

کیفیت آب

کردآوری و تدوین:

دکتر محبتی بنامش

استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دکتر علی شاه‌مطری

دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

سرشناسه	: خوش روش، مجتبی، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: کیفیت آب/گردآوری و تدوین مجتبی خوش روش، علی شاهنظری.
مشخصات نشر	: ساری: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۴۵۰ ص.
شابک	: 978-600-98674-6-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: آب -- کیفیت
موضوع	: Water quality
موضوع	: آب -- کیفیت -- ارزشیابی
موضوع	: Water quality-- Evaluation
موضوع	: آب آشامیدنی -- تجزیه و آزمایش
موضوع	: Drinking water -- Analysis
موضوع	: آب -- شیمی
موضوع	: Water chemistry
موضوع	: آب آشامیدنی -- آلودگی
موضوع	: Drinking water -- Contamination
موضوع	: آب آبیاری -- کیفیت
موضوع	: Irrigation water -- Quality
شناسه افزوده	: شاهنظری، علی، ۳۵۱ -
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
رده بندی کنگره	: TD۱۷۰/۹۱۳۹۷
رده بندی دیویی	: ۶۲۸/۱۶۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۱۸۸۸۷۱

داوری علمی و تأیید شده در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

کیفیت آب	
گردآوری و تدوین	: مجتبی خوش روش، علی شاهنظری
ناشر	: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
ویراستار ادبی	: دکتر محمدرضا دبیری
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ	: ۱۳۹۷
قیمت	: ۳۹۰۰۰ تومان
چاپ	: نوروزی

پیش‌گفتار

آب یکی از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین عامل حیات موجودات زنده است. به‌طوری که قرآن کریم در آیه ۴۸ سوره فرقان می‌فرماید: او کسی است که بادهای را بشارت‌دهندگانی پیش از رحمتش فرستاد و از آسمان آبی پاک‌کننده نازل کرد.

از آن‌جا که بخش آلوده آب بعضاً غیرقابل استفاده و یا شدیداً مضر است و عملاً بخش عمده‌ای از این آب‌های آلوده موجب اختلال در میزان آب موجود در چرخه آب می‌شود، کاهش آلودگی آب یکی از مهم‌ترین راهکارهای عملی برای مقابله و گذر از این بحران جدی می‌باشد. عوامل آلوده‌کننده آب بسیار گوناگون‌اند که در نتیجه توسعه جوامع شهری، صنعتی و کشاورزی و مدیریت ناصحیح می‌باشد و اثرات زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری را در جهت کاهش کیفیت این منبع به‌دنبال داشته است و می‌تواند هم منابع آب‌های زیرزمینی و هم آب‌های سطحی را آلوده کنند. آلودگی آب در کشورهای در حال توسعه اثرات تخریبی بیشتری نسبت به کشورهای توسعه‌یافته دارد. در کشورهای توسعه‌یافته آرام و آهسته با پیشرفت صنایع روبه‌رو شدند. به همین دلیل فرصت کافی برای مقابله با آلودگی‌های احتمالی به‌وجود آمده را داشتند ولی در کشورهای در حال توسعه، صنایع به‌سرعت وارد این کشورها شده و فرصت کافی برای مقابله با مشکلات ناشی از آلودگی‌ها وجود ندارد. در تهیه این کتاب، از منابع داخلی و خارجی شامل کتب، مقالات و نشریات مختلف که حاصل سال‌ها مطالعه و تحقیق محققان مختلف بوده است استفاده شده است و یکی از جامع‌ترین کتاب‌های موجود در زمینه کیفیت آب می‌باشد. این مجموعه مطابق سرفصل درس بوده و در هشت فصل تنظیم شده است که شامل عناوین فصل‌های زیر است: خصوصیات کیفی آب، استانداردها و آنالیزهای آب شرب، منابع آلودگی آب، حفاظت و بهبود کیفیت آب، مدیریت کیفیت آب، روش‌های اندازه‌گیری و کیفیت آب آبیاری. این بحث و بررسی بیشتر، با تأکید بر شناخت عناصر آلوده‌کننده آب، راه‌کارهای از بین بردن این مشکل و شناخت استانداردهای آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد.

از آن‌جا که کتاب حاضر قابل استفاده در دوره کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌های کشاورزی، علوم آب، محیط زیست، عمران و ... می‌باشد، لذا سعی شده متن کتاب با عبارات ساده، سلیس و روان مورد استفاده قرار گیرد. امید است که مطالب ارائه شده مورد توجه و استفاده دانشجویان کارشناسان علوم آب و کلیه علاقمندان به این موضوع قرار گرفته و بتواند آن‌ها را در دستیابی به مطالب کاربردی و جدید یاری رساند. در پایان از زحمات خانم مهندس کبری ذبیح‌زاده و آقای دکتر مجتبی نجفی که با نظرات ارزشمند به ارتقای سطح علمی کتاب کمک نموده‌اند کمال تشکر به‌عمل می‌آید. همچنین دریافت پیشنهادات از صاحب‌نظران محترم برای بهبود کیفیت کتاب حاضر موجب امتنان خواهد بود.

علی شاهنظری
دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی ساری

مجتبی خوش‌روش
استادیار دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی ساری

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱۶	۱-۱ منابع آب
۱۹	۲-۱ وضعیت منابع آبی در ایران و جهان
۲۱	۳-۱ گردش آب در طبیعت
۲۳	۴-۱ انواع منابع آبی
۲۵	۵-۱ مصارف آب
۲۶	۱-۵-۱ انواع مصارف آب
۲۷	۲-۵-۱ وضعیت مصارف آب در جهان و ایران

فصل دوم: خصوصیات کیفی آب

۳۰	۱-۲ مقدمه
۳۰	۲-۲ پارامترهای کیفیت فیزیکی آب
۳۱	۱-۲-۲ خصوصیات فیزیکی آب
۳۷	۲-۲-۲ اندازه‌گیری کدورت
۳۹	۳-۲-۲ روش‌های حذف کدورت
۴۱	۴-۲-۲ اندازه‌گیری بو
۴۳	۵-۲-۲ روش‌های کنترل ترکیبات ایجادکننده طعم و بو در آب
۴۴	۶-۲-۲ درجه حرارت
۴۶	۳-۲ خصوصیات فیزیکو شیمیایی
۴۷	۱-۳-۲ اندازه‌گیری pH
۴۸	۲-۳-۲ اندازه‌گیری هدایت الکتریکی
۴۹	۴-۲ خصوصیات شیمیایی کیفیت آب
۵۴	۵-۲ سختی
۵۴	۱-۵-۲ انواع سختی
۵۶	۲-۵-۲ اندازه‌گیری سختی
۵۷	۳-۵-۲ اهمیت سختی
۵۸	۴-۵-۲ روش‌های حذف سختی
۶۱	۶-۲ گازهای محلول
۶۲	۷-۲ مواد رادیواکتیو
۶۲	۸-۲ فلزات
۶۳	۱-۸-۲ فلزات غیرسمی
۶۴	۲-۸-۲ فلزات سمی

۶۶	۹-۲ مواد آلی
۷۱	۱۰-۲ مواد مغذی
۷۳	۱۱-۲ عوامل بیولوژیکی کیفیت آب

فصل سوم: استانداردها و آنالیزهای آب شرب

۷۸	۱-۳ مقدمه
۷۸	۲-۳ قوانین آب شرب سالم
۷۹	۳-۳ انواع استانداردها
۸۰	۳-۳ استانداردهای ثانویه
۸۰	۴-۳ مواد دارای بهداشتی
۸۸	۵-۳ جنبه های شیمیایی
۸۸	۶-۳ شاخص های میکروبی و آلودگی مدفوعی آب
۸۹	۳-۶-۱ باکتری های هوازی
۸۹	۳-۶-۲ کلی فرم های تل
۹۰	۳-۶-۳ کلی فرم های مدفوعی
۹۱	۳-۶-۴ استرپتوکوکوس مدفوعی
۹۲	۳-۶-۵ باکتری های بی هوازی
۹۴	۷-۳ کلر آزاد باقی مانده
۹۵	۸-۳ آنالیز آب و فاضلاب
۹۶	۸-۳-۱ روش های نمونه برداری
۹۸	۸-۳-۲ حفاظت از نمونه ها
۹۸	۸-۳-۳ آزمون باکتریولوژیکی آب
۹۹	۸-۳-۴ نمونه برداری از شبکه توزیع آب
۹۹	۸-۳-۵ نمونه برداری از تصفیه خانه فاضلاب
۱۰۰	۸-۳-۶ کیفیت باکتریولوژیکی آب شرب
۱۰۱	۸-۳-۷ نمونه برداری از شیر آب
۱۰۲	۸-۳-۸ نمونه برداری از آب چاه
۱۰۲	۸-۳-۹ نمونه برداری از مخزن
۱۰۲	۸-۳-۱۰ نمونه برداری از رودخانه و آب های جاری
۱۰۲	۸-۳-۱۱ نمونه برداری از آب قنات

فصل چهارم: منابع آلودگی آب

۱۰۶	۱-۴ مقدمه
۱۰۹	۲-۴ منابع آلودگی آب ها

۱۱۰	۱-۲-۴ فاضلاب شهری
۱۱۱	۲-۲-۴ فاضلاب صنعتی
۱۱۳	۳-۲-۴ فاضلاب کشاورزی
۱۱۵	۳-۴ تاثیر آلاینده‌های آب
۱۱۸	۴-۴ عوامل بیماری‌زا
۱۱۹	۵-۴ آلودگی میکروبی دریاها
۱۲۲	۶-۴ آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
۱۲۳	۷-۴ منحنی افت اکسیژن محلول
۱۲۵	۸-۴ اکسیژر خواهی بیوشیمیایی
۱۲۵	۹-۴ اثر بیوشیمیایی به غلظت آلاینده
۱۲۶	۱۰-۴ معادله افت اکسیژن
۱۲۸	۱۱-۴ زمان بحرانی
۱۲۹	۱۲-۴ اکسیژن مورد نیاز بیما
۱۳۰	۱۳-۴ طبقه‌بندی حرارتی
۱۳۲	۱۴-۴ تقسیم‌بندی دریاچه‌ها بر اساس مواد غذایی
۱۳۴	۱۵-۴ طبقه‌بندی آب‌ها بر اساس میزان آلودگی
۱۳۷	۱۶-۴ تغذیه‌گرایی
۱۳۸	۱۷-۴ جلبک‌ها
۱۴۱	۱۸-۴ نیتروژن
۱۴۲	۱-۱۸-۴ تثبیت نیتروژن
۱۴۳	۲-۱۸-۴ جذب نیتروژن
۱۴۳	۳-۱۸-۴ معدنی‌سازی یا آمونیفیکاسیون
۱۴۳	۴-۱۸-۴ نیتریفیکاسیون
۱۴۵	۵-۱۸-۴ دنیتریفیکاسیون
۱۴۶	۶-۱۸-۴ پیامدهای تخلیه فاضلاب‌های حاوی نیتروژن به منابع آبی
۱۴۷	۱۹-۴ نیترات و نیتريت
۱۵۰	۲۰-۴ فسفر
۱۵۰	۱-۲۰-۴ معدنی‌سازی
۱۵۱	۲-۲۰-۴ رسوب ترکیبات فسفره
۱۵۱	۳-۲۰-۴ حذف فسفر در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب
۱۵۳	۲۱-۴ سولفات
۱۵۴	۱-۲۱-۴ معدنی‌سازی سولفور آلی

۱۵۵.....	۲-۲۱-۴ واکنش‌های اکسیداسیون سولفور.....
۱۵۶.....	۳-۲۱-۴ احیا سولفات.....
۱۵۶.....	۴-۲۱-۴ جنبه‌های زیست محیطی باکتری‌های اکسیدکننده سولفور.....
۱۵۷.....	۵-۲۱-۴ حذف سولفور پیریت از زغال سنگ‌ها.....
۱۵۸.....	۲۲-۴ کلریدها.....
۱۶۰.....	۲۳-۴ آهن.....
۱۶۱.....	۲۴-۴ منگنز.....
۱۶۳.....	۲۵-۴ سد.....
۱۶۴.....	۲۶-۴ اسید.....
۱۶۴.....	۲۷-۴ لیوم.....
۱۶۵.....	۲۸-۴ فلوئور.....
۱۶۶.....	۲۹-۴ جیوه.....
۱۶۸.....	۳۰-۴ آرسنیک.....
۱۷۰.....	۳۱-۴ باریم.....
۱۷۱.....	۳۲-۴ سلنیوم.....
۱۷۲.....	۳۳-۴ کادمیوم.....
۱۷۴.....	۳۴-۴ کروم.....
۱۷۵.....	۳۵-۴ آلومینیوم.....
۱۷۷.....	۳۶-۴ سیانید.....
۱۷۸.....	۳۷-۴ آزبستوز.....
۱۷۹.....	۳۸-۴ تفره.....
۱۸۰.....	۳۹-۴ سرب.....
۱۸۱.....	۴۰-۴ مس.....
۱۸۳.....	۴۱-۴ روی.....
۱۸۴.....	۴۲-۴ مولیبدن.....
۱۸۵.....	۴۳-۴ نیکل.....
۱۸۶.....	۴۴-۴ سیلیس.....
۱۸۶.....	۴۵-۴ برم.....
۱۸۷.....	۴۶-۴ خطر بهداشتی رادیولوژیکی.....
۱۸۷.....	۴۷-۴ یون اورانیل.....
۱۸۷.....	۴۸-۴ رادون.....
۱۸۸.....	۴۹-۴ آفت کش‌ها.....

۱۸۸.....	۴-۵۰ ترکیبات آلی.....
۱۹۱.....	۴-۵۱ ترکیبات شیمیایی آلی مصنوعی (SOCs).....
۱۹۲.....	۴-۵۲ ترکیبات فرار (VOCs).....
۱۹۳.....	۴-۵۳ آلودگی های نفتی.....
۱۹۵.....	۴-۵۳-۱ مکانیسم های اصلی آلودگی نفتی آب های زیرزمینی.....
۱۹۶.....	۴-۵۳-۲ تکنولوژی های تصفیه آب های آلوده به مواد نفتی.....
۱۹۶.....	۴-۵۴ پالایش زیستی.....
۱۹۷.....	۴-۵۵ حرارت.....

فصل پنجم: حفاظت و بهبود کیفیت آب

۲۰۰.....	۵-۱ بهسازی منابع آب.....
۲۰۵.....	۵-۱-۱ بهسازی چشمه ها.....
۲۰۶.....	۵-۱-۲ بهسازی پناه.....
۲۰۷.....	۵-۱-۳ بهسازی تالاب.....
۲۰۸.....	۵-۱-۴ بهسازی آب ابر.....
۲۰۹.....	۵-۲ تاریخچه تصفیه آب.....
۲۱۰.....	۵-۳ انتخاب روش تصفیه آب.....
۲۱۱.....	۵-۴ تصفیه خانه آب.....
۲۱۴.....	۵-۵ عوامل موثر بر مصرف آب شهری.....
۲۱۴.....	۵-۶ انتخاب محل تصفیه خانه.....
۲۱۵.....	۵-۷ طبقه بندی آب های خام بر اساس فرایندهای تصفیه.....
۲۱۶.....	۵-۸ اهداف روش های تصفیه آب.....
۲۱۷.....	۵-۹ مراحل مختلف تصفیه آب.....
۲۱۹.....	۵-۱۰ میزان تاثیرپذیری مراحل مختلف تصفیه آب.....
۲۲۱.....	۵-۱۱ تصفیه مقدماتی آب.....
۲۲۲.....	۵-۱۲ آبگیر.....
۲۲۲.....	۵-۱۳ آشغالگیری.....
۲۲۳.....	۵-۱۴ توری های آب های سطحی.....
۲۲۴.....	۵-۱۵ تصفیه شیمیایی مقدماتی.....
۲۲۶.....	۵-۱۶ ته نشینی مقدماتی.....
۲۲۸.....	۵-۱۷ ذخیره سازی.....
۲۲۸.....	۵-۱۸ هوادهی.....
۲۳۶.....	۵-۱۹ جذب.....

- ۲۳۷..... ۱-۱۹-۵ جذب سطحی فیزیکی
- ۲۳۷..... ۲-۱۹-۵ جذب سطحی تبدیلی
- ۲۳۷..... ۳-۱۹-۵ جذب سطحی شیمیایی
- ۲۳۸..... ۴-۱۹-۵ انواع مواد جاذب
- ۲۴۳..... ۲۰-۵ کلرزنی مقدماتی
- ۲۴۳..... ۲۱-۵ تصفیه متعارف آب
- ۲۴۳..... ۱-۲۱-۵ انعقاد و لخته‌سازی
- ۲۴۶..... ۲۲-۵ مک‌نایسم ناپایدارسازی کلونیدها
- ۲۵۳..... ۲۳-۵ اثر بر راندمان یک منعقدکننده
- ۲۵۳..... ۲۴-۵ مکان منعقدکننده‌ها
- ۲۵۶..... ۲۵-۵ جارت‌ت
- ۲۵۸..... ۲۶-۵ اختلاط سریع
- ۲۵۹..... ۲۷-۵ اختلاط بسیار سریع یا اختلاط در خط
- ۲۶۲..... ۲۸-۵ ارتباط قلیابیت و انعقاد
- ۲۶۳..... ۲۹-۵ ته‌نشینی
- ۲۶۵..... ۳۰-۵ تعداد حوضچه‌ها
- ۲۷۳..... ۳۱-۵ فیلتراسیون
- ۲۹۷..... ۳۲-۵ گندزدایی
- ۲۹۹..... ۱-۳۲-۵ روش‌های گندزدایی
- ۳۱۷..... ۲-۳۲-۵ عوامل موثر در گندزدایی با کلر
- ۳۲۷..... ۳-۳۲-۵ سایر کاربردهای کلر برای گندزدایی
- ۳۲۷..... ۴-۳۲-۵ محصولات جانبی گندزدایی ازن زنی
- ۳۳۹..... ۳۳-۵ فرایندهای خاص تصفیه آب
- ۳۳۹..... ۳۴-۵ کاهش سختی آب
- ۳۴۰..... ۱-۳۴-۵ سختی‌گیری جزئی با آهک
- ۳۴۱..... ۲-۳۴-۵ سختی‌گیری با آهک مازاد
- ۳۴۲..... ۳-۳۴-۵ سختی‌گیری با آهک - کربنات سدیم
- ۳۴۴..... ۴-۳۴-۵ نرم‌سازی با سود سوزآور (NaOH)
- ۳۴۵..... ۵-۳۴-۵ نرم‌سازی با آهک و سود سوزآور
- ۳۴۷..... ۲۵-۵ رزین‌های کاتیونی قوی
- ۳۴۸..... ۳۶-۵ رزین‌های آنیونی قوی
- ۳۴۹..... ۳۷-۵ رزین‌های کاتیونی ضعیف

۳۴۹	۳۸-۵ رزین‌های آنیونی ضعیف
۳۵۱	۳۹-۵ احیای رزین
۳۵۳	۴۰-۵ حذف نیترات با استفاده از روش تبادل یونی
۳۵۴	۴۱-۵ حذف آهن و منگنز
۳۵۴	۴۲-۵ کنترل طعم و بو
۳۵۵	۴۳-۵ فلوئور زنی و فلوئورزدایی
۳۵۸	۴۴-۵ نمک‌زدایی از آب
۳۶۷	۴۵-۵ مخازن توزیع آب
۳۶۸	۴۶-۵ محاسبه حجم مخزن
۳۷۲	۴۷-۵ تلفات آب

فصل ششم: مدیریت کیفیت آب

۳۷۶	۱-۶ کیفیت آب
۳۷۶	۲-۶ مدیریت کیفیت آب
۳۷۷	۳-۶ کیفیت آب برای مصارف گوناگون
۳۷۹	۴-۶ کیفیت آب رودخانه‌ها
۳۸۴	۵-۶ پایش کیفی آب رودخانه‌ها
۳۸۵	۶-۶ انتخاب متغیرهای کیفی آب
۳۸۶	۷-۶ مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفی آب
۳۸۷	۸-۶ طرح‌های جامع برای کاهش آلودگی منابع آب
۳۸۹	۹-۶ پروژه‌های کاهش آلودگی
۳۹۲	۱۰-۶ اثربخشی پروژه‌های کاهش آلودگی

فصل هفتم: روش انجام آزمایش‌ها

۳۹۴	۱-۷ اهمیت و تعیین پارامترهای شیمیایی
۳۹۵	۲-۷ اهمیت آنالیزهای کمی
۳۹۵	۳-۷ اندازه‌گیری جامدات معلق
۳۹۶	۴-۷ اندازه‌گیری TDS
۳۹۷	۵-۷ اندازه‌گیری قلیائیت
۳۹۹	۶-۷ اندازه‌گیری سختی
۴۰۰	۷-۷ روش‌های آزمون باکتریولوژیکی آب
۴۰۰	۱-۷-۷ تخمیر چند لوله‌ای (MPN)
۴۰۲	۲-۷-۷ فیلتر غشایی
۴۰۲	۳-۷-۷ روش شمارش بشقابی هتروتروفیک

۴۰۳..... ۴-۷-۴ روش حضور و غیاب

فصل هشتم: کیفیت آب آبیاری

۴۰۶..... ۱-۸ مقدمه

۴۰۶..... ۲-۸ مسایل مربوط به کیفیت آب در کشاورزی فاریاب

۴۰۹..... ۳-۸ بررسی‌های کیفی آب زراعی

۴۰۹..... ۴-۸ تعیین شوری یا غلظت کل نمک‌ها

۴۰۹..... ۴-۸-۱ نسبت غلظت سدیم محلول به سایر کاتیون‌های محلول در آب

۴۱۱..... ۴-۸-۲ غلظت بی‌کربنات محلول

۴۱۱..... ۴-۸-۳ باقیمانده کربنات سدیم

۴۱۲..... ۴-۸-۴ نسبت جذب سدیم نهایی محلول خاک

۴۱۳..... ۵-۸ دسته‌بندی آب از لحاظ کشاورزی

۴۱۴..... ۵-۸-۱ گروه‌بندی براساس قابلیت هدایت الکتریکی

۴۱۵..... ۵-۸-۲ گروه‌بندی آب براساس SAR

۴۱۷..... ۵-۸-۳ ارزیابی آب براساس غلظت بور

۴۱۸..... ۵-۸-۴ ارزیابی آب آبیاری براساس غلظت کلر

۴۱۹..... ۶-۸ نیترات در آب آبیاری و خاک

۴۲۰..... ۷-۸ دیگر عناصر موجود در آب آبیاری

۴۲۱..... فهرست منابع و مآخذ

۴۳۱..... واژه‌نامه (فارسی به انگلیسی)

۴۴۵..... نمایه