

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تجزیہ شیمیایی آب و خاک

(با دید زیست محیطی و بهداشتی)

Water and Soil Chemical Analysis
(Health and Environmental View)

مؤلفین:

حسن رضوانی پور

زهرالسادات رضوی دینانی



مرکز انتشارات
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

واحد صنعتی اصفهان

سرشناسه	رضوانی پور، حسن، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور	تجزیه شیمیایی آب و خاک (با دید زیست محیطی و بهداشتی) - (Water and Soil Chemical Analysis: Health and Environmental View) / مؤلفین حسن رضوانی پور، زهرالسادات رضوی دینانی؛ ارزیاب علمی محمدعلی حاج عباسی.
مشخصات نشر	اصفهان: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۲۹۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۵۱-۷۰-۱
وضعیت فهرست نویسی	فیا:
یادداشت	واژه نامه
یادداشت	کتابنامه: ص. [۲۷۱] - ۲۷۷.
یادداشت	نماینه.
موضوع	آب - تجزیه و آزمایش
موضوع	خاک - تجزیه و آزمایش
موضوع	ارزایی اثرات زیست محیطی
موضوع	رنگی - جنبه های زیست محیطی
شناسه افزوده	رضوانی دینانی، زهرالسادات، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده	جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات.
رده بندی کنگره	۱۳۹۳: TD ۳۸۰
رده بندی دیویی	۱۳۹۳: TD ۳۸۰
شماره کتابشناسی ملی	۴۳۴۴:

نام کتاب	تجزیه شیمیایی آب و خاک (با دید زیست محیطی و بهداشتی)	مدیر تولید	رضا زمانی زاده
تألیف	مهندس حسن رضوانی پور، زهرالسادات رضوی دینانی	ناظر فنی	محمد احمدی
ارزیابی علمی	دکتر محمدعلی حاج عباسی	صفحه آرایی	علیرضا نورزاد لاله
ویراستاران علمی	پروفسور بهزاد رضایی، دکتر نورال میرغزالی، دکتر محسن سلیمی	طراح جلد	طاهره رشیدی
ناشر	جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات		
نوبت چاپ	اول		
تاریخ نشر	۱۳۹۳		
شمارگان	۵۰۰ جلد		
تعداد صفحات	۲۹۶ صفحه		
لیتوگرافی	پاریس		
چاپ	کوثر		
صحافی	سید		
قیمت	۱۴۰۰۰ ریال		

* صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد.
 * حق چاپ برای ناشر محفوظ است، تکثیر این کتاب یا بخشی از آن به هر شکل، شرعاً و قانوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است.

* نشانی ناشر: اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - جهاد دانشگاهی - مرکز انتشارات: ۳۳۹۱۲۷۱۱-۰۳۱

دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۰۱-۰۳۱ | فروشگاه: ۳۳۹۱۲۵۹۴-۰۳۱

نشانی الکترونیکی: sec.iut@accr.ac.ir | درگاه: www.jdiut.ac.ir | درگاه: www.isba.ir

مراکز پخش:

- ۱- کتابفروشی جهاد دانشگاهی (اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - تلفن: ۳۳۹۱۲۵۹۴-۰۳۱)
 - ۲- نمایشگاه کتاب جهاد دانشگاهی (تهران - خیابان انقلاب اسلامی - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولی عصر (عج) - جنب مؤسسه نمایشگاههای فرهنگی ایران تلفن: ۸۷۸۷۳۶۶-۰۲۱)
 - ۳- علم گستر سپاهان (اصفهان - خیابان آمادگاه - کوچه فتح آباد - پلاک ۹۰ - تلفن: ۳۳۲۱۹۹۷۸-۹)
 - ۴- کتابیوران (تهران - میدان انقلاب اسلامی - ابتدای خیابان آزادی - خیابان دکتر قریب - پلاک ۷ تلفن: ۶۶۵۶۱۰۰-۰۲۱)
- شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور: ۳۳۹۱۲۵۹۴-۰۳۱

سخن ناشر

جای خرسندی و شکر بسیار است که در آستانه تابش پرتوهای حیات بخش اسلام بر پهنه زمین، خود را در زمانی می یابیم که اندیشه اصلاح نه تنها عبث نیست که پیمودن راههای کمال و رشد در هر بعدی از ابعاد انسانی هموارتر و مدنی تر می نماید. وظیفه آنان که در این دوره و در این سرزمین مقدس زندگی می کنند بس سنگین و دشوار است و بطور خاص مسئولیت دانشگاه و دانشگاهیان در کار حوزه های مقدس علمیه جایگاهی حساس و تعیین کننده در روند حرکت اجتماع دارد. تلاش بگریز و همه جانبه برای بریدن بندهای وابستگی، جهاد مقدسی است که باید دانشگاه و حوزه شروع شود و انتشار کتب علمی از سوی ما کوششی است در راستای آنچه ذکر آن رفت. بدیهی است این کوشش زمانی به نتایج مفید می رسد که با استمرار و مداوم ز سر استادان، دانشگاهیان و اندیشمندان متعهد مورد انتقاد و پیشنهاد سازنده قرار گیرد.

اینک که چاپ اول این کتاب تقدیم دانشگاهیان ارجمند و مشتاق علم می گردد جای دارد از تمامی عزیزانی که در آماده سازی و تدوین آن تلاش نموده و زحمات زیادی را متحمل شده اند تشکر و قدردانی بعمل آید.

مرکز انتشارات دانشگاه
واحد صنعتی جهان

سخن مؤلفین

امروزه کنترل میزان آلاینده‌ها در محیط‌زیست انسانی امری است ضروری و بدون داشتن دانش کافی در سنجش میزان آلاینده‌ها نمی‌توان این مهم را به درستی به انجام رساند. کتاب‌های مختلفی با موضوع روش‌های آزمایشگاهی سنجش آلاینده‌های محیط‌زیست و آزمایش‌های بهداشتی آب با زبان فارسی منتشر شده است اما منبعی واحد و جامع به زبان فارسی که روش‌های مختلف سنجش یک آلاینده و مقایسه و کاربرد هر روش از یک طرف و روش‌های نمونه‌برداری، نگهداری نمونه و شناسایی و حذف مزاحمت‌ها در اندازه‌گیری از طرف دیگر را داشته باشد به ندرت به چاپ رسیده است. کتاب حاضر تلاشی است در این جهت و سعی مؤلفان برآورده کردن این نیازها و همچنین ارائه مطالب جامع در مورد منابع ورود و آثار بهداشتی و زیست‌محیطی و همچنین مقدار مجاز پارامترهای مختلف برای تخلیه به محیط‌زیست بوده است. بیان ساده در اصول روش‌ها و اصول کار دستگاه‌های تجزیه‌ای و یون وارد شدن به معادلات پیچیده یکی دیگر از اهداف مؤلفین بوده است. روش‌های سنجش آلاینده‌های پارامترهای مختلف ارائه شده در کتاب مطابق با استانداردهای جهانی است و با استانداردهای ملی که در آن از مواد سرطان‌زا استفاده می‌شود حذف شده است. برخی پارامترها در آب و خاک بستگی معنی‌داری به هم دارند نظیر سختی و کلیانیته و انتخاب سرفصل‌های کتاب با توجه به همین بستگی پارامترها و ارتباط آنها با یکدیگر بوده است. در ابتدای کتاب مختصری در مورد مهم‌ترین خطاها و روش‌های به حداقل این خطاها ارائه شده است که در صورت رعایت این نکات بسیاری از خطاهای معمول حذف می‌شود و نتایج حاصل به مقدار واقعی نزدیک‌تر خواهد شد. همچنین مطالبی در مورد خطرات بالقوه موجود در آزمایشگاه و نحوه ارائه کمک‌های اولیه در این مورد ارائه شده است تا آلاینده به طور مفصل نمی‌توان در این کتاب همگی این خطرات را یادآور شد و مراجعه به سایر منابع را به همین خواندن دقیق برگه ایمنی اطلاعات مواد شیمیایی قبل از کار با هر ماده شیمیایی توصیه می‌شود.

اگر چه هدف اصلی در تألیف این کتاب کاربردهای زیست‌محیطی و بهداشتی بوده است اما به دلیل اشتراک پارامترهای شیمیایی از این کتاب می‌توان در آزمایشگاه‌های محیط‌زیست، بهداشت حرفه‌ای، کشاورزی، صنعتی و آموزش دانشجویان استفاده کرد.

در ویرایش اول کتاب سنجش آلاینده‌های آب و خاک مد نظر قرار گرفته است و نحوه سنجش اغلب پارامترهای غیرآلی ارائه شده است و هدف آن است در ویرایش بعدی نحوه اندازه‌گیری جامع پارامترهای آلی، سنجش آلاینده‌های هوا و همچنین عیب‌یابی روش‌های پایش برخط به مطالب موجود اضافه شود.

بدون شک کتاب حاضر دارای کاستی‌هایی است. نویسندگان کتاب با آغوش باز و کمال رغبت، پذیرای انتقادات سازنده کلیه عزیزان بوده تا با برطرف کردن نقص‌های احتمالی و افزودن مطالب جدید و به‌روز در جهت بهبود چاپ بعدی کتاب گام بردارند. جهت ارائه نظرات، پیشنهادات، انتقادات و پرسش‌های پیرامون مطالب کتاب آدرس رایانامه H.rezvanipur@ch.iut.ac.ir در نظر گرفته شده است.

حسن رضوانی‌پور
زهرالسادات رضوی دینانی
زمستان ۱۳۹۳

www.ketab.ir

بیوگرافی مؤلفین

حسن رضوانی پور

(فوق لیسانس شیمی تجزیه - دانشگاه صنعتی اصفهان - ۱۳۸۷)

سوابق کاری

- ❖ کارشناس ارشد آزمایشگاه آب، خاک و گیاه، و کنترل کیفیت کودهای تولیدی شیمیایی.
- ❖ کارشناس ارشد آزمایشگاه آلودگی آب و خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده محیط زیست
- ❖ کارشناس ارشد آزمایشگاه های محیط زیست پتروشیمی منطقه پارس، عسلویه.
- ❖ کارشناس ارشد آزمایشگاه کنترل کیفی شرکت معدنی-صنعتی

فعالیت های مرتبط

- ❖ تألیف دستور کار آزمایشگاه آلودگی آب و خاک، آب و خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده محیط زیست
- ❖ ساخت دو حسگر نوری برای سنجش جریه در محارزهای آبی
- ❖ ارائه یک روش جدید جهت سنجش اکسیژن خواهی زیستی در آب
- ❖ ارائه طرح جامع تبدیل کمپوست به کود مایع آلی
- ❖ تولید کودهای شیمیایی آلی و معدنی از منابع جدید

زهرا السادات رضوی دینانی

(فوق لیسانس محیط زیست (گرایش آلودگی) - دانشگاه صنعتی اصفهان - ۱۳۹۰)

فعالیت‌های مرتبط

- ❖ بررسی کارایی جاذب‌های حاصل از پوسته برنج در حذف ترکیبات نفتی از محیط آبی
- ❖ همکاری در طرح جامع فهرست‌برداری کمی و کیفی پساب‌های صنایع آهن و فولاد و تعیین شاخص‌ها و استانداردهای آن
- ❖ همکاری در طرح مدیریت پساب صنایع نانو
- ❖ همکاری در طرح ارتباط بیماری‌ام اس و آلودگی محیطی
- ❖ مجری طرح مدیریت پسماندهای الکترونیک در دانشگاه صنعتی اصفهان

ویراستاران علمی:

پروفسور بهزاد رضایی (عضو هیئت‌علمی دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر نورا... میرغفاری (عضو هیئت‌علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر محسن سلیمانی (عضو هیئت‌علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان)

هدف از تألیف کتاب تجزیه شیمیایی آب و خاک، ارائه روش‌های مناسب و استاندارد جهت سنجش پارامترهای مختلف در آب و خاک متناسب با نوع نمونه است. همچنین به صورت جامع و کلی مطالبی در مورد منابع ورود آلاینده‌ها، آثار بهداشتی و زیست‌محیطی و همچنین مقدار مجاز پارامترهای مختلف در مصارف بهداشتی، کشاورزی و تخلیه به محیط زیست مطالب مفیدی ارائه شده است. در تألیف این کتاب ضمن بهره‌گیری از کلیه مراجع معتبر اعم از کتب علمی و روش‌های استاندارد سازمان‌هایی نظیر سازمان بهداشت جهانی از تجربیات عملی مؤلفین در آزمایشگاه‌های مختلف آب و خاک استفاده شده است. به جهت وارد نشدن به موضوعات پیچیده نحوه کار دستگاه‌های تجزیه‌ای و معادلات شیمیایی و بیان ساده اصول روش‌های سنجش پارامترها از این کتاب می‌توان در آزمایشگاه‌های محیط زیست، بهداشت حرفه‌ای، کشاورزی، صنعتی و آموزش دانشجویان در مقاطع کارشناسی رشته‌های تحصیلی مختلف و انجام پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکترا استفاده کرد.

www.ketab.ir

- ۱-۱ محیط‌زیست، آلودگی و استانداردها ۱
- ۱-۲ معرفی روش‌های تجزیه‌ای در کاربردهای زیست‌محیطی و بهداشتی ۳
- ۱-۳ ایمنی در آزمایشگاه و پیشگیری از خطرات ۷
- ۱-۴ برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) ۱۰
- ۱-۵ علامت‌گذاری، روشی برای طبقه‌بندی خطرات یک ماده شیمیایی ۱۲
- ۱-۶ خطرات اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و راه‌های کاهش آن ۱۴
- ۱-۶-۱ خطای تصادفی (خطای راندم، خطای نامعین) ۱۴
- ۱-۶-۲ خطای معین (جهت‌دار) ۱۴

فصل دوم: هدایت الکتریکی

- ۱-۲ PH ۱۷
- ۱-۲-۱-۱ استفاده از حردهای آلی برای سنجش pH ۱۹
- ۱-۲-۲ سنجش pH نمونه آب با دستگاه pH متر ۲۰
- ۱-۲-۱-۲ واسنجی دستگاه و اندازه‌گیری pH نمونه ۲۱
- ۱-۲-۱-۲ روش انجام آزمایش ۲۲
- ۱-۲-۱-۲ چگونه بدانیم الکترود درست کار می‌کند ۲۳
- ۱-۲-۱-۲ نگهداری از الکترودهای pH متر ۲۳
- ۱-۲-۳ سنجش pH نمونه خاک ۲۴
- ۲-۲ هدایت الکتریکی (EC) ۲۴
- ۱-۲-۲ هدایت الکتریکی آب ۲۶
- ۱-۱-۲-۲ سنجش هدایت الکتریکی نمونه آب ۲۷
- ۲-۲-۲ هدایت الکتریکی خاک ۲۸
- ۱-۲-۲-۲ سنجش هدایت الکتریکی خاک ۲۸

فصل سوم: سختی و قلیائیت

- ۱-۳ سختی آب ۳۱
- ۱-۱-۳ سنجش سختی کل، سختی کلسیمی و سختی منیزیمی ۳۴
- ۱-۱-۱-۳ تجهیزات مورد نیاز ۳۵
- ۱-۱-۱-۲ مواد شیمیایی لازم ۳۵
- ۱-۱-۱-۳ مراحل انجام آزمایش ۳۶
- ۱-۱-۱-۴ محاسبات ۳۷
- ۱-۳-۲ تعیین سختی موقت به روش تیتراسیون با اسید ۳۸
- ۱-۳-۳ محاسبه سختی دائم (غیرکربناتی) ۳۸

- ۳۸ ۲-۳ قلیائیت
- ۴۰ ۱-۲-۳ سنجش قلیائیت به روش تیتراسیون با اسید
- ۴۱ ۱-۱-۲-۳ تجهیزات مورد نیاز
- ۴۱ ۲-۱-۲-۳ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۴۲ ۳-۱-۲-۳ روش انجام آزمایش
- ۴۳ ۴-۱-۲-۳ محاسبات

فصل چهارم: جامدات در آب و خاک

- ۴۹ ۱-۴ جامدات کل
- ۵۰ ۱-۱-۴ سنجش جامدات کل در آب به روش وزنی
- ۵۰ ۱-۱-۴ تجهیزات مورد نیاز
- ۵۰ ۲-۱-۴ روش انجام آزمایش
- ۵۰ ۳-۱-۴ محاسبات
- ۵۱ ۲-۴ جامدات کل محلول
- ۵۱ ۱-۲-۴ سنجش جامدات کل محلول در آب به روش وزنی
- ۵۱ ۱-۱-۲-۴ تجهیزات مورد نیاز
- ۵۲ ۲-۱-۲-۴ روش انجام آزمایش
- ۵۲ ۳-۱-۲-۴ محاسبات
- ۵۲ ۲-۲-۴ سنجش جامدات کل محلول در آب به روش هدایت سنجی
- ۵۴ ۳-۲-۴ اندازه گیری املاح محلول خاک
- ۵۵ ۱-۳-۲-۴ روش انجام آزمایش
- ۵۵ ۲-۳-۲-۴ محاسبات
- ۵۶ ۳-۴ جامدات کل معلق (TSS)
- ۵۶ ۱-۳-۴ سنجش مقدار جامدات کل معلق به روش وزنی
- ۵۶ ۱-۱-۳-۴ تجهیزات مورد نیاز
- ۵۶ ۲-۱-۳-۴ روش انجام آزمایش
- ۵۷ ۳-۱-۳-۴ محاسبات
- ۵۷ ۲-۳-۴ اندازه گیری مقدار جامدات کل معلق به روش کدورت سنجی
- ۵۸ ۴-۴ کدورت
- ۵۹ ۱-۴-۴ سنجش کدورت در آب به روش نفلومتری
- ۶۰ ۱-۱-۴-۴ تجهیزات مورد نیاز
- ۶۰ ۲-۱-۴-۴ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۶۱ ۳-۱-۴-۴ روش انجام آزمایش

فصل پنجم: ترکیبات نیتروژن دار

- ۶۴ ۱-۵ نیترات و نیتريت
- ۶۸ ۱-۱-۵ اندازه گیری نیترات به روش اسپکتروفوتومتری جذب فرابنفش

- ۶۸ ۱-۱-۱-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۶۸ ۲-۱-۱-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۶۹ ۳-۱-۱-۵ روش انجام آزمایش
- ۶۹ ۴-۱-۱-۵ محاسبات
- ۷۰ ۲-۱-۲-۵ اندازه گیری نیترات با استفاده از الکتروود انتخاب گر یون
- ۷۱ ۱-۲-۱-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۷۱ ۲-۲-۱-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۷۱ ۳-۲-۱-۵ روش انجام آزمایش
- ۷۲ ۴-۲-۱-۵ محاسبات
- ۷۳ ۳-۱-۳-۵ اندازه گیری نیترات به روش اسپکتروفوتومتری در ناحیه مرئی
- ۷۳ ۱-۱-۱-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۷۳ ۲-۳-۱-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۷۴ ۳-۳-۱-۵ روش انجام آزمایش
- ۷۵ ۴-۱-۱-۵ محاسبات
- ۷۵ ۴-۱-۴-۵ اندازه گیری نیترات محلول و نیترات قابل استخراج در خاک
- ۷۶ ۱-۴-۱-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۷۶ ۲-۴-۱-۵ روش انجام آزمایش
- ۷۷ ۳-۴-۱-۵ محاسبات
- ۷۷ ۵-۱-۵-۵ اندازه گیری نیتريت به روش اسپکتروفوتومتری
- ۷۸ ۱-۵-۱-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۷۸ ۲-۵-۱-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۷۹ ۳-۵-۱-۵ روش انجام آزمایش
- ۸۰ ۴-۵-۱-۵ محاسبات
- ۸۰ ۲-۵-۲-۵ آمونیاک و نیتروژن آمونیاکی
- ۸۳ ۱-۲-۲-۵ اندازه گیری نیتروژن آمونیاکی در آب با استفاده از الکترود آمونیاک
- ۸۳ ۱-۱-۲-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۸۴ ۲-۱-۲-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۸۴ ۳-۱-۲-۵ روش انجام آزمایش
- ۸۵ ۴-۱-۲-۵ محاسبات
- ۸۶ ۲-۲-۲-۵ اندازه گیری آمونیاک به روش اسپکتروفوتومتری (روش نسلر)
- ۸۷ ۱-۲-۲-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۸۷ ۲-۲-۲-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۸۸ ۳-۲-۲-۵ روش انجام آزمایش
- ۸۸ ۴-۲-۲-۵ محاسبات
- ۸۹ ۳-۲-۳-۵ اندازه گیری آمونیاک به روش تیتراسیون بعد از تقطیر (روش کجلدال)
- ۸۹ ۱-۳-۲-۵ تجهیزات مورد نیاز

- ۸۹ ۲-۳-۲-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۹۰ ۳-۳-۲-۵ روش انجام آزمایش
- ۹۱ ۴-۳-۲-۵ محاسبات
- ۹۱ ۴-۲-۵ اندازه گیری نیتروژن آمونیاکی محلول و قابل تبادل در خاک
- ۹۱ ۱-۴-۲-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۹۱ ۲-۴-۲-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۹۲ ۳-۴-۲-۵ روش انجام آزمایش
- ۹۲ ۴-۴-۲-۵ محاسبات
- ۹۲ ۵-۲-۵ اندازه گیری نیتروژن (ازت) آلی در خاک به روش تیتراسیون بعد از هضم و تقطیر
- ۹۳ ۱-۵-۲-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۹۳ ۲-۵-۲-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۹۴ ۳-۵-۲-۵ روش انجام آزمایش
- ۹۵ ۵-۲-۵ محاسبات
- ۹۶ ۳-۵ سیانید
- ۱۰۱ ۱-۳-۵ اندازه گیری سیانید کل به روش اسپکتروفوتومتری بعد از انجام تقطیر
- ۱۰۲ ۱-۱-۳-۵ هضم و تقطیر نمونه در شرایط اسیدی
- ۱۰۲ ۱-۱-۱-۳-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۰۲ ۲-۱-۱-۳-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۰۲ ۳-۱-۱-۳-۵ روش انجام آزمایش
- ۱۰۴ ۲-۱-۳-۵ اندازه گیری سیانید تقطیر شده به روش اسپکتروفوتومتری
- ۱۰۴ ۱-۲-۱-۳-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۰۴ ۲-۲-۱-۳-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۰۵ ۳-۲-۱-۳-۵ روش انجام آزمایش
- ۱۰۶ ۴-۲-۱-۳-۵ محاسبات
- ۱۰۷ ۲-۳-۵ اندازه گیری سیانید کل با الکتروانتخابگر یون
- ۱۰۷ ۱-۲-۳-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۰۷ ۲-۲-۳-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۰۸ ۳-۲-۳-۵ روش انجام آزمایش
- ۱۰۹ ۴-۲-۳-۵ محاسبات
- ۱۰۹ ۳-۳-۵ اندازه گیری سیانید کل به روش تیتراسیون بعد از انجام تقطیر
- ۱۱۰ ۱-۳-۳-۵ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۱۰ ۲-۳-۳-۵ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۱۰ ۳-۳-۳-۵ روش انجام آزمایش
- ۱۱۰ ۴-۳-۳-۵ محاسبات
- ۱۱۱ ۴-۳-۵ اندازه گیری سیانید به روش اسپکتروفوتومتری مستقیم و بدون انجام تقطیر (روش میانبر)
- ۱۱۱ ۱-۴-۳-۵ تجهیزات مورد نیاز

- ۱۱۱ ۲-۴-۳-۵ مواد شیمیایی موردنیاز
- ۱۱۳ ۳-۴-۳-۵ روش انجام آزمایش
- ۱۱۴ ۴-۴-۳-۵ محاسبات

فصل ششم: اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی زیستی و اکسیژن خواهی شیمیایی

- ۱۱۵ ۱-۶ اکسیژن محلول (DO)
- ۱۱۹ ۱-۱-۶-۱-۱-۶ سنجش اکسیژن محلول در آب به روش تیتراسیون یدومتری (روش وینکلر)
- ۱۱۹ ۱-۱-۶-۱-۱-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۱۹ ۲-۱-۶-۱-۱-۶ مواد شیمیایی موردنیاز
- ۱۲۰ ۳-۱-۶-۱-۱-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۲۲ ۴-۱-۶-۱-۱-۶ محاسبات
- ۱۲۲ ۲-۱-۶-۱-۱-۶ سنجش اکسیژن محلول با استفاده از الکتروود غشایی
- ۱۲۴ ۱-۲-۶-۱-۱-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۲۴ ۱-۱-۶-۱-۱-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۲۶ ۲-۶ اکسیژن خواهی زیستی (BOD)
- ۱۲۹ ۱-۲-۶-۱-۲-۶ اندازه گیری BOD به روش رقیق سازی (محاسبه اکسیژن باقی مانده)
- ۱۳۰ ۱-۱-۲-۶-۱-۱-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۳۰ ۲-۱-۲-۶-۱-۱-۶ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۳۱ ۳-۱-۲-۶-۱-۱-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۳۲ ۴-۱-۲-۶-۱-۱-۶ محاسبات
- ۱۳۳ ۲-۲-۶-۱-۲-۶ اندازه گیری BOD به روش نانومتری (کاهش فشار)
- ۱۳۳ ۱-۲-۶-۱-۲-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۳۳ ۲-۲-۶-۱-۲-۶ مواد شیمیایی موردنیاز
- ۱۳۴ ۳-۲-۶-۱-۲-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۳۵ ۳-۶ اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)
- ۱۳۹ ۱-۳-۶-۱-۳-۶ سنجش COD به روش تقطیر برگشتی بسته - روش اسپکتروفوتومتری
- ۱۳۹ ۱-۱-۳-۶-۱-۱-۳-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۳۹ ۲-۱-۳-۶-۱-۱-۳-۶ مواد شیمیایی موردنیاز
- ۱۴۰ ۳-۱-۳-۶-۱-۱-۳-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۴۱ ۴-۱-۳-۶-۱-۱-۳-۶ محاسبات
- ۱۴۱ ۲-۳-۶-۱-۳-۶ سنجش COD به روش تقطیر برگشتی باز
- ۱۴۱ ۱-۲-۳-۶-۱-۱-۳-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۴۱ ۲-۲-۳-۶-۱-۱-۳-۶ مواد شیمیایی موردنیاز
- ۱۴۲ ۳-۲-۳-۶-۱-۱-۳-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۴۳ ۴-۲-۳-۶-۱-۱-۳-۶ محاسبات
- ۱۴۳ ۳-۳-۶-۱-۳-۶ سنجش COD به روش تقطیر برگشتی بسته - روش تیتراسیون

- ۱۴۴ ۱-۳-۳-۶ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۴۴ ۲-۳-۳-۶ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۴۵ ۳-۳-۳-۶ روش انجام آزمایش
- ۱۴۵ ۴-۳-۳-۶ محاسبات

فصل هفتم: ترکیبات فسفر دار و سولفور دار

- ۱۴۹ ۱-۷ فسفر در آب و پساب
- ۱۵۰ ۱-۱-۷ اندازه گیری ارتوفسفات و پلی فسفات در آب به روش اسپکتروفوتومتری
- ۱۵۱ ۱-۱-۱-۷ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۵۱ ۲-۱-۱-۷ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۵۲ ۳-۱-۱-۷ روش انجام آزمایش
- ۱۵۳ ۴-۱-۱-۷ محاسبات
- ۱۵۳ ۲-۱-۱-۷ اندازه گیری فسفر آلی در آب به روش اسپکتروفوتومتری
- ۱۵۴ ۲-۷ فسفر در خاک
- ۱۵۴ ۱-۲-۷ اندازه گیری فسفر کل، فسفر معدنی و فسفر آلی در خاک
- ۱۵۴ ۱-۱-۲-۷ مواد شیمیایی مورد نیاز جهت استخراج فسفر از خاک
- ۱۵۴ ۲-۱-۲-۷ روش انجام آزمایش
- ۱۵۵ ۳-۷ سولفات
- ۱۵۷ ۱-۳-۲-۷ اندازه گیری سولفات در روش سدیم سنجی
- ۱۵۸ ۱-۱-۳-۷ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۵۸ ۲-۱-۳-۷ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۵۸ ۳-۱-۳-۷ روش انجام آزمایش
- ۱۵۹ ۴-۱-۳-۷ محاسبات

فصل هشتم: ترکیبات کلردار و فلوراید

- ۱۶۱ ۱-۸ کلرید در آب
- ۱۶۳ ۱-۱-۸ اندازه گیری کلرید (Cl) به روش تیتراسیون با نیترات سدیم
- ۱۶۴ ۱-۱-۱-۸ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۶۴ ۲-۱-۱-۸ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۶۵ ۳-۱-۱-۸ روش انجام آزمایش
- ۱۶۵ ۴-۱-۱-۸ محاسبات
- ۱۶۶ ۲-۱-۸ اندازه گیری کلرید با الکتروود انتخاب گر یون (پتانسیومتری)
- ۱۶۷ ۱-۲-۱-۸ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۶۷ ۲-۲-۱-۸ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۶۸ ۳-۲-۱-۸ روش انجام آزمایش
- ۱۶۸ ۴-۲-۱-۸ محاسبات

- ۱۶۹ ۲-۸ کلرید در خاک
- ۱۷۰ ۱-۲-۸ سنجش کلرید در خاک
- ۱۷۰ ۳-۸ کلر آزاد
- ۱۷۳ ۱-۳-۸ اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده به روش اسپکتروفوتومتری
- ۱۷۴ ۱-۱-۳-۸ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۷۴ ۲-۱-۳-۸ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۷۶ ۳-۱-۳-۸ روش انجام آزمایش
- ۱۷۶ ۴-۱-۳-۸ محاسبات
- ۱۷۶ ۴-۸ فلوراید در آب
- ۱۷۸ ۱-۴-۸ اندازه‌گیری فلوتور در آب با الکتروود انتخاب‌گر یون
- ۱۷۹ ۱-۱-۴-۸ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۷۹ ۲-۱-۴-۸ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۷۹ ۳-۱-۴-۸ روش انجام آزمایش
- ۱۸۰ ۴-۱-۴-۸ محاسبات

فصل نهم: ترکیبات آلی

- ۱۸۴ ۱-۹ چربی و گریس
- ۱۸۷ ۱-۱-۹ اندازه‌گیری چربی و روغن به روش وزنی
- ۱۸۸ ۱-۱-۱-۹ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۸۸ ۲-۱-۱-۹ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۸۹ ۳-۱-۱-۹ روش انجام آزمایش
- ۱۹۰ ۴-۱-۱-۹ محاسبات
- ۱۹۱ ۲-۱-۹ اندازه‌گیری مجموع هیدروکربن‌های نفت چربی و روغن با دستگاه IR
- ۱۹۱ ۱-۲-۱-۹ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۹۱ ۲-۲-۱-۹ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۹۲ ۳-۲-۱-۹ روش انجام آزمایش
- ۱۹۳ ۴-۲-۱-۹ محاسبات
- ۱۹۴ ۲-۹ فنول و ترکیبات فنولی
- ۱۹۶ ۱-۲-۹ اندازه‌گیری فنول به روش اسپکتروفوتومتری در حضور ۴-آمینوانتی پیرین
- ۱۹۷ ۱-۱-۲-۹ تقطیر فنول در شرایط اسیدی و جداسازی مزاحمت‌های شیمیایی
- ۱۹۸ ۱-۱-۱-۲-۹ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۹۸ ۲-۱-۱-۲-۹ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۱۹۸ ۳-۱-۱-۲-۹ روش انجام آزمایش
- ۱۹۹ ۲-۱-۲-۹ افزودن واکنشگر و اندازه‌گیری جذب در ۶۴۰ نانومتر
- ۱۹۹ ۱-۲-۱-۲-۹ تجهیزات مورد نیاز
- ۱۹۹ ۲-۲-۱-۲-۹ مواد شیمیایی مورد نیاز

- ۲۰۰ ۳-۲-۱-۲-۹ روش انجام آزمایش
- ۲۰۱ ۴-۲-۱-۲-۹ محاسبات
- ۲۰۲ ۳-۹ شوینده‌ها
- ۲۰۲ ۱-۳-۹ اندازه‌گیری شوینده‌های آنیونی به روش اسپکتروفوتومتری در حضور متیلن‌بلو
- ۲۰۳ ۱-۱-۳-۹ تجهیزات مورد نیاز
- ۲۰۴ ۲-۱-۳-۹ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۲۰۵ ۳-۱-۳-۹ روش انجام آزمایش
- ۲۰۶ ۴-۱-۳-۹ محاسبات
- ۲۰۶ ۴-۹ ماده آلی خاک
- ۲۰۹ ۱-۳-۹ سنجش ماده آلی به روش اکسایش با دی‌کرومات
- ۲۱۰ ۱-۱-۴-۹ تجهیزات مورد نیاز
- ۲۱۰ ۲-۱-۴-۹ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۲۱۱ ۳-۱-۴-۹ روش انجام آزمایش
- ۲۱۱ ۴-۱-۴-۹ محاسبات

فصل دهم: فلزات سنگین در آب و خاک

- ۲۱۶ ۱-۱۰ آماده‌سازی نمونه‌های آب جهت سنجش فلزات سنگین
- ۲۱۷ ۲-۱۰ آماده‌سازی نمونه‌های خاک جهت سنجش فلزات سنگین
- ۲۱۸ ۱-۲-۱۰ هضم نمونه خاک با اسید نیتریک، آب اکسیژنه و هیدروکلریک اسید
- ۲۱۹ ۲-۲-۱۰ هضم نمونه‌های رسوب با مخاض چر اسیدی
- ۲۲۰ ۳-۲-۱۰ استفاده از روش ذوب قلیایی برای هضم و انحلال نمونه خاک و سنگ
- ۲۲۲ ۱-۳-۲-۱۰ ذوب قلیایی و انحلال نمونه در حضور سولیم کربنات
- ۲۲۲ ۱-۱-۳-۲-۱۰ تجهیزات مورد نیاز
- ۲۲۲ ۲-۱-۳-۲-۱۰ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۲۲۲ ۳-۱-۳-۲-۱۰ روش انجام آزمایش
- ۲۲۳ ۲-۳-۲-۱۰ ذوب قلیایی و انحلال نمونه در حضور لیتیم تترابورات و ستابورات
- ۲۲۳ ۱-۲-۳-۲-۱۰ تجهیزات مورد نیاز
- ۲۲۳ ۲-۲-۳-۲-۱۰ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۲۲۴ ۳-۲-۳-۲-۱۰ روش انجام آزمایش
- ۲۲۵ ۳-۱۰ آماده‌سازی نمونه خاک جهت سنجش فلزات سنگین قابل تبادل
- ۲۲۵ ۱-۳-۱۰ سنجش فلزات سنگین قابل تبادل در خاک با *DTPA*
- ۲۲۶ ۱-۱-۳-۱۰ تجهیزات مورد نیاز
- ۲۲۶ ۲-۱-۳-۱۰ مواد شیمیایی مورد نیاز
- ۲۲۶ ۳-۱-۳-۱۰ روش انجام آزمایش

۲۲۷	.....	۴-۱۰ معرفی کاربردی دستگاه جذب اتمی
۲۳۴	.....	۵-۱۰ معرفی کاربردی دستگاه ICP در سنجش فلزات سنگین
۲۴۱	.....	۶-۱۰ انتخاب نوع تکنیک و دستگاه در سنجش فلزات به روش جذب و نشر اتمی
۲۴۵	.....	پیوست (۱) رسم منحنی کالیبراسیون و محاسبات مربوطه در روش های اسپکتروفوتومتری
۲۴۹	.....	پیوست (۲) رسم منحنی کالیبراسیون و محاسبات مربوطه در روش های پتانسیل سنجی
۲۵۱	.....	پیوست (۳)
۲۵۵	.....	پیوست (۴)
۲۵۷	.....	پیوست (۵)
۲۵۹	.....	جدول تناوبی عناصر
۲۶۱	.....	واژه نامه
۲۶۵	.....	نمایه
۲۷۱	.....	کتابنامه