جزییات مطالعات زمین‌شناسی مهندسی مراحل شناسایی و توجیهی در طرحهای سازه‌های آبی (سد سازی) اقدام کند. هدف از انتشار این نشریه تبیین نیازهای داده‌های زمین‌شناسی مهندسی در طرحهای عمرانی است و سعی شده است که تمام ابعاد مطالعات زمین‌شناسی مهندسی طرحها به ویژه طرحهای صنعت آب را در برگیرد و امید است این فهرست جزییات بتواند در ایجاد نظم و انسجام کلی در مطالعات زمین‌شناسی مهندسی مؤثر افتد.

نکته قابل تذکر این‌که مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در مرحله توجیهی باید به نحوی انجام شود که کلیه شرایط زمین‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه سازه و محدوده مورد تأثیر آن برابر طراحان تبیین شود و نکته مبهمی برای طراحی باقی نماند.



## ۱- مرحله شناسایی

### ۱-۱ کلیات رئوس مطالعات

#### ۱-۱-۱ کارهای دفتری

- جمع آوری اطلاعات موجود و مدارک پایه از گستره طرح شامل عکسها هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و گزارشها
- بررسی و ارزیابی داده‌های موجود

#### ۱-۱-۲ بررسیهای صحرایی

- تهیه نقشه زمین‌شناسی عمومی از گستره طرح
- بررسی ساختگاههای بالقوه از نظر زمین‌شناسی مهندسی و برداشت ناپیوستگیهای اصلی
- بررسیهای ژئوالکتریک در صورت نیاز

#### ۱-۱-۳ گزارش

#### الف - زمین‌شناسی منطقه

- شرح موقعیت کلی و تاریخچه تحولات تکتونیکی گستره طرح
- توصیف زمین‌ریختشناسی، سنگ‌چینه شناسی و ساختار گستره (اساساً بر پایه اطلاعات موجود)

#### ب- ساختگاه سازه

- زمین‌ریختشناسی، روباره، سنگ بستر، زمینساخت
- ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی سنگ و روباره به تفکیک آبرفت و رسوبات دامنه‌ای و غیره
- برآورد ویژگیهای ژئوتکنیکی روباره و نمونه سنگ
- برآورد پارامترهای ژئوتکنیکی توده سنگ بستر

#### ج- بهسازی پی

- پیش‌بینی وضعیت پی کنی، ارزیابی اولیه پایداری شیروانیها و تمهیدات نگهداری



- پیش‌بینی مشخصات کلی اصلاح پی

د- مقایسه گزینه‌ها از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی و نتیجه‌گیری  
ه- پیشنهادات، شامل برنامه مطالعات مرحله توجیهی (طرح مقدماتی)

و - پیوستها

- نقشه زمین‌شناسی عمومی گستره طرح  
- برشهای زمین‌شناسی از گستره طرح و پیرامون سازه

۲-۱ جزئیات رئوس مطالب

۱-۲-۱ جمع‌آوری اطلاعات پایه و مدارک موجود از گستره طرح

- الف- جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰۰ و مقیاسهای بزرگتر در صورت وجود
- ب- جمع‌آوری عکسهای هوایی به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، ۱:۲۰۰۰۰ و مقیاسهای بزرگتر در صورت وجود، عکسهای ماهواره‌ای برای طرحهای بزرگ آبی
- ج- جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰ و مقیاسهای بزرگتر در صورت وجود
- د- جمع‌آوری گزارشهای منابع رسمی (سازمان زمین‌شناسی کشور، شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی فولاد ایران، وزارت نیرو، وزارت کشاورزی، جهاد سازندگی و ...) و مقالات منتشر شده دیگر

۲-۲-۱ بررسی و ارزیابی داده‌های موجود

- الف- ارزیابی منابع یاد شده در چارچوب مشخصات و اهداف طرح
- ب- تعیین موقعیت ساختگاه یا ساختگاههای بالقوه بر روی نقشه‌ها و یا عکسهای هوایی
- ج- تبیین مشخصات عمومی ساختگاه از دیدگاه توپوگرافی و زمین‌شناسی (گزارش اولیه)

۳-۲-۱ بررسیهای صحرایی



الف - تهیه نقشه زمین‌شناختی عمومی گستره طرح به مقیاسهای ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰ بر روی نقشه پایه توپوگرافی (در صورت وجود) به تناسب وسعت گستره، نوع سازه و ابعاد آن به شرح زیر:

- مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ برای طرحهای بزرگ انتقال از حوزه‌ای به حوزه دیگر، انتقال نیرو، مواد سوختی، طرحهای آبیاری در مقیاس منطقه‌ای، راهسازی
- مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برای گستره شبکه‌های آبیاری با سد انحرافی، آبرسانی ناحیه‌ای، نیروگاهها، کارخانه‌ها
- مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای گستره سد و مخزن، تونل انتقال، عمران شهری (مشخصات نقشه‌ها از نظر جزئیات سنگ‌چینه‌شناسی - ساختاری به ترتیبی است که در نشریه شماره ۱۸۰ سازمان برنامه و بودجه درج شده است و لذا، از شرح آن خودداری می‌شود).

- ب- بررسی و ارزیابی وضعیت فیزیکی روباره و سنگ بستر
- تبیین نوع روباره (آبرفت جوان، پادگانه آبرفتی، هشته‌های دامنه‌ای ...)، دانه‌بندی، درجه هوازگی و فرسایش و گسترش روباره بر پایه وضعیت سطحی و گمانه‌های شناسایی
- تبیین درجه و گسترش هوازگی و یا دگرسانی سنگ بستر بر پایه وضعیت سطحی و گمانه‌های شناسایی در صورت لزوم
- برآورد تراکم و چسبندگی روباره و استحکام سنگ بستر (برای جزئیات امر، به نشریه شماره ۱۸۰ سازمان برنامه و بودجه مراجعه شود).

- ج- وضعیت آبرزمین‌شناسی
- شناسایی موقعیت چشمه‌ها و برآورد آبدهی، دما و کیفیت آنها (نمونه‌گیری برای آزمایشگاه)
- تعیین وضعیت سطح ایستابی بر پایه گمانه‌های اکتشافی (در صورت وجود گمانه)
- برآورد نفوذپذیری روباره (بر پایه دانه‌بندی و درجه سیمان‌شدگی) و سنگ بستر (بر پایه وضعیت گسستگیها و ماهیت سنگ‌شناسی)
- تعیین نفوذپذیری به روشهای متداول (بر پایه آزمایشهای صحرایی تراوایی استاندارد شده)

- د- درزه‌نگاری
- تبیین ناپیوستگیهای چیره توده سنگ بستر بر پایه فراوانی آنها (راهنمای درزه‌نگاری در نشریه شماره ۱۸۰ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است)
- در مرحله شناسایی تنها درزه‌های چیره معرفی شده و درزه‌نگاری تفصیلی و تهیه نمودارهای همتراز در مرحله توجیهی ارائه می‌شود).



شرح زمین‌شناسی، سنگ‌چینه‌شناسی، زمین‌ساخت و آبریزشناسی گستره طرح به تفصیل و بر پایه ردیفهای ذکر شده در نشریه شماره ۱۸۰ سازمان برنامه و بودجه

#### الف- زمین‌ریختشناسی

تشریح جزئیات زمین‌ریختی ساختگاه به گونه‌ای که در نشریه شماره ۱۸۰ سازمان برنامه و بودجه آمده است.

#### ب- روباره

نوع، منشأ، موقعیت زمین‌شناختی، گسترش، ضخامت، دانه‌بندی، درجه‌گردشدگی (بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیر سطحی موجود)

#### ج- سنگ‌بستر

تشریح انواع سنگها، سن، موقعیت چینه‌شناسی، گسترش، تبدیل جانبی، تبیین درجه و عمق هوازدگی یا دگرسانی بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیر سطحی موجود (در مورد درجه هوازدگی و یا دگرسانی<sup>۱</sup> استاندارد ISRM ملاک است).

#### د- ساختار

- تبیین ساختار کلی ساختگاه، موقعیت ساختار گستره طرح
- شیب و امتداد لایه‌ها و چین خوردگیها
- مشخصات گسله‌ها شامل نوع گسله، مقدار جابه‌جایی پهنای زون‌برشی، مصالح زون
- مشخصات درزه‌های چیره مطابق نشریه شماره ۱۸۰ سازمان برنامه و بودجه
- سایر ویژگیهای ساختاری



ه- آبریز شناسی شامل:

• وضعیت کلی:

تشریح ویژگیهای کلی هیدرودینامیکی سازندهای گوناگون آبرفتی و یا سنگی گستره ساختگاه بر پایه جنس، درجه سیمان‌شدگی و چگونگی گسترش روباره، فراوانی، موقعیت هندسی درزه و شکافها و یا پدیده‌های انحلالی در توده سنگ بستر

تشریح چگونگی جریان آب زیرزمینی و مجاری آبگذر بر پایه ویژگیهای روباره، جنس و ساختار سنگ بستر

• سطح ایستابی:

تبیین سطح ایستابی با توجه به مسیرهای تخلیه آبهای زیرزمینی در گستره ساختگاه و یا پیرامون آن این امر با توجه به مظاهر طبیعی آب زیرزمینی و یا بر پایه گمانه‌های اکتشافی مشخص می‌شود. چنانچه یک یا هیچیک از دو داده یاد شده وجود نداشته باشد با توجه به ویژگیهای عمومی آب زمین‌شناسی گستره ساختگاه درباره سطح ایستابی ابراز نظر می‌شود.

• تراوایی<sup>۱</sup> (نفوذپذیری):

- تبیین حدود تراوایی انواع گوناگون روباره (واریزه، آبشست دامنه‌ای، پادگانه‌های آبرفتی، آبرفت بستر رودخانه، ...) بر پایه جنس، دانه‌بندی و سیمان‌بندی آنها
- تراوایی بر حسب واحد سانتیمتر بر ثانیه (cm/s) بیان می‌شود.
- تبیین حدود تراوایی واحدهای گوناگون با توجه به جنس، فراوانی درزه و شکاف و یا حفرات انحلالی تراوایی سنگ به واحد لوژن بیان می‌شود (در صورت وجود نتایج آزمایش آب در گمانه‌ها)
- ارائه ارقام تراوایی روباره و پی سنگ چنانچه آزمایش صحرایی تراوایی در گمانه و یا چاهک انجام شده باشد.

۱-۲-۵ ویژگیهای ژئوتکنیکی:

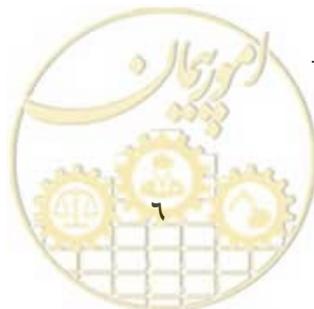
الف- تبیین تراکم و چسبندگی روباره به تفکیک نوع

ب- تبیین مقاومت فشاری سنگ بستر (جداگانه برای هر یک از واحدهای سنگی)

ج- تبیین کیفیت و مدول تغییر شکل توده سنگ بستر

د- تبیین مقاومت برشی توده سنگ بستر

1-Permeability



۶-۲-۱ بهسازی پی:

الف- تخمین عمق پی کنی و خاکبرداری با توجه به ویژگیهای سازه

ب- ارزیابی مقدماتی پایداری شبروانیهای پی کنی

ج- تخمین عمق تزریق تحکیمی

د- تخمین عمق پرده آببند (ساختمان سد)

۷-۲-۱ دریاچه سدها

الف- تشریح وضعیت زمین‌شناختی همانند ردیفهای ۱-۴-۲-۱ تا قسمت ۲-۴-۲-۱

ب- وضعیت آب‌بندی از نظر توپوگرافی (امکان فرار آب به دره‌های مجاور) و یا زمین‌شناختی (تراوایی روباره

و یا سنگ بستر، امکان فرار آب از مجاری کارستی و یا زونهای گسلیده)

ج- پایداری دامنه‌ها شامل:

- وضعیت دامنه‌ها و شبروانیها در وضعیت طبیعی، تشریح اشکال گوناگون ناپایدار در صورت وجود
- پیش‌بینی وضعیت دامنه‌ها پس از آبرگیری، تشریح چگونگی ریزشهای ممکن و ارزیابی مقدماتی خطرات احتمالی

۸-۲-۱ سازه‌های زیرزمینی

الف- تشریح وضعیت زمین‌شناختی همانند ردیفهای ۱-۴-۲-۱ تا قسمت هـ ۲-۴-۲-۱

ب- بررسی گازهای موجود در زمین

ج- برآورد مقدماتی زمان ایستایی با توجه به ابعاد سازه

د- برآورد مقدماتی تمهیدات نگهداری

هـ- برآورد درجه حرارت زمین در تراز سازه زیرزمینی

۹-۲-۱ نتایج

الف- تبیین نکات اصلی هر یک از بندهای یاد شده به گونه‌ای که وضعیت پی و مسائل آن را به خوبی در بر گیرد.

ب- ارزیابی کلی پی با توجه به نوع و ابعاد سازه

۱۰-۲-۱ پیشنهادها

این پیشنهادها مربوط به مرحله توجیهی و شامل موارد زیر است:



الف- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی با مقیاس بزرگ

ب- درزه‌نگاری تفصیلی

ج- برنامه عملیات اکتشافی و نمونه‌گیری

د- آزمایشهای صحرایی و برجا (سطحی و زیرزمینی) در روباره و سنگ بستر

ه- آزمایشهای آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های روباره، سنگ بستر، آب و سایر مصالح

۲- مرحله توجیهی

۱-۲ کلیات رئوس مطالعات

۱-۱-۲ کارهای دفتری

- جمع‌آوری اطلاعات موجود و مدارک پایه از گستره طرح
- بررسی عکسهای هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی
- بررسی گزارشهای زمین‌شناسی مهندسی مرحله شناسایی

۲-۱-۲ بررسیهای صحرایی

بررسیهای کلی گستره طرح از نظر سنگ‌چینه‌شناسی، ساختار و وضعیت آب‌زمین‌شناسی  
بررسیهای تفصیلی گستره ساختگاه، تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی برداشت تفصیلی ناپیوستگیها

۳-۱-۲ کارهای اکتشافی

- حفاریهای شناسایی و آزمایشهای صحرایی مربوطه
- آزمایشهای بر جای مکانیک خاک و مکانیک سنگ
- بررسیهای آزمایشگاهی مکانیک خاک و سنگ
- بررسیهای ژئوفیزیکی

۴-۱-۲ ارزیابی داده‌ها

۲-۲ گزارش

۱-۲-۲ زمین‌شناسی منطقه



- شرح ویژگیهای گستره از نظر زمین‌ریختشناسی، سنگ‌چینه‌شناسی، زمینساخت و آب‌زمین‌شناسی

۲-۲-۲ ساختگاه

الف- ریختشناسی (جزئیات زمین‌ریختی ساختگاه)

ب- روباره (دانه‌بندی، سیمان‌شدگی و تراکم بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیرسطحی)

ج- سنگ بستر: جنس، سن، هوازدگی و کیفیت (بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیرسطحی)

د- ساختار: جزئیات ساختاری شامل چین‌خوردگی، گسلش و مشخصات ناپیوستگیها (بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیرسطحی)

ه- آب‌زمین‌شناسی: تشریح وضعیت آب‌زمین‌شناسی گستره‌سازه، تراوایی (نفوذپذیری) روباره و پی سنگ (بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیر سطحی)

و- ارزیابی پی:

- طبقه‌بندی مهندسی توده سنگ

- پارامترهای ژئوتکنیکی نمونه‌های پی آبرفتی و توده سنگ

- پارامترهای دینامیکی و استاتیکی توده سنگ

- پارامترهای برشی ناپیوستگیهای چیره و توده سنگ

ز- بهسازی پی:

- پی کنی:

- تعیین عمق خاکبرداری و سنگبرداری، ارزیابی آغازین پایداری شبروانیها

- نگهداری:

برآورد زمان ایستایی و تمهیدات نگهداری موقت

- تزریق تحکیمی:

عمق و آرایش گمانه‌ها

- پرده آب‌بند:

جانمایی و عمق گمانه‌ها، برآورد مصرف سیمان

- پرده زهکش:

جانمایی و عمق گمانه‌ها

ح- نتیجه‌گیری

ط- پیشنهادها برای مطالعات طراحی تشریحی



الف- نقشه‌ها، برشها

- نقشه زمین‌شناسی عمومی گستره طرح
- نقشه زمین‌شناسی تفصیلی گستره ساختگاه
- نقشه همتراز آب زیر زمینی
- نقشه همتراز سنگ کف
- نقشه زمین‌شناسی و برداشت ناپیوستگیهای گالریهای (تونلهای) اکتشافی
- مقاطع زمین‌شناسی پیوست نقشه عمومی به گونه‌ای که ساختار گستره طرح را به خوبی نشان دهد.
- مقاطع زمین‌شناسی مهندسی که در آن: تراکم، تراوایی و کیفیت روباره و سنگ بستر، سطح ایستایی و کارهای بهسازی، نشان داده می‌شود.

ب- نمودارها

- نمودار گمانه‌های اکتشافی و چاهکها
- نمودارهای همتراز ناپیوستگیها
- نمودارهای ارزیابی آغازین پایداری شیروانیها
- نمودار تراوایی بر حسب عمق

ج- جدولها

- جدول حجم و مقادیر کارهای اکتشافی انجام شده
- جدول تراکم روباره (SPT) بر حسب گمانه، عمق
- جدول تراوایی روباره بر حسب گمانه، عمق
- جدول شاخص کیفی سنگ بستر بر حسب گمانه، عمق
- جدول رفتار توده سنگ در برابر فشار آب
- جدول نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی
- جدول نتایج آزمایشهای استاتیکی روباره و سنگ بستر
- جدول نتایج آزمایشهای دینامیکی سنگ بستر



## ۲-۳-۱ کارهای دفتری

- الف- جمع‌آوری اطلاعات پایه و مدارک مورد نیاز گستره طرح
- جمع‌آوری اطلاعات پایه و مدارک موجود از گستره طرح همانند بند ۱-۱ مرحله شناسایی به اضافه کلیه گزارشها و نقشه‌های مطالعات مرحله مذکور
  - نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس برای محل سد و تأسیسات جنبی (۱/۵۰۰ و ۱/۱۰۰۰ یا ۱/۲۰۰۰ بر حسب مورد و شرایط ویژه توپوگرافی و زمین‌شناسی)
  - نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس مسیرهای انتقال آب نظیر خط لوله، کانال، تونل (به مقیاس ۱/۵۰۰۰ و ۱/۱۰۰۰۰ یا ۱/۲۰۰۰۰)

- ب- ارزیابی اطلاعات و داده‌های موجود
- ارزیابی منابع یاد شده در چارچوب مشخصات و اهداف طرح
  - ارزیابی گزارشها و نقشه‌های مرحله شناسایی
  - ارزیابی و تبیین مشخصات عمومی ساختگاه از دیدگاه توپوگرافی و زمین‌شناسی

## ۲-۳-۲ بررسیهای صحرائی

- الف- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی محل سد بر اساس نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱/۵۰۰ و ۱/۱۰۰۰ یا ۱/۲۰۰۰
- ب- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی محدوده سد و مخزن براساس نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱/۵۰۰۰ یا ۱/۱۰۰۰۰
- ج- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی مسیرهای انتقال آب نظیر خط لوله، کانال، تونل و غیره بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰ و ۱/۱۰۰۰۰ یا ۱/۲۰۰۰۰
- د- بررسیهای سطحی زمین‌شناسی شامل بررسیهای کلی گستره طرح از نظر سنگ چینه‌شناسی، ساختار و وضعیت آب‌زمین‌شناسی
- ه- بررسی تفصیلی گستره ساختگاه از نظر زمین‌ریختشناسی، سنگ‌چینه‌شناسی، ساختار و وضعیت آب‌زمین‌شناسی
- و- اندازه‌گیری سیستم ناپیوستگیها به طور تفصیلی در گستره ساختگاه
  - ز- اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی در پیرومترهای ساختگاه

## ۲-۳-۳ کارهای اکتشافی



- الف- تهیه برنامه عملیات اکتشافی به همراه مشخصات فنی عملیات حفاری، آزمایشهای صحرایی مکانیک خاک و سنگ، آزمایشهای آزمایشگاهی و تهیه اسناد مناقصه عملیات فوق
- ب- کنترل و نظارت بر عملیات اکتشافی
- ج- تهیه برنامه عملیات ژئوفیزیک و تهیه اسناد مناقصه و نظارت بر اجرای عملیات فوق

۲-۳-۴ ارزیابی داده‌ها

- الف- تلفیق داده‌های زمین‌شناسی سطحی و زیرسطحی
- ب- تهیه نمودار گمانه‌ها، چاهکها و گودالهای اکتشافی
- ج- تهیه مقاطع زمین‌شناسی و ژئوتکنیک در جهات مختلف بر حسب وضعیت ساختگاه و سازه
- د- تهیه نقشه توپوگرافی سنگ کف
- ه- تحلیل سیستم ناپیوستگیها به طریقه آماری و تعیین سیستم ناپیوستگیهای غالب منطقه
- و- برنامه‌ریزی انجام آزمایشهای برجا برای مرحله طراحی تفصیلی
- ز- تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده‌های سنگی
- ح- تعیین پارامترهای ژئوتکنیکی مورد نیاز طرح از قبیل میزان آبگذری پی، شکستگی و کیفیت توده‌های سنگی، ضخامت روباره و سنگ کف
- ط- محاسبه و تجزیه و تحلیل آزمایشهای تراوایی در سنگ و آبرفت
- ی- تهیه نقشه همتراز آب زیرزمینی محدوده ساختگاه
- ک- بررسی مشکلات و مسائل زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه و ارائه راه‌حلهای مناسب جهت بهسازی پی
- ل- بررسی شرایط زمین‌شناسی مهندسی پی ساختگاه
- م- بررسی راه‌حلهای مناسب برای پایدارسازی نقاط ناپایدار

۲-۳-۵ گزارش

گزارش مرحله توجیهی شامل ارائه کلیه مطالعات زمین‌شناسی اعم از جمع‌بندی اطلاعات موجود، بررسیهای صحرایی، کارهای اکتشافی و ارزیابی داده‌هاست.  
در گزارش زمین‌شناسی طرح در هر قسمت روش مطالعه و بررسی محاسبات ذکر می‌شود.

الف- کلیات شامل:

- مقدمه: خلاصه اهداف طرح، موقعیت جغرافیایی، جاده‌های دستیابی به محدوده طرح
- ارزیابی مطالعات گذشته



- تاریخ شروع و مرحله مطالعات انجام شده، حدود و حجم بررسیهای صحرایی و اکتشافی، حدود و سطح بررسیها و مطالعات انجام شده، نقاط ضعف و قوت مطالعات
- خلاصه مطالعات صحرایی و اکتشافی انجام شده در این مرحله
- نقشه‌های تهیه شده به همراه دقت و حساسیت، حجم کارهای اکتشافی، تعداد و نوع آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی، حجم عملیات ژئوفیزیکی و غیره
- متدولوژی
- در این مقطع روش مطالعات، استانداردها و محاسبات به منظور تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، کارهای اکتشافی نظیر حفاری، آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی با ذکر مأخذ ارائه می‌شود.

#### ب- زمین‌شناسی منطقه‌ای

- شرح زمین‌ریختشناسی کلی منطقه از نظر ویژگیهای ریختشناسی منطقه‌ای، سیستم آبراهه‌ها، روند بلندیها و گودها
- شرح سنگ چینه‌شناسی منطقه‌ای از نظر جنس، زمان توده‌های سنگی
- شرح زمین‌ساخت ناحیه‌ای، بررسی گسلها و نحوه چین‌خوردگی عمومی منطقه
- شرح آبریزشناسی سازندهای مختلف در منطقه

#### ج- ساختگاه

- شرح زمین‌ریختشناسی ساختگاه شامل فرم و ابعاد ساختگاه
- شرح سنگ چینه‌شناسی ساختگاه
- روبره
- شرح جزئیات مربوط به جنس، منشأ تشکیل، ضخامت، وضعیت لایه‌بندی، گسترش، دانه‌بندی، درجه گردش‌دگی با توجه به مجموعه داده‌های سطحی و زیر سطحی و آزمایشگاهی
- سنگ بستر
- تشریح انواع توده‌های سنگی، سن، موقعیت چینه‌شناسی، گسترش، بین‌انگشتی<sup>۱</sup>، تعیین درجه هوازگی یا دگرسانی بر پایه مجموعه داده‌های سطحی و زیر سطحی
- ساختار
- تبیین ساختار کلی ساختگاه، موقعیت ساختار گستره طرح
- جزئیات ساختاری شامل شیب و امتداد لایه‌ها
- مشخصات گسله‌ها شامل نوع گسله، مقدار لغزش، پهنای زون برشی، مصالح زون

1- Interfingring



مشخصات درزه‌های چیره و بررسی آماری درزه‌ها بر اساس نمودارهای اشمیت<sup>۱</sup> و ولف<sup>۲</sup> مطابق

نشریه راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب (۱۲۱ - الف)

- آزمون شناسی
- وضعیت کلی
- تشریح ویژگیهای کلی هیدرودینامیکی سازندهای گوناگون آبرفتی و یا سنگی گستره ساختگاه بر پایه جنس، درجه سیمان شدگی و چگونگی گسترش روباره. فراوانی، موقعیت هندسی درزه و شکافها و یا پدیده‌های انحلالی
- تشریح چگونگی جریان آب زیرزمینی و مجاری آبگذر بر پایه ویژگیهای روباره، جنس و ساختار سنگ و تفسیر و تجزیه و تحلیل نقشه همتراز آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های سطح ایستابی گمانه‌های اکتشافی و تعیین شیب هیدرولیکی از تکیه‌گاهها به سمت رودخانه و یا بالعکس.
- تراوایی (نفوذپذیری)
- تعیین تراوایی انواع گوناگون روباره با ارائه نتایج بررسیهای آماری و بررسی آزمایشهای تراوایی انجام شده و تلفیق این نتایج با جنس، دانه‌بندی، حدود گسترش و سیمان‌بندی آنها
- تراوایی به صورت ضریب تراوایی و بر حسب واحد سانتیمتر بر ثانیه بیان می‌شود.
- تعیین تراوایی توده‌های سنگی با توجه به آزمایشهای انجام شده در گمانه‌ها و میزان فراوانی درز و شکافها، حفرات انحلالی و بررسیهای آماری روی نتایج تراوایی و تأثیر کاهش و یا افزایش عمق و میزان شکستگی در تراوایی (تراوایی توده‌های سنگی بر حسب واحد لوژون بیان می‌شود).
- بررسی آماری روی منحنی‌های فشار به مدت جریان آزمایشهای لوژون و تعیین رفتار سنگ در مقابل فشار تزریق آب و تعیین حد شکستگی هیدرولیکی سنگ در مقابل فشار آب
- واحد لوژون: میزان آبخوری توده سنگی به مقدار یک لیتر در یک متر گمانه در مدت یک دقیقه در فشار یک مگاپاسکال (ده اتمسفر) را یک واحد لوژون می‌گویند.
- تهیه جداول و منحنی‌های فراوانی نمای تراوایی (نفوذپذیری) در روباره و سنگ در اعماق مختلف
- ویژگیهای ژئوتکنیکی
- تعیین تراکم و چسبندگی روباره به تفکیک نوع و لایه‌ها بر اساس آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی و طبقه‌بندی آنها

2- Schmidt

3- Wulff



- تعیین مقاومت فشاری سنگ بستر بر اساس آزمایشهای آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های سنگ (برای هر یک از واحدهای سنگی جداگانه)
- تعیین کیفیت و مدول تغییر شکل توده سنگهای بستر
- تعیین مقاومت برشی توده سنگ بستر
- تعیین مشخصات کامل سیستم‌های اصلی ناپیوستگی مانند شیب و آزمون، بازشدگی، پرشدگی، زبری، فاصله‌داری و غیره
- تعیین انواع ناپایداریهای محتمل با توجه به موقعیت ناپیوستگیهای اصلی در قسمتهای مختلف سازه
- بهسازی پی
- تعیین عمق پی کنی، خاکبرداری با توجه به نتایج حفاری و آزمایشها در رابطه با ویژگیهای سازه
- ارزیابی پایداری شیروانیهای پی‌های سنگی بر اساس پارامترهای ژئومکانیکی توده‌های سنگی و ارائه شیب پایدار
- تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده‌های سنگی و محاسبه پایداری در تونلها و ترانشه‌ها و مغارهای زیرزمینی
- توصیه روشهای پایدار سازی شیروانیها و ترانشه و تونلها و مغارها در حین حفاری
- تعیین دقیق عمق و طراحی شبکه تزریقات تحکیمی در پی‌های سنگی و تونلها
- تعیین دقیق عمق پرده آب‌بند در پی سدها و طراحی پرده‌های آب‌بند در سنگ شامل فواصل گمانه، عمق گمانه‌ها، شیب و آزمون گمانه‌ها، فشار تزریق، نوع ملات و تعداد ردیفهای تزریق
- تهیه مشخصات فنی در مورد انواع تزریقات تحکیمی و آب‌بندی
- تبیین شرایط زمین‌شناسی مهندسی سازه‌های جنبی نظیر سرریز، تونلهای انحراف و تخلیه‌کننده عمقی، سرریزهای اضطراری، نیروگاه در مطالعات سدسازی و بندهای انحرافی، سازه‌های تقاطعی و کانالها در شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- دریاچه سدها
- تشریح وضعیت زمین‌شناختی دریاچه سدها
- وضعیت آب‌بندی از نظر توپوگرافی (امکان فرار آب به دره‌های مجاور) و یا زمین‌شناختی (تراوایی روباره، سنگ بستر امکان فرار آب از مجاری کارستی و یا زونهای گسلیده و یا مسیر قدیمی رودخانه‌های مدفون)
- پایداری دامنه‌های مخزن و تعیین انواع ناپایداریها در صورت وجود و تعیین حجم، نحوه لغزش و ارائه راه‌حلهای مناسب برای پایدارسازی آنها
- پیش‌بینی وضعیت دامنه‌های دریاچه پس از آنگیری و ارزیابی خطرات احتمالی
- جمع‌بندی
- تعیین نکات اصلی هر یک از بندهای یاد شده در بالا به گونه‌ای که وضعیت پی و مسائل آن را به خوبی در برگیرد و شرایط زمین‌شناسی مهندسی محل سازه برای طراحان تعیین شود (با توجه به مجموعه داده‌های سطحی و زیرسطحی و آزمایشگاهی).



### ۳- منابع و مآخذ

استفاده از گزارشهای صنعت آب و مآخذ فنی



Islamic Republic of Iran

**Checklist of Engineering Geological  
Services In Reconnaissance and Feasibility  
Stages for Hydraulic Structures  
(Dam Engineering)**

**No: 225**

**Management and Planning Organization  
Office of the Deputy for Tecnization Affairs  
Bureau Technical Affairs and Stadards**

**Ministry of Energy  
Water Engineering Standards Plan  
Iran Water Resourses Management  
Organization**

**2001/2002**

