

بسمه تعالی  
سازمان مدیریت منابع آب  
مرکز تحقیقات منابع آب (تماب)

**دستورالعمل**  
**نمونه برداری آب جهت اندازه گیری ایزوتوپیهای**  
**محیطی تریتیوم، اکسیژن هیجده و هیدروژن دو**

تهیه: مرتضی پاکزاد  
مرکز مطالعات و تحقیقات کارست کشور

تیرماه ۱۳۷۶

کد: ۴۴۰ - ۴۹ - ۱۰۶۵

## پیشگفتار

نظر به اهمیت منابع آب کارست ، شناخت جامع این منابع با توجه به ویژگیهای خاص آنها جزء یکی از فعالیتهای اصلی مرکز تحقیقات منابع آب در طول برنامه اول توسعه اقتصادی - اجتماعی کشور قرار داشت و در جهت برآورد پتانسیل قابل بهره برداری این منابع حیاتی در سطح کشور ، مرکز پژوهشها و مطالعات کاربردی کارست تاسیس گردید و آغاز به فعالیت نمود .

انجام پژوهش و تحقیقات کاربردی در منابع آب کارست و سازندهای سخت و برگزاری ۱۲ کارگاه صحرایی و اولین سمپوزیوم بین المللی منابع آب کارست با تاکید بر مناطق خشک و نیمه خشک و تهیه مقالات علمی و فنی در زمینه مسائل کارست و تهیه دستورالعملهای اندازه گیری بمنظور آشنائی کارشناسان و تکنسین های سازمانهای آب منطقه ای کشور به شیوه های نوین مطالعاتی منابع آب کارست از فعالیتهای عمده این مرکز تاکنون بوده است .

دستورالعمل نمونه برداری آب جهت اندازه گیری ایزوتوپیهای محیطی تریتیوم ، اکسیژن هیجده و هیدروژن دو که در این گزارش ذکر گردیده ، یکی از متداولترین روشهای نمونه برداری است که امروزه در اکثر آزمایشگاههای معتبر بین المللی جهت شناخت مسائل منابع آب کارست مورد استفاده قرار می گیرد که امید است مورد توجه و استفاده علاقمندان قرار گیرد .

در خاتمه از مدیریت و اعضاء کمیته فنی و کارشناسان مرکز تحقیقات کارست کشور که در این امر همت گماشته اند تشکر و قدردانی نموده و از خداوند متعال توفیق همگان را در جهت پیشبرد اهداف و خدمت به کشور جمهوری اسلامی ایران مسئلت می نماید .

ناصر رستم المشار

قائم مقام سازمان و رئیس مرکز

## بسمه تعالی

### مقدمه

منابع آب کارست یکی از اساسی ترین منابع تامین کننده آب شرب می باشد که با توجه به ویژگیهای خاص آنها، بهره گیری از متدولوژی کاربردی و تکنولوژیهای نوین بمنظور شناخت آنها حائز اهمیت است.

در میان روشهای مطالعاتی منابع آبهای کارستی، روش اندازه گیری ایزوتوپیهای محیطی از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بر سایر روشها ارجحیت دارد. با کمک این روش نه تنها مدت زمان اقامت آب در مخازن کارستی مشخص می شود، بلکه جهت حرکت و نحوه پخش آب در آبخوان تعیین می گردد.

مرکز تحقیقات کارست کشور نیز می کوشد تا همزمان با بهره گیری از روشهای ایزوتوپی جهت حل برخی از مسائل هیدرولوژی کارست از طریق برگزاری کارگاههای صحرایی و تهیه دستورالعمل های مربوطه، کارشناسان سازمانهای آب منطقه ای و علاقمندان را با شیوه های نوین مطالعاتی منابع آب کارست آشنا سازد.

دستورالعملی که هم اکنون در دسترس علاقمندان قرار می گیرد، روش نمونه برداری آب جهت اندازه گیری ایزوتوپیهای محیطی تریتیوم، اکسیژن هیجده و هیدروژن دو میباشد که یکی از متداولترین روشهای نمونه برداری و کاربرد آن در مطالعات نیمه تفصیلی که هم اکنون با همکاری امور مطالعات سازمانهای آب منطقه ای آغاز گردیده بسیار سودمند خواهد بود.

در این جا ضمن تشکر از توجه خاص مقام عالی وزارت نیرو و معاونت محترم امور آب به مسائل کارست و هم چنین مساعدتهای بیدریغ ریاست محترم مرکز تحقیقات منابع آب امید است با برنامه هایی که هم اکنون با همکاری آژانس بین المللی انرژی اتمی در حال انجام است و راه اندازی آزمایشگاه ردیابی مرکز بتوانیم در این زمینه خدمات لازم را به سازمانهای آب منطقه ای ارائه دهیم.

این دستورالعمل توسط آقای دکتر مرتضی پاکزاد کارشناس و عضو کمیته فنی کارست تهیه و توسط کمیته فنی کارست کشور تأیید گردیده است که بدینوسیله از زحمات مشارالیه در تهیه دستورالعمل مذکور و از همکاری اعضاء کمیته متشکل از آقایان: دکتر عزت اله ربیسی - دکتر رضا احمدی پور - دکتر مرتضی پاکزاد - مهندس هاشم کاظمی - مهندس محمدتقی رضائی و مهندس محسن نیرومند سپاس گذاری می نماید.

احمد افراسیابیان

مدیریت مرکز تحقیقات کارست کشور

## دستورالعمل نمونه برداری آب جهت اندازه گیری ایزوتوپهای محیطی تریتیوم،

### اکسیژن هیجده و هیدروژن دو

#### ۱ - آب بارندگی

نظر باینکه ترکیب ایزوتوپهای محیطی نزولات جوی بعنوان اطلاعات اولیه در بررسیهای هیدرولوژی ایزوتوپی و مطالعات هواشناسی بکار می رود، لذا سازمانهای مختلف منجمله آژانس بین المللی انرژی اتمی IAEA با همکاری سازمان جهانی هواشناسی از سالیان گذشته اقدام به تاسیس شبکه جهانی ایستگاههای هواشناسی برای جمع آوری نمونه های ماهیانه آب بارندگی بمنظور تعیین ترکیب ایزوتوپی آنها نموده است. علاوه بر تریتیوم ایزوتوپهای دیگری که در آبهای بارندگی اندازه گیری می شوند عبارتند از: ایزوتوپهای پایدار اکسیژن هیجده و هیدروژن دو (دیوتریوم).

بدست آوردن نتایج ایزوتوپی قابل اطمینان، مستلزم کاربرد دقیق و کامل این روش نمونه برداری و انتقال صحیح نمونه ها به آزمایشگاه می باشد. از آنجا که ترکیب ایزوتوپی نمونه های آب شدیداً در اثر تبخیر تغییر می کند لذا نمونه های جمع آوری شده باید حتماً در ظروف کاملاً بسته و تمیز نگهداری و به آزمایشگاه حمل شوند. ترجیحاً برای این عمل باید از ظروفی استفاده نمود که قبلاً در آزمایشگاه از نظر تبخیر کنترل و آزمایش شده اند. همچنین باید بعد از هر بارندگی نمونه ها را از محل ایستگاه نمونه برداری برداشته و سطح آنها را بوسیله روغن پارافین طبی جهت جلوگیری از تبخیر پوشش داد. بهنگام نمونه برداری ایزوتوپی از آب های بارندگی باید ضمن رعایت دستورالعمل های متداول موجود دستورالعمل زیر را نیز بکار برد:

#### ۱ - ۱ - مدت زمان نمونه برداری:

هر نمونه باید معرف بارندگی دوره یکماهه باشد که شروع آن روز اول هر ماه بوده و تا روز آخر همان ماه ادامه یابد. جهت هماهنگی با نتایج شبکه جهانی می توان از بیستم هر ماه شمسی تا بیستم ماه بعدی بعنوان یک دوره یکماهه نمونه برداری نمود.

### ۱ - ۲ - سیستم نمونه برداری:

جهت جمع آوری آب بارندگی می توان از سیستمهای استاندارد جمع آوری باران موجود در ایستگاههای هواشناسی استفاده نمود و یا از سیستم شکل ۱ استفاده کرد.

این سیستم متشکل است از:

الف - یک قیف بزرگ با قطر یک متر جهت جمع آوری نمونه.

ب - یک سه پایه بمنظور استقرار قیف

ج - یک ظرف چهار لیتری جهت نمونه گیری

### ۱ - ۳ - مقدار نمونه:

حجم ظرفهای جمع آوری نمونه جهت آنالیز تریتیوم  $\frac{1}{4}$  لیتر و جهت آنالیز اکسیژن هیجده و دیوتریوم ۲۰ میلی لیتر می باشد که پیشنهاد می شود از هر ایستگاه دو ظرف  $\frac{1}{4}$  لیتری و دو ظرف ۲۰ میلی لیتری نمونه برداری شود تا در صورت از بین رفتن یک نمونه، نمونه دیگر جایگزین آن گردد.

حداقل مقدار نمونه لازم جهت اندازه گیری تریتیوم، اکسیژن هیجده و دیوتریوم ۳۰۰ میلی لیتر می باشد. در مواقعی که نمونه جمع آوری شده از مقدار ۳۰۰ میلی لیتر کمتر باشد، باید تمامی نمونه جمع آوری شده به آزمایشگاه ارسال تا اقدامات لازم جهت انجام آزمایشات ممکن صورت گیرد. در صورتی که تریتیوم و ایزوتوپهای پایدار نمونه های آب بارندگی در آزمایشگاههای مختلف اندازه گیری شوند، باید ابتدا ظرف ۲۰ میلی لیتر را جهت انجام آزمایشات اکسیژن هیجده و دیوتریوم پر نموده و سپس بقیه را در ظرف  $\frac{1}{4}$  لیتر ریخت. مقدار باران جمع شده در ظرف نمونه گیری سیستم های نمونه برداری استاندارد باید بعد از هر بارندگی قرائت و سپس در ظرفی بزرگتر ریخته و درب آن را محکم بست. جهت جلوگیری از تبخیر نمونه که باعث تغییر ترکیب ایزوتوپی می شود باید ظرف مخزن نمونه را در جای خنک و تاریک قرار داد.

### ۱ - ۴ - تخلیه نمونه:

نمونه بارندگی جمع شده در ظرف نمونه گیر باید حتماً هر روز یا بعد از هر بارندگی تخلیه و مجدداً بعد از خشک کردن بوسیله کاغذ خشک کن و یا پارچه تمیز در محل خود قرار داد.

در صورتی که بدلائلی امکان تخلیه روزانه نمونه وجود نداشته باشد، لازم است بعد از هر بارندگی، مقداری روغن پارافین طبی جهت پوشش سطح نمونه و جلوگیری از تبخیر آن در ظرف نمونه‌گیر وارد نمود. ضخامت لایه پوششی پارافین باید ۵ میلی‌لیتر باشد. نمونه‌هایی که دارای لایه پارافین می‌باشند در ظرف بسته‌ای جمع‌آوری شده و در آخر هر ماه پس از جداسازی لایه پارافین که بوسیله قیف جداکننده و یا از طریق سینون کردن جدا می‌شود، در ظروف نمونه  $\frac{1}{4}$  لیتر و ۲۰ میلی لیتر ریخته می‌شوند.

### ۱-۵- اختلاط نمونه‌ها:

در صورتی که نمونه‌های جمع‌آوری شده در طول مدت یکماهه جهت نگهداری در ظروف مختلف ریخته شده باشند، باید تمامی آنها را در ظرفی بزرگتر کاملاً مخلوط کرده و سپس به ظروف  $\frac{1}{4}$  لیتر و ۲۰ میلی لیتر انتقال داد.

اگر چنانچه ظرف حاوی نمونه‌های بارندگی ماهیانه دارای پارافین باشند، نباید آن را بهم زد، بلکه باید بمدت یک هفته برای تبادل کامل کنارگذاشته شوند و سپس ظروف نمونه  $\frac{1}{4}$  لیتر و ۲۰ میلی لیتر را پر نموده بدین ترتیب علاوه بر مخلوط شدن نمونه، از حل پارافین در آب که بعداً ایجاد اشکال می‌کند جلوگیری می‌شود. اگر میزان نمونه آب بارندگی جمع‌آوری شده در ماه بیشتر از ۵ لیتر باشد باید از یک ظرف ۵ لیتری دیگر جهت نگهداری مازاد آن استفاده نمود. در چنین مواردی باید محتوی هر دو ظرف را در آخر هر ماه کاملاً مخلوط کرده و سپس ظروف نمونه  $\frac{1}{4}$  لیتر و ۲ میلی لیتر را پر نمود.

### ۱-۶- دقت لازم

باید سعی شود تا کلیه مراحل نمونه‌برداری بسرعت و در حداقل وقت انجام گیرد تا نمونه کمتر در معرض تماس با اتمسفر قرار گیرد.

در صورتی که جهت جلوگیری از تبخیر نمونه‌ها از لایه روغن پارافین استفاده شود و امکان جداسازی آن در ایستگاه نمونه‌برداری وجود نداشته باشد، باید این عمل در آزمایشگاه مربوطه صورت گیرد. در این حالت باید سعی شود تا مقدار روغن به حداقل ممکن رسیده، بطوریکه مقدار نمونه خیلی بیشتر از روغن باشد. پیشنهاد می‌شود جهت حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه از ظروف پلاستیکی  $\frac{1}{4}$  لیتر و ۲۰ میلی لیتر استفاده شود.

در این صورت نباید حجم کامل آنها را با نمونه آب پر نمود. جهت تغییر حجم نمونه‌ها در اثر افزایش دما باید ۵ درصد حجم کل ظروف خالی بماند. دقت شود تا جهت حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه از جعبه‌های مخصوص بدون تماس با اشیاء نیز، برنده و سنگین استفاده گردد.

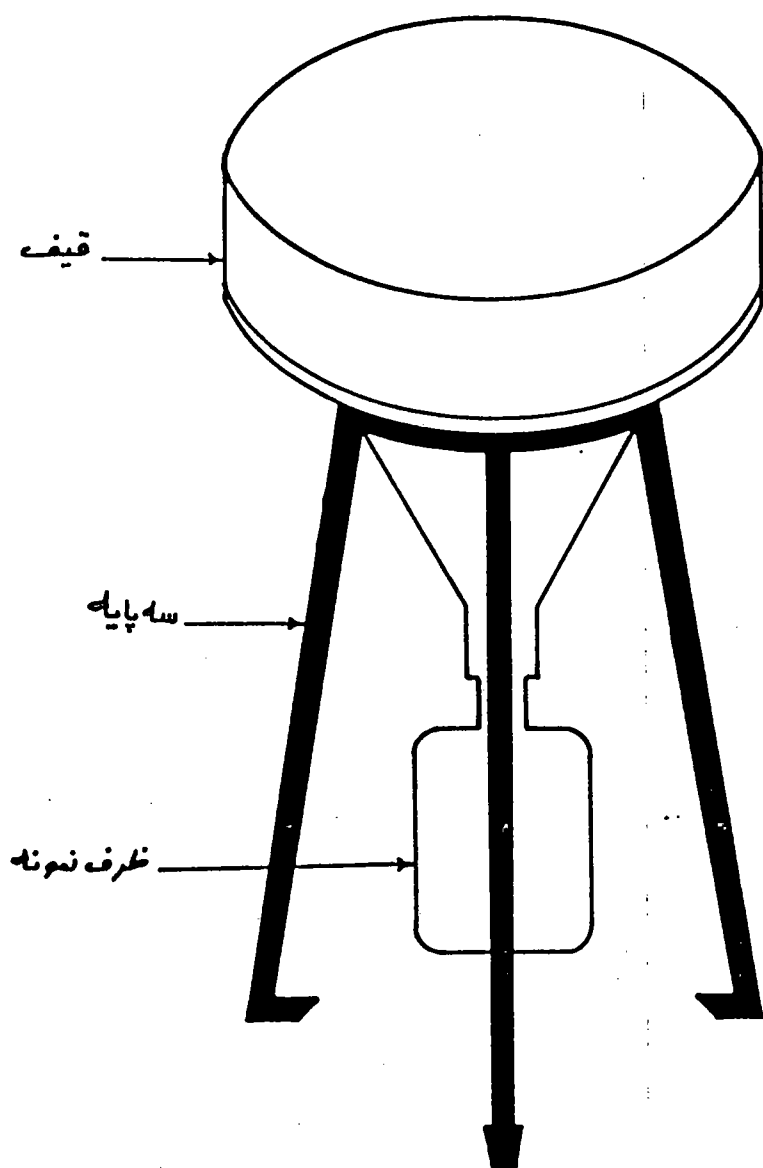
### ۱-۷-کدگذاری:

پس از انتقال نمونه آب بارندگی به ظروف نمونه ۱ لیتر و ۲۰ میلی لیتر باید مشخصات ایستگاه، تاریخ و مقدار کل بارندگی ماهیانه روی ظروف نوشته شود.

### ۲- آب کارست

بمنظور برداشت نمونه آب از منابع کارستی جهت اندازه‌گیری تریتیوم از بطری‌های دهان تنگ پلی اتیلن با گنجایش ۵۰۰ میلی لیتر استفاده شود.

این بطری‌ها باید از نظر نشت آب و از نظر تبخیر قبلاً آزمایش شده باشند. روش نمونه برداری باید براساس دستورالعمل‌های موجود انجام و نمونه‌ها پس از کدگذاری و بسته‌بندی به آزمایشگاه ارسال شوند. باید توجه داشت که به هنگام نمونه برداری نباید تمامی فضای داخل بطری‌های آب پر شود و قسمتی از آن باید خالی بماند.



شکل ۱ - سیستم نمونه برداری آب بارندگی جهت اندازه گیری ایزوتوپهای محیطی