

فهرست خدمات مرحله توجیهی

مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی

منابع آب زیرزمینی

نشریه شماره ۲۴۹

وزارت نیرو  
سازمان مدیریت منابع آب  
دفتر استاندارد مهندسی آب

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور  
معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی و تدوین معیارها  
<http://www.omran.net/tsb.mpo>

جمهوری اسلامی ایران

# فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی

نشریه شماره ۲۴۹

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

۱۳۸۱

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۱/۰۰/۳۷

## فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها  
فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی/  
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، ۱۳۸۱.

۱۲ ص. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور فنی؛ نشریه شماره

۲۴۹) انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ (۸۱/۰۰/۳۷)

ISBN 964-425-365-5

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۵/۶۵۱۴۲ مورخ ۱۳۸۱/۴/۱۶

۱. آبهای زیرزمینی - امکان‌سنجی. ۲. آبهای زیرزمینی - آزمایشها. 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. ۲۴۹ ۲۴ س/۳۶۸ TA

ISBN 964-425-365-5

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۳۶۵-۵

فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب

زیرزمینی

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، ۱۳۸۱

قیمت: ۲۵۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالی

ریاست جمهوری  
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور  
دفتر رئیس سازمان

شماره: ۱۰۵/۶۵۱۴۲	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران
تاریخ: ۸۱/۴/۱۶	

موضوع: فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۳۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۲۴۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان «فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی» از نوع گروه دوم، ابلاغ می‌گردد تا از تاریخ ۸۱/۸/۱۵ به اجرا در آید.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند به تشخیص خود مفاد دستورالعمل‌ها، ضوابط و معیارهای مندرج در این نشریه را با توجه به کار مورد نظر در حدود قابل‌نبونی که در نشریه تعیین شده، تغییر داده و آن را با شرایط خاص کار خود نصیبی دهند.

محمد ستاری فر  
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

## پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی) 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) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام‌شده 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) براساس 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 غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۱

## ترکیب اعضای کمیته

نام اعضای کمیته تخصصی «مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی» طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور که در تهیه این پیش نویس مشارکت داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا به شرح زیر است :

دکترای آب و خاک	آقای رحیم اتحاد
فوق لیسانس زمین شناسی	خانم فیروزه امامی
دکترای مکانیک خاک	آقای مرتضی پاکزاد
فوق لیسانس زمین آب شناسی	آقای حسین رشیدی
دکترای آب زمین شناسی	آقای منوچهر سپاسی
دکترای شیمی	خانم مهرافرز مدنژاد
فوق لیسانس فیزیک و فوق لیسانس آب شناسی	آقای عباس هنرمند

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	۱- اقدامات اولیه
۳	۲- مطالعات پایه
۳	۳- گردآوری گزارشها، نقشه‌ها و اطلاعات موجود قبلی و فعلی
۵	۴- ارزیابی مدارک جمع‌آوری شده و برنامه‌ریزی نهایی انجام کار
۵	۵- تهیه نقشه پایه
۵	۶- انجام عملیات صحرایی
۵	۶-۱ ردیابی محیطی
۷	۶-۲ ردیابی مصنوعی
۸	۷- عملیات آزمایشگاهی
۸	۷-۱ ردیابی محیطی
۹	۷-۲ ردیابی مصنوعی
۹	۸- بررسیهای زیست محیطی
۱۰	۹- تحلیل و تفسیر نتایج به دست آمده
۱۰	۹-۱ ردیابی با ایزوتوپ‌های محیطی
۱۱	۹-۲ ردیابی مصنوعی
۱۱	۹-۳ تحلیل و تفسیر ردیابی ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی
۱۲	۱۰- تهیه گزارش نهایی

## مقدمه

در سالهای اخیر، صنایع هسته‌ای در کلیه رشته‌ها کاربرد گسترده‌ای یافته و از جمله آنها کاربرد ایزوتوپ‌ها و رادیوایزوتوپ‌ها در مسائل مربوط به علوم آب بوده که روشی بسیار دقیق و حساس است و بر سایر روشهای معمول رجحان دارد.

احتیاج روزافزون به آب شیرین برای آشامیدن و مصارف کشاورزی و صنعتی اکنون یک مسئله جدی در بسیاری از مناطق جهان است.

به‌طور کلی روشهای ردیابی از جدیدترین پیشرفتهای علمی در مطالعه منابع آب هستند و می‌توانند استنباط و درک بهتری از چرخه آب و در نتیجه اطمینان به موفقیت در برنامه‌ریزی منابع آب و رسیدن به هدف را بدهند. دامنه وسیعی از صنایع هسته‌ای برای هیدرولوژیست قابل استفاده است. کاربرد فنون هسته‌ای در بسیاری از زمینه‌های هیدرولوژی پیشرفت کرده‌است که مهمترین آن در آبهای زیرزمینی است. قسمت اعظم این کاربردها در زمینه هیدرولوژی آبهای زیرزمینی، منطقه غیراشباع خاک، آبهای سطحی و آلودگی آب است.

فنون هسته‌ای یا ایزوتوپی و روشهای ردیابی مصنوعی می‌توانند مسائلی مانند تعیین مبدأ آب زیرزمینی، تعیین سن آن، سرعت و جهت جریان آب زیرزمینی، رابطه بین آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی، ارتباطهای ممکن بین آبخوانهای مختلف، تخلخل موضعی، قابلیت عبور و پخش یک آبخوان را بررسی و توجیه کنند. هزینه انجام چنین بررسیهایی معمولاً در مقایسه با روشهای معمول در هیدرولوژی کم است و به‌علاوه این روشها قادرند در بعضی مواقع اطلاعاتی به‌دست دهند که از سایر روشها نمی‌توان به دست آورد.



بدیهی است ضرورت استفاده از روشهای ردیابی در مطالعات منابع آب در زمان انجام مطالعات نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی موجه می‌شود. استفاده از این روش صرفاً به منظور دستیابی به اطلاعات و یافته‌هایی که از طریق مطالعات متداول به دست نمی‌آید باید مورد توجه قرار گیرد. این مطالعات مکمل مطالعات انجام شده قبلی خواهد بود.

در پایان لازم است بر تفاوت تعریف و محتوای «فهرست خدمات» و «شرح خدمات» و کاربرد آنها، با توجه به استاندارد شماره ۹۵-الف طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور (تعاریف و دامنه کار مراحل مختلف خدمات مهندسی طرحهای آب) تأکید شود. بر آن پایه، فهرست خدمات به عنوان راهنمایی برای تهیه «شرح خدمات» یک طرح مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی در کلی‌ترین حالت‌های ممکن آن تهیه شده است، که با توجه به گوناگونی هدفها، نیازها، شرایط بهره‌برداری یا ویژگیهای بوم زیستی هر ناحیه ممکن است تغییر کند. از این‌رو لازم است در تهیه «شرح خدمات» بخش یا بخشهایی از این «فهرست خدمات» که مستقیماً در ارتباط با هدف طرح قرار می‌گیرد مورد توجه بیشتر باشد و نیازهای مطالعاتی و طراحی متناسب با آن پیش‌بینی شود.

توجه: علامت \* در متن این استاندارد نمایانگر مواردی است که انجام آنها اختیاری می‌باشد.

## ۱- اقدامات اولیه

- ۱-۱ برنامه‌ریزی اولیه انجام کار
- ۲-۱ تعیین اجزای کار و تقسیم‌بندی نوع فعالیتها و مطالعات موردنیاز
- ۳-۱ تعیین دامنه فعالیتها و مطالعات (صحرایی و دفتری)
- ۴-۱ تعیین نیازهای تخصصی و پرسنلی برای انجام مطالعات فوق

- ۵-۱ بررسی نحوه انجام دادن فعالیتها با توجه به نوع و حجم هر یک از آنها
- ۶-۱ بررسی محدودیتهای اجرای طرح و تعیین وسایل و امکانات موردنیاز
- ۷-۱ تنظیم برنامه زمانبندی مطالعات و تعیین اولویتهای
- \* ۸-۱ پیش‌بینی چگونگی هماهنگی بین فعالیت‌های مختلف
- \* ۹-۱ ارتباط با کارفرما برای توجیه کاملتر اهداف و اولویتهای و هماهنگی برای اجرای طرح در زمان پیش‌بینی شده

## ۲- مطالعات پایه

- ۱-۲ برنامه‌ریزی بازدیدهای صحرایی اولیه
- \* ۲-۲ مذاکره و تبادل نظر با کارفرما و مسئولین منطقه برای کسب اطلاعات محلی موردنیاز
- ۳-۲ بررسی مقدماتی محدوده مورد مطالعه
- ۴-۲ شناسایی منابع آب موجود (زیرزمینی و سطحی)
- ۵-۲ جمع‌بندی یافته‌های حاصل از بررسی‌های اولیه

## ۳- گردآوری گزارشها، نقشه‌ها و اطلاعات موجود قبلی و فعلی

- \* ۱-۳ اطلاعات و آمار و نقشه‌های تهیه شده در مطالعات گذشته
- ۲-۳ نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مناسب (  $\frac{1}{250000}$ ،  $\frac{1}{100000}$ ،  $\frac{1}{50000}$ ،  $\frac{1}{25000}$  و ... )
- ۳-۳ کلیه گزارشهای زمین‌شناسی، هیدروکلیماتولوژی، هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی و ژئوفیزیک منطقه مورد مطالعه و نقشه‌های مربوط شامل:
- ۱-۳-۳ اطلاعات مربوط به حفاریهای انجام شده در محدوده مورد مطالعه اعم از

- چاههای آب، نفت، گاز، معدن، چاههای اکتشافی، گمانه‌ها، حفاریهای ژئوتکنیک و زمین‌گرمایی
- ۲-۳-۳ اطلاعات و آمار هواشناسی موجود در محدوده مورد مطالعه و ایستگاههای نزدیک در حوضه‌های مجاور، از جمله:
- \* - نقشه‌های هواشناسی موجود
  - کلیه آمار باران روزانه، ماهانه و سالانه، برف، تبخیر، دما، رطوبت مطلق و رطوبت نسبی و سایر داده‌های هواشناسی
  - \* - نقشه موقعیت کلیه ایستگاههای هواشناسی
- ۳-۳-۳ گردآوری کلیه اطلاعات، گزارشها و نقشه‌های مربوط به آبهای سطحی، شامل:
- شبکه هیدروگرافی، مسیله‌ها و زهکشها در حوضه آبریز محدوده مورد مطالعه
  - تعیین محل و مشخصات دریاچه‌های آب شور و شیرین، تالابها، باتلاقها، مناطق تبخیری و غیره
  - داده‌های مربوط به آبدهی لحظه‌ای و سیلابهای رودخانه‌ها
  - کلیه اطلاعات موجود مربوط به کیفیت آبهای سطحی
- ۴-۳-۳ گردآوری کلیه آمار و اطلاعات، گزارشها و نقشه‌های مربوط به مطالعات آبهای زیرزمینی، شامل:
- نقشه موقعیت منابع آب (چاه، چشمه، قنات و غیره)
  - کلیه گزارشها، آمار و مشخصات هیدروژئولوژیک منابع آب منطقه
  - \* - مشخصات و آمار کلیه چشمه‌های معدنی و زمین‌گرمایی<sup>۱</sup>
  - کلیه اطلاعات و نقشه‌های موجود مربوط به کیفیت منابع آب زیرزمینی
  - کلیه نتایج بررسیهای ردیابی انجام شده در منطقه

#### ۴- ارزیابی مدارک جمع‌آوری شده و برنامه‌ریزی نهایی انجام کار

- ۱-۴ بررسی کلیه گزارشها، نقشه‌ها و اطلاعات و آمار جمع‌آوری شده و تعیین میزان اعتبار و حدود دقت آنها
- ۲-۴ ارزیابی، تجزیه و تحلیل و استخراج داده‌ها و اطلاعات موردنیاز
- ۳-۴ تکمیل و بسط اطلاعات و داده‌های موجود تا مرحله مطالعه
- ۴-۴ تعیین دامنه فعالیتها و تنظیم برنامه نهایی زمانبندی مطالعات و مشخص کردن اولویتها براساس نتایج ارزیابی اطلاعات و مدارک جمع‌آوری شده

#### ۵- تهیه نقشه پایه

- ۱-۵ تهیه نقشه محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مناسب در سیستم UTM به عنوان نقشه پایه
- ۲-۵ پیاده کردن موقعیت زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه روی نقشه پایه با استفاده از نقشه‌های موجود
- ۳-۵ پیاده کردن شبکه هیدروگرافی محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه پایه با استفاده از نقشه‌های موجود

#### ۶- انجام عملیات صحرائی<sup>۱</sup>

##### ۱-۶ ردیابی محیطی

- \* ۱-۱-۶ برنامه‌ریزی بازدید صحرائی و توجیه مطالعه ایزوتوپی

---

۱- عملیات صحرائی با توجه به نوع مطالعه و نظر کارفرما می‌تواند شامل بند ۱-۶ یا بند ۲-۶ و در مواردی شامل بندهای ۱-۶ و ۲-۶ باشد.

- ۲-۱-۶ تهیه برنامه خدمات مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی
- \* ۳-۱-۶ انتخاب ایستگاههای بارانسنجی مناسب روی نقشه پایه جهت برداشت نمونه از نزولات جوی برای تحلیل ایزوتوپی
- ۴-۱-۶ انتخاب و تعیین موقعیت نقاط نمونه برداری روی نقشه پایه (ایزوتوپی و شیمیایی)
- ۵-۱-۶ تهیه برنامه نمونه برداری از منابع انتخابی برای سنجش های ایزوتوپی و تجزیه کامل شیمیایی
- \* ۱-۵-۱-۶ اندازه گیری درجه حرارت آب منابع انتخابی در صحرا
- \* ۲-۵-۱-۶ اندازه گیری هدایت الکتریکی منابع انتخابی در صحرا
- \* ۳-۵-۱-۶ اندازه گیری مقدار کلر منابع انتخابی در صحرا
- ۴-۵-۱-۶ اندازه گیری مقدار گازکربنیک آزاد منابع انتخابی در صحرا
- ۵-۵-۱-۶ اندازه گیری اسیدیته (pH) منابع انتخابی در صحرا
- ۶-۱-۶ برداشت نمونه از منابع تعیین شده برای آزمایش تریتیوم با رعایت ضوابط مربوط<sup>۱</sup>
- ۷-۱-۶ برداشت نمونه از منابع تعیین شده برای تعیین مقدار ایزوتوپهای پایدار با رعایت ضوابط مربوط<sup>۲</sup>
- ۸-۱-۶ برداشت نمونه از هر دوره بارندگی به تفکیک از ایستگاههای انتخاب شده برای تعیین مقدار تریتیوم و ایزوتوپهای پایدار
- ۹-۱-۶ برداشت نمونه از منابع آب انتخابی برای سنجش کربن سیزده و چهارده<sup>۲</sup> و آماده سازی مقدماتی آن در محل طبق ضوابط مربوط<sup>۲</sup>
- ۱۰-۱-۶ حمل نمونه های برداشت شده از صحرا به آزمایشگاه با رعایت ضوابط مربوط<sup>۲</sup>

۱- ضوابط مربوط که در دستورالعمل های کمیته مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی طرح

تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور قید شده است.

۲- برداشت نمونه برای سنجش کربن چهارده در صورت نیاز انجام می گیرد.

ردیابی مصنوعی	۲-۶
برنامه‌ریزی بازدید صحرایی و توجیه مطالعه ردیابی مصنوعی	۱-۲-۶*
تهیه برنامه خدمات مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی	۲-۲-۶
انتخاب نوع و مقدار ردیاب و تعیین روش تزریق مناسب در رقوم مختلف برای نیل به اهداف موردنظر	۳-۲-۶
انتخاب و تعیین موقعیت نقاط تزریق ردیاب و نقاط نمونه‌برداری بر اساس جانمایی گمانه‌های موجود و ساختارهای زمین‌شناسی (چین خوردگی، گسل، درزه، عوارض مورفولوژیکی و ...) و انتقال آنها روی نقشه پایه	۴-۲-۶
تهیه برنامه نمونه‌برداری از منابع انتخابی برای سنجش‌های کامل شیمیایی	۵-۲-۶
اندازه‌گیری درجه حرارت آب منابع انتخاب شده	۶-۲-۶*
اندازه‌گیری هدایت الکتریکی منابع انتخاب شده	۷-۲-۶*
اندازه‌گیری pH منابع آب انتخاب شده	۸-۲-۶
برداشت نمونه از منابع تعیین شده برای تعیین زمینه ردیاب قبل از تزریق	۹-۲-۶
اندازه‌گیری ماده ردیاب در منابع آب انتخاب شده	۱۰-۲-۶
تزریق ماده ردیاب در نقاط انتخابی	۱۱-۲-۶
برداشت نمونه از منابع تعیین شده برای سنجش ردیاب موردنظر در آزمایشگاه	۱۲-۲-۶
کدگذاری نمونه‌های برداشت شده و آماده سازی آنها برای حمل و نگهداری	۱۳-۲-۶
حمل نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه با رعایت ضوابط مربوط <sup>۱</sup>	۱۴-۲-۶

---

۱- ضوابط مربوط که در دستورالعمل‌های کمیته مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور قید شده است.

## ۷- عملیات آزمایشگاهی<sup>۱</sup>

۱-۷	ردیابی محیطی
۱-۱-۷	تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها برای سنجش تریتیوم طبق دستورالعمل مربوط <sup>۲</sup>
۲-۱-۷	تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها برای سنجش اکسیژن هیجده طبق دستورالعمل مربوط <sup>۲</sup>
۳-۱-۷	تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها برای سنجش دیوتریوم طبق دستورالعمل مربوط <sup>۱</sup>
۴-۱-۷	تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها برای سنجش کربن سیزده طبق دستورالعمل مربوط <sup>۱</sup>
۵-۱-۷	تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها برای سنجش کربن چهارده طبق دستورالعمل مربوط <sup>۱</sup>
۶-۱-۷	آنالیز شیمیایی نمونه‌ها، به خصوص یون کلر
۷-۱-۷	محاسبات لازم و بررسی نتایج سنجش‌های فوق
-	محاسبه و تعیین تغییرات اکسیژن هیجده
-	محاسبه و تعیین تغییرات دیوتریوم
-	محاسبه و تعیین تغییرات کربن سیزده
- *	محاسبه و تعیین تغییرات کربن چهارده
-	محاسبه و تعیین تغییرات تریتیوم
-	محاسبه و تعیین تغییرات کاتیونها و آنیونها و تلفیق نتایج ایزوتوپی و شیمیایی
۸-۱-۷	انتقال نتایج روی نقشه پایه

۱- عملیات آزمایشگاهی با توجه به بند ۶ عملیات صحرائی شامل بند ۱-۷ یا ۲-۷ و یا هر دو بند خواهد بود.

۲- ضوابط مربوط که در دستورالعمل‌های کمیته مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور قید شده است.

## ۲-۷ ردیابی مصنوعی

- ۱-۲-۷ تهیه و آماده‌سازی نمونه‌های آب برای سنجش ماده ردیاب تزریق شده
- ۲-۲-۷ تهیه استانداردهای مناسب برای واسنجی دستگاه
- ۳-۲-۷ تعیین ماده ردیاب در نمونه زمینه و نمونه‌های برداشت شده
- ۴-۲-۷ انجام محاسبات مربوط

## ۸- بررسی‌های زیست محیطی<sup>۱</sup>

- ۱-۸ بررسی و تعیین موارد استفاده از منابع آب محدوده مورد مطالعه برای کاربرد ردیابها
  - ۱-۱-۸ بررسی ژئوهیدرومورفولوژی منطقه
  - ۲-۱-۸ بررسی کمی و کیفی آبهای زیرزمینی
  - ۳-۱-۸ تعیین مناطق حساس به لحاظ ژئومورفولوژی منطقه نظیر مناطق کارستی و ...
  - ۲-۸ بررسی و انتخاب ردیابهای مناسب از نظر عدم ایجاد آلودگی
  - ۱-۲-۸ تعیین میزان اکتیویته طبیعی، در صورت استفاده از ردیابهای رادیواکتیو
- غیر محیطی
  - ۲-۲-۸ تعیین میزان زمینه طبیعی مواد ردیاب مورد استفاده (مواد شیمیایی یا رنگی)
  - ۳-۸ بررسی دامنه زمانی و مکانی امکان آلودگی منابع آب و اثرات آن بر محیط
  - زیست در صورت استفاده از ردیابهای رادیواکتیو و شیمیایی
  - ۱-۳-۸ بررسی و تعیین چرخه غذایی و شناخت عادات غذایی مرسوم در منطقه به منظور انتخاب ماده ردیاب مناسب

---

۱- بررسی‌های زیست محیطی در صورت استفاده از ردیابهای مصنوعی مطابق بند ۶-۲ الزامی خواهد بود.



- ۴-۸ بررسی و پیشنهاد روشها و تمهیدات لازم برای پیشگیری از اثرات آلودگی درازمدت و ماندگار کاربرد ردیابها بر محیط زیست انسانی و طبیعی
- ۵-۸ پیش‌بینی و پیشنهاد روشهای آگاهی‌دهندهٔ زمان و مکان کاربرد ردیابهای رادیواکتیو و شیمیایی در محدوده منابع آب مورد استفاده برای مصارف شرب به مصرف کنندگان آب و پیش‌بینی منابع آب سالم جایگزین برای این قبیل مصارف در دوره مورد مطالعه
- ۱-۵-۸ پیش‌بینی و تعبیه وسایل هشدار جمعی در طول مدت آزمایش در منطقه و محدوده مورد مطالعه
- ۶-۸ کنترل و پایش عملیات در طول انجام مطالعات و پس از خاتمه مطالعات تا به دست آوردن تایید سازمان حفاظت محیط زیست برای خاتمه عملیات پایش و سازمان انرژی اتمی در صورت استفاده از رادیوایزوتوپهای غیر محیطی

## ۹- تحلیل و تفسیر نتایج به دست آمده<sup>۱</sup>

- ۱-۹ ردیابی با ایزوتوپهای محیطی
- ۱-۱-۹ رسم نمودارهای لازم از نتایج به دست آمده از آزمایشها به شرح زیر:
- ایزوتوپهای پایدار و عناصر شیمیایی آب
  - رسم نمودار خط آب جوی و آب باران منطقه مورد مطالعه بر پایه ضرایب خط همبستگی و درج شماره یا کد نمونه‌ها بر پایه نتایج اکسیژن ۱۸ و دوتریوم بر روی آن
  - تهیه هیستوگرام‌های اکسیژن ۱۸ و دوتریوم نمونه‌های آب و دیاگرام آنها و تعیین ارتفاع حوضه آبریز منابع آبی

---

۱- برای تحلیل و تفسیر نتایج به دست آمده با توجه به مراحل عملیاتی پروژه (بند ۶) از بندهای ۱-۹ و ۲-۹ استفاده خواهد شد.

۲-۱-۹	بررسی نتایج آزمایشهای تریتیوم، کربن ۱۴ و کربن ۱۳.
۳-۱-۹	محاسبات لازم بر روی نتایج تریتیوم به منظور تعیین سن (سن کوتاه مدت) و تشخیص ارتباط آبها
۴-۱-۹	محاسبات نتایج کربن ۱۴ و کربن ۱۳ به منظور تعیین سن آبها (در مواقعی که آب قدیمی باشد)
۵-۱-۹	تلفیق نتایج سنجش کربن ۱۴ و تریتیوم
۲-۹	<b>ردیابی مصنوعی</b>
۱-۲-۹	رسم نمودار واسنجی دستگاه
۲-۲-۹	رسم نمودار غلظت - زمان
۳-۲-۹	محاسبه مقدار ماده بازیافته
۴-۲-۹	برآورد بده جریان آب زیرزمینی
۵-۲-۹	برآورد سرعت ظاهری آب زیرزمینی
۶-۲-۹	تعیین جهت حرکت آب زیرزمینی
۷-۲-۹	تعیین ضریب پراکندگی
۸-۲-۹	تعیین زمان ماندگاری ردیاب
۹-۲-۹	تعیین ارتباط بین منابع آب مورد آزمایش
۱۰-۲-۹	تعیین ضریب قابلیت انتقال (ضریب آبدگذری) آبخوان
۱۱-۲-۹ *	تعیین نوع جریان (در سازندهای سخت و کارست)
۳-۹	<b>تحلیل و تفسیر ردیابی ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی</b>
۱-۳-۹	تحلیل و تفسیر با استفاده از اطلاعات به دست آمده در راستای اهداف مورد نظر
۲-۳-۹	مانند تعیین ارتفاع منابع تغذیه، منابع آبهای زیرزمینی، ... نتیجه گیری نهایی

## ۱۰- تهیه گزارش نهایی

گزارش نهایی باید به گونه‌ای تهیه شود که جوابگوی تمامی بندهای پیش‌بینی شده در شرح خدمات منضم به قرارداد باشد و با توجه به اهداف موردنظر، تحلیل و نتیجه‌گیری مشخص و دقیق نیز ارائه شود.

In the Name of God  
Islamic Republic of Iran  
Ministry of Energy  
Iran Water Resources Management CO.  
Deputy of Research  
Office of Standard and Technical Criteria

***List of Services for Isotope and Artificial  
Tracing of Ground Water Resources Studies  
at Feasibility Level***

## این نشریه

با عنوان فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی به منظور ارائه چارچوبی یکنواخت و مشترک برای تهیه و تدوین شرح خدمات مطالعات مرحله توجیهی که حسب شرایط و هدفهای مطالعاتی مورد نظر میتواند متفاوت باشد، تهیه شده است. این نشریه راهنمایی برای استفاده از فنون ایزوتوپی و روشهای ردیابی مصنوعی در مطالعات منابع آب زیرزمینی می باشد. با استفاده از فنون فوق الذکر، می توان مسائلی مانند تعیین مبدأ آب زیرزمینی، تعیین سن آن، سرعت و جهت جریان آب زیرزمینی، رابطه بین آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی، ارتباطهای ممکن بین آبخوانهای مختلف، تداخل موضعی، قابلیت عبور و پخش یک آبخوان را بررسی و توجیه کرد. بدیهی است استفاده از روشهای ردیابی صرفاً به منظور دستیابی به اطلاعات و یافته هایی که از طریق معمول به دست نمی آید، ولی خود مکمل مطالعات انجام شده خواهد بود، باید مورد توجه قرار گیرد.

معاونت امور پشتیبانی

مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-365-5



9 789644 253652