

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای عملیات صحرائی و آزمایشگاهی مطالعات هیدروژئوشیمیایی و ایزوتوپی



اندازه‌گیری‌های صحرائی، نمونه‌برداری و روش‌های آنالیز کیفی و ایزوتوپی

www.ketab.ir

دکتر حسین محمدزاده

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآور:

محمدزاده، حسین، ۱۳۴۶ -

راهنمای عملیات صحرائی و آزمایشگاهی مطالعات هیدروژئوشیمیایی و ایزوتوپی:
اندازه‌گیری‌های صحرائی، نمونه‌برداری و روش‌های آنالیز کیفی و ایزوتوپی/حسین محمدزاده:
ویراستار علمی محمدحسین محمودی‌قزایی؛ ویراستار ادبی هانیه اسدپور فعال‌مشهد.

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

فروست:

شابک:

انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۷۵۳.

ISBN: 978-964-386-445-3

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا.

یادداشت:

کتابنامه ص. [۱۱۸] - ۱۲۳، نمایه.

Water quality-- Measurement

Groundwater -- Quality -- Analysis

Groundwater -- Sampling

Water -- Analysis

Water -- chemistry

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

شناسه افزوده:

شناسه افزوده:

رده‌بندی کنگره:

رده‌بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:

محمودی قزایی، محمدحسین، ۱۳۴۶ -، ویراستار.

دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.

TD۲۶۷

۶۲۸/۱۶

۶۱۵۹۷۹۰

راهنمای عملیات صحرائی و آزمایشگاهی مطالعات هیدروژئوشیمیایی و ایزوتوپی



انتشارات
۷۵۳

پدیدآورنده:

ویراستار علمی:

ویراستار ادبی:

مشخصات:

چاپ و صحافی:

بها:

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

دکتر حسین محمدزاده

دکتر محمدحسین محمودی قزایی

هانیه اسدپور فعال‌مشهد

وزیری، ۲۰۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۳۹۹

چاپخانه دقت

۲۵۰٫۰۰۰ ریال

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس

تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ - ۳۸۸۰۲۶۶۶ (۰۵۱)

مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فرووردين و اردیبهشت،

شماره ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ - ۶۶۴۹۴۴۰۹ (۰۲۱)

مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲

تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

۱۱	پیشگفتار.....
۱۳	مقدمه.....
۱۵	فصل ۱. پیمایش میدانی برای اندازه‌گیری پارامترهای صحرایی آب.....
۱۵	۱-۱ مقدمه.....
۱۶	۱-۲ درجه حرارت (T).....
۱۶	۱-۳ هدایت الکتریکی (EC).....
۱۸	۱-۴ pH.....
۲۱	۱-۵ پتانسیل اکسیداسیون - احیا (Eh).....
۲۳	۱-۶ اکسیژن محلول (DO).....
۲۵	۱-۷ تیتراسیون‌های قلیائیت.....
۳۱	فصل ۲. نمونه‌برداری و روش‌های آنالیز نمونه‌های آب برای اندازه‌گیری یون‌ها.....
۳۱	۲-۱ مقدمه.....
۳۲	۲-۲ نمونه‌برداری و آنالیز آب برای آنیون‌های اصلی (Cl^- و F^- ، SO_4^{2-} ، NO_3^- ، Br^-).....
۳۲	۲-۳ نمونه‌برداری و آنالیز آب برای کاتیون‌های اصلی، فلزات فرعی و کمیاب.....
۳۵	۲-۴ نمونه‌برداری و آنالیز آب برای مواد مغذی (NH_4^+ ، NO_2^- ، NO_3^- و oPO_4).....
۳۶	۲-۵ سولفات و سولفید هیدروژن.....
۳۷	۲-۶ فیلتر کردن نمونه‌های آب در صحرای.....
۴۰	۲-۷ صحت‌سنجی و کنترل کیفی داده‌ها آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب.....

فصل ۳. نحوه نمونه برداری و آنالیز آب باران و منابع آب برای ایزوتوپ‌های

۴۱	اکسیژن و هیدروژن ($^3\text{H}_2\text{O}$, $^2\text{H}_2\text{O}$ و $^{18}\text{O}_2$)
۴۱	۱-۳ مقدمه
۴۲	۲-۳ نحوه نمونه برداری ایزوتوبی از باران برای اندازه گیری مقادیر $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{H}$
۴۲	۱-۲-۳ جمع آوری آب باران در ایستگاه هواشناسی (باران سنج)
۴۴	۲-۲-۳ نحوه انباشت ماهیانه آب باران در ایستگاه‌های هواشناسی
۴۵	۳-۲-۳ نمونه برداری از آب باران ماهیانه برای آنالیز ایزوتوبی
۴۸	۳-۳ نحوه نمونه برداری و آنالیز ایزوتوبی ($\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{H}$) منابع آب
۵۱	۴-۳ نحوه نمونه برداری، روش‌های آشکارسازی و آنالیز تریتموم (T)
۵۱	۱-۴-۳ نحوه نمونه برداری از باران و منابع آب برای آنالیز تریتموم (T)
۵۳	۲-۴-۳ روش‌های آشکارسازی تریتموم با غلظت‌های متفاوت
۵۶	۳-۴-۳ عملیات اندازه گیری غلظت تریتموم در آزمایشگاه و روش محاسبه

فصل ۴. نحوه نمونه برداری از منابع آب برای آنالیز غلظت کربن محلول (DOC و DIC)

۵۹	و ایزوتوپ‌های کربن (^{14}C و $^{13}\text{C}_{\text{DOC}}$, $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$)
۵۹	۱-۴ مقدمه
۶۱	۲-۴ نحوه نمونه برداری و آنالیز غلظت کربن معدنی و آلی محلول (DIC و DOC) و ایزوتوپ‌های پایدار کربن
۶۱	($^{13}\text{C}_{\text{DOC}}$, $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$)
۶۵	۳-۴ نحوه نمونه برداری از منابع آب برای آنالیز رادیو کربن (^{14}C)

فصل ۵. نحوه نمونه برداری از منابع آب برای آنالیز ایزوتوپ‌های نیتрат ($^{18}\text{O}\text{NO}_3^-$ و $^{15}\text{N}\text{NO}_3^-$)

۷۱	و ایزوتوپ آمونیاک ($^{15}\text{N}\text{NH}_4$)
۷۱	۱-۵ مقدمه
۷۱	۲-۵ نحوه نمونه برداری از منابع آب برای ایزوتوپ‌های نیترات ($^{18}\text{O}\text{NO}_3^-$ و $^{15}\text{N}\text{NO}_3^-$)
۷۳	۳-۵ نحوه نمونه برداری از منابع آب برای غلظت و ایزوتوپ نیتروژن آمونیاک ($^{15}\text{N}\text{NH}_4$)
۷۴	۱-۳-۵ اندازه گیری غلظت آمونیوم (NH_4)
۷۵	۲-۳-۵ اندازه گیری مقدار ایزوتوپ نیتروژن آمونیوم ($\delta^{15}\text{N}\text{NH}_4$)
۷۷	۳-۳-۵ اندازه گیری غلظت و ایزوتوپ N_2 ($\delta^{15}\text{N}\text{N}_2$)

فصل ۶. نحوه نمونه برداری از منابع آب برای آنالیز سولفات ($^{18}\text{O}\text{SO}_4^-$ و $^{34}\text{S}\text{SO}_4^-$)

و ایزوتوپ سولفید هیدروژن ($^{34}\text{S}\text{H}_2\text{S}$).....	۷۹
۱-۶ مقدمه.....	۷۹
۲-۶ نحوه نمونه برداری از منابع آب برای اندازه گیری مقدار ایزوتوپ های سولفات ($^{18}\text{O}\text{SO}_4^-$ و $^{34}\text{S}\text{SO}_4^-$).....	۸۰
۱-۲-۶ حذف سولفید با گاز نیتروژن (N_2).....	۸۳
۲-۲-۶ تهیه رسوب سولفات باریم در فیلد.....	۸۳
۳-۲-۶ تغلیظ سولفات توسط رزین تبادل آنیونی و تهیه رسوب سولفات باریم.....	۸۴
۴-۲-۶ تهیه رسوب سولفات باریم از نمونه های آب در آزمایشگاه.....	۸۶
۳-۶ نحوه نمونه برداری از منابع آب برای اندازه گیری مقدار ایزوتوپ سولفید هیدروژن ($^{34}\text{S}\text{H}_2\text{S}$).....	۸۷
۴-۶ آنالیز ایزوتوپ اکسیژن سولفات.....	۸۷
۵-۶ اندازه گیری مقدار ایزوتوپ های سولفات ($\delta^{18}\text{O}\text{SO}_4^-$ و $\delta^{34}\text{S}\text{SO}_4^-$).....	۸۸
۶-۶ دستورالعمل کوتاه و سریع اندازه گیری ایزوتوپ های سولفید ($\delta^{34}\text{S}\text{H}_2\text{S}$) و سولفات ($\delta^{18}\text{O}\text{SO}_4^-$ و $\delta^{34}\text{S}\text{SO}_4^-$).....	۸۸

فصل ۷. نحوه نمونه برداری از منابع آب برای آنالیز غلظت و ایزوتوپ های هالیدها

(F, Cl, Br و I)، گازها (CH_4 ، O_2 ، H_2O ، N_2 ، CO_2) و گازهای نجیب

(Xe و Kr، Ar، Ne، He).....	۹۱
۱-۷ مقدمه.....	۹۱
۲-۷ ایزوتوپ های هالیدها (F، Cl، Br و I).....	۹۲
۱-۲-۷ ایزوتوپ های فلوئور (^{19}F).....	۹۲
۲-۲-۷ ایزوتوپ های کلر (^{37}Cl و ^{35}Cl ، ^{36}Cl).....	۹۲
۳-۲-۷ ایزوتوپ های برم (^{81}Br و ^{79}Br).....	۹۴
۴-۲-۷ ایزوتوپ های ید (^{127}I ، ^{129}I و ^{131}I).....	۹۴
۳-۷ ایزوتوپ های عناصر فرعی.....	۹۶
۴-۷ غلظت و ایزوتوپ های گازهای موجود در آب.....	۹۶
۱-۴-۷ حبیب های گازی در آب.....	۹۷
۲-۴-۷ گازهای محلول در آب.....	۹۷
۳-۴-۷ آنالیز گازهای محلول.....	۹۸
۵-۷ غلظت و ایزوتوپ های گازهای نجیب/بی اثر.....	۹۹
۱-۵-۷ نمونه برداری آب برای گازهای نجیب.....	۱۰۰
۲-۵-۷ نمونه گیرهای نفوذ گازی یا نفوذپذیر نسبت به گاز.....	۱۰۰

تقدیم به

همسر عزیز و پسران گلم

و به کسانی که با پایش دقیق و حفظ منابع آب
باعث پایداری و پیشرفت ایران عزیز می‌شوند.

پیشگفتار

استفاده از تکنیک‌های هیدروژئوشیمیایی و فناوری ایزوتوپی برای مطالعه و شناخت منابع آب، به‌ویژه آب‌های زیرزمینی و آب‌های ژرف، بسیار ضروری و مهم است. کنترل و حفاظت کیفی منابع آب که از اصول توسعه پایدار کشور محسوب می‌شود و برای حفظ سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست ضروری است، نیازمند پایش مداوم و دقیق کیفی آب و تولید داده‌های صحیح و قابل اطمینان می‌باشد؛ چراکه بر ارزیابی داده‌های کیفی آب، قانون‌گذاران و مدیران تصمیم‌گیرنده، اثر سیاست‌های آبی گذشته بر بهبود و یا بدتر شدن کیفیت منابع آب را بررسی خواهند کرد و قادر به اتخاذ تصمیمات و سیاست‌های جدید برای حفاظت از منابع آب و محیط‌زیست خواهند بود. بنابراین، تولید داده‌های دقیق و قابل اطمینان کیفی و ایزوتوپی که با زحمت بسیار زیاد و پرداخت هزینه هنگفت برای نمونه‌برداری نگهداری و آنالیز نمونه‌های آب تهیه می‌شود، نه تنها برای آگاهی از کیفیت منابع آب جهت مصارف مختلف شرب، کشاورزی و صنعت بسیار ضروری است، بلکه نتایج طرح‌های تحقیقاتی نیز زمانی قابل استفاده و کاربردی است که بر مبنای اطلاعات و داده‌های درست و مطابق با واقعیت باشد.

این کتاب حاصل تجربیات عملیات صحرایی، آزمایشگاهی و تحقیقات ۲۵ ساله نویسنده در دانشگاه‌های فردوسی مشهد و شیراز و دانشگاه‌های اتاوا و واترلو کانادا، به‌خصوص در طی دوران تحصیلات دکتری، پسادکتری و فرصت مطالعاتی در کشور کانادا است. مطالب این کتاب راهنمای مناسبی برای دانشجویان و متخصصان به‌منظور نمونه‌برداری از منابع آب جهت مطالعات هیدروژئوشیمی و ایزوتوپی است. در واقع، این کتاب به ارائه روش‌های صحیح تهیه نمونه‌های آب از مرحله نمونه‌برداری تا مرحله آنالیز نمونه‌ها و چگونگی آنالیز نمونه‌های آب می‌پردازد. افر زیادی در نوشتن این کتاب نقش داشته‌اند. از این رو، بر خود لازم می‌دانم از همه آن‌ها به‌خصوص

پروفسور یان کلارک، استاد دانشگاه اتاوا کانادا، به خاطر فراهم آوردن شرایط برای کسب تجربه در آزمایشگاه هیدروژئوشیمی و ایزوتوبی دانشگاه اتاوا و از پروفسور رامون آراونا، استاد دانشگاه واترلو، به خاطر اجازه کار در آزمایشگاه هیدروژئوشیمی و ایزوتوبی های محیطی دانشگاه واترلو و از پروفسور محمد زارع، استاد دانشگاه شیراز، صمیمانه تقدیر و تشکر کنم. همچنین از اساتید ارجمند آقای دکتر غلامحسین کرمی برای داوری علمی این کتاب، آقایان دکتر محمدرضا حسین دخت، دکتر محمدهادی هادی زاده و دکتر عباسعلی اسماعیلی برای کمک به استفاده صحیح و دقیق اصطلاحات علمی، آقای دکتر محمدحسین محمودی قزایی برای ویراستاری علمی کتاب و از سرکار خانم اسدپور برای ویرایش ادبی کتاب صمیمانه تشکر می کنم.

کار کردن و هم فکری با جوانان باهوش در صحرا و در آزمایشگاه در طی انجام پایان نامه، بسیار لذت بخش و باعث خوشبختی است. از همه دانشجویان عزیز به خاطر ایجاد چنان لحظات شاد و خاطرات به یادماندنی و نقش مهم آن ها در پیشرفت مرکز تحقیقات آب های زیرزمینی و ژئوترمال (متآب) و مشارکت ارزشمندشان در نوشتن این کتاب صمیمانه تشکر می کنم. همچنین از دست اندکاران مدیریت نشر آثار علمی دانشگاه فردوسی مشهد، برای نمونه خوانی، ویراستاری ادبی، صفحه آرایی و چاپ کتاب صمیمانه قدردانی می شود.

دکتر حسین محمدزاده

مرکز تحقیقات آب های زیرزمینی و ژئوترمال (متآب)

پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

mohammadzadeh@um.ac.ir

بهار ۱۳۹۹