

فهرست

پیشگفتار.....	۲۱
فصل ۱ - شاخص‌های کیفیت آب و ضرورت پایش آزمایشگاهی.....	۲۳
۱-۱ مقدمه.....	۲۳
آمار و داده‌های جهانی.....	۲۳
مطالعات موردی جهانی.....	۲۳
وضعیت ایران.....	۲۴
پیامدهای اجتماعی و اقتصادی.....	۲۴
اهمیت علمی و پژوهشی.....	۲۴
۲-۱ دسته‌بندی شاخص‌های کیفیت آب.....	۲۵
الف) شاخص‌های فیزیکی.....	۲۵
ب) شاخص‌های شیمیایی.....	۲۵
ج) شاخص‌های میکروبیولوژیک.....	۲۶
۳-۱ ضرورت پایش و کنترل کیفیت آب.....	۲۷
اهمیت پایش مستمر.....	۲۷
روش‌های نمونه‌برداری و پایش.....	۲۷
نقش آزمایشگاه‌ها و سازمان‌های نظارتی.....	۲۸
۴-۱ همبستگی میان پارامترهای کیفیت آب.....	۲۸
ارتباط pH با کلر باقی‌مانده.....	۲۸
ارتباط سختی و قلیائیت با خوردگی و رسوب.....	۲۸
تأثیر کدورت بر کارایی گندزدایی.....	۲۸
نمونه‌ای از همبستگی چندگانه.....	۲۹
جمع‌بندی.....	۲۹
فصل ۲ - منابع آب و تغییرات کیفیت در مسیر انتقال.....	۳۱
مقدمه و اهمیت منابع آب.....	۳۱
طبقه‌بندی منابع آب.....	۳۲

۱- منابع آب سطحی	۳۲
تعریف و اهمیت	۳۲
ویژگی‌ها و مزایا	۳۲
چالش‌ها و تهدیدها	۳۲
۲- منابع آب زیرزمینی	۳۳
الف) چاه‌ها)	۳۴
ب) چشمه‌ها)	۳۴
ج) قنات‌ها)	۳۵
۳- آب باران و منابع جایگزین	۳۵
الف: آب باران	۳۵
ب: بازیافت و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده	۳۶
ج: آب شیرین کن‌ها (Desalination)	۳۶
تغییرات کیفیت آب در مسیر انتقال	۳۷
الف: اثر لوله‌ها و شبکه توزیع	۳۷
ب: تأثیر مخازن ذخیره	۳۷
ج: نقش فشار شبکه	۳۷
د: دما و شرایط محیطی	۳۸
الف: آلودگی نترات در دشتهای ایران	۳۸
ب: خشکیدگی قنات‌ها در مناطق مرکزی ایران	۳۸
ج: آلودگی میکروبی در رودخانه گنگ - هند	۳۸
د: تغییرات کیفیت آب پس از احداث سد آسوان - مصر	۳۹
جمع‌بندی	۳۹
فصل ۳- میکروبیولوژی آب و روش‌های آزمایشگاهی	۴۱
مقدمه و اهمیت میکروبیولوژی آب	۴۱
میکروارگانسیم‌های شاخص در آب آشامیدنی	۴۲
الف) باکتری‌های شاخص)	۴۲
ب) ویروس‌های منتقله از آب)	۴۳

۴۳	 (ج) انگل‌های آبی)
۴۳	 (د) استانداردها و الزامات)
۴۴	 روش‌های سنتی شناسایی و کشت
۴۴	 (الف) کشت در محیط‌های انتخابی)
۴۴	 (ب) روش تخمیر چندلوله‌ای (Most Probable Number, MPN)
۴۵	 (ج) روش فیلتراسیون غشایی (Membrane Filtration)
۴۵	 (د) سایر روش‌های سنتی
۴۵	 روش‌های نوین تشخیص
۴۶	 (الف) تکنیک‌های مولکولی (Polymerase Chain Reaction, PCR)
۴۶	 (ب) روش‌های ایمنولوژیک (Immunological Methods)
۴۶	 (ج) فلوسایتومتری (Flow Cytometry)
۴۶	 (د) بیوسنسورها (Biosensors)
۴۷	 (ه) روش‌های مبتنی بر متاژنومیکس
۴۷	 نقش پایش سریع در کنترل بیماری‌ها
۴۸	 نقش سازمان‌های بهداشتی و نظارتی
۴۸	 چالش‌های تشخیص سریع و محدودیت‌ها
۴۸	 الف: هزینه و تجهیزات مورد نیاز
۴۸	 ب: نیاز به نیروی انسانی متخصص
۴۸	 ج: محدودیت در شناسایی ویروس‌ها
۴۹	 د: دشواری در پایش مستمر و گسترده
۴۹	 ه: اعتماد عمومی و پذیرش نتایج
۵۱	 فصل ۴ - شاخص‌های شیمیایی آب
۵۱	 مقدمه و اهمیت شاخص‌های شیمیایی
۵۲	 سرب (Pb)
۵۲	 آرسنیک (As)
۵۲	 جیوه (Hg)
۵۳	 کادمیوم (Cd)

۵۳	ترکیبات آلی و آلاینده‌های نوظهور
۵۳	الف: آفت‌کش‌ها
۵۳	ب: داروها و ترکیبات دارویی
۵۴	ج: میکروپلاستیک‌ها
۵۴	د: ترکیبات آلی فرآر (VOCs)
۵۴	نیتрат و نیتريت در آب آشاميدنی
۵۴	الف: منابع آلودگی نیترات و نیتريت
۵۵	ب: اثرات بهداشتی
۵۵	ج: استانداردها و حدود مجاز
۵۵	د: وضعیت آلودگی در ایران
۵۶	ترکیبات جانبی گندزدایی (DBPs)
۵۶	الف: تری‌هالومتان‌ها (THMs)
۵۶	ب: هالواستیک اسیدها (HAAs)
۵۷	ج: سایر ترکیبات جانبی گندزدایی
۵۷	موازنه بین ایمنی میکروبی و خطرات شیمیایی
۵۷	روش‌های آزمایشگاهی شاخص‌های شیمیایی
۵۷	الف: طیف‌سنجی جذب اتمی (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)
	ب: طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی با طیف‌سنج جرمی (Inductively Coupled
۵۸	Plasma Mass Spectrometry, ICP- MS)
۵۸	ج: کروماتوگرافی مایع و گاز (GC و HPLC)
۵۸	د: اسپکتروفتومتری (Spectrophotometry)
۵۸	هـ: سایر روش‌های تحلیلی
۵۹	۴- ۷ مطالعات موردی آلودگی‌های شیمیایی آب
۵۹	الف: بحران آرسنیک در بنگلادش
۵۹	ب: آلودگی نیترات در ایران
۵۹	ج: بحران سرب در فلینت (ایالات متحده)
۶۰	د: سایر نمونه‌ها

جمع‌بندی	۶۰
فصل ۵: پایش، نمونه‌برداری و آزمون‌های آزمایشگاهی آب.....	۶۳
مقدمه.....	۶۳
اهمیت پایش آزمایشگاهی در تضمین کیفیت آب	۶۴
نقش آزمایشگاه‌ها در زنجیره تأمین آب سالم	۶۴
اصول نمونه‌برداری از منابع مختلف آب.....	۶۵
اصول کلی نمونه‌برداری	۶۵
الف: نماینده بودن نمونه	۶۵
ب: جلوگیری از آلودگی ثانویه	۶۶
ج: زمان‌بندی و فرکانس نمونه‌برداری	۶۶
د: تجهیزات و ظروف نمونه‌برداری	۶۶
ه: روش نمونه‌برداری	۶۷
نمونه‌برداری از آب‌های سطحی	۶۷
الف: رودخانه‌ها و نهرها	۶۷
ب: دریاچه‌ها و سدها	۶۸
نقاط نمونه‌برداری و فرکانس	۶۸
نمونه‌برداری از آب‌های زیرزمینی	۶۸
الف: چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق	۶۹
ب: قنات‌ها و چشمه‌ها	۶۹
نمونه‌برداری از آب شرب و شبکه توزیع	۶۹
الف: شیرهای خانگی	۶۹
ب: مخازن ذخیره	۷۰
ج: انتهای شبکه و نقاط حساس	۷۰
نمونه‌برداری از فاضلاب	۷۰
الف: فاضلاب خام	۷۱
ب: فاضلاب تصفیه‌شده	۷۱
نمونه‌برداری ترکیبی (Composite Sampling)	۷۱

۷۱	استانداردها و پروتکل‌های نمونه‌برداری
۷۱	استاندارد ملی ایران (ISIRI)
۷۲	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
۷۲	WHO Guidelines for Drinking- water Quality
۷۲	ISO Standards
۷۲	حمل، نگهداری و آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه
۷۳	- حمل و انتقال نمونه‌ها
۷۳	- شرایط دمایی
۷۳	- مدت زمان مجاز بین نمونه‌برداری و آزمایش
۷۴	- زنجیره نگهداری (Chain of Custody)
۷۴	- برچسب‌گذاری و ثبت اطلاعات
۷۵	نگهداری نمونه‌ها در آزمایشگاه
۷۵	- دمای نگهداری
۷۵	انواع ظروف نگهداری
۷۵	نگهدارنده‌های شیمیایی
۷۶	آماده‌سازی نمونه‌ها قبل از آزمایش
۷۶	- رسیدن به دمای محیط
۷۶	- هموژن کردن نمونه
۷۶	- فیلتراسیون
۷۷	- رقیق‌سازی
۷۷	هضم و عصاره‌گیری (برای فلزات سنگین)
۷۷	آزمون‌های شیمیایی آب
۷۷	pH -
۷۸	اهمیت
۷۸	روش اندازه‌گیری
۷۸	محدوده مجاز
۷۸	- سختی کل (Total Hardness)

اهمیت	۷۸
روش اندازه‌گیری	۷۹
طبقه‌بندی سختی آب	۷۹
محدوده مجاز	۷۹
- قلیائیت (Alkalinity)	۷۹
اهمیت	۷۹
روش اندازه‌گیری	۸۰
محدوده مجاز	۸۰
- کلر باقی‌مانده (Residual Chlorine)	۸۰
اهمیت	۸۰
روش اندازه‌گیری	۸۰
محدوده مجاز	۸۱
- اکسیژن محلول (Dissolved Oxygen - DO)	۸۱
اهمیت	۸۱
روش اندازه‌گیری	۸۱
محدوده مطلوب	۸۱
- اکسیرژن خواهی بیوشیمیایی و شیمیایی (BOD & COD)	۸۲
(BOD) Biochemical Oxygen Demand	۸۲
(COD) Chemical Oxygen Demand	۸۲
محدوده مجاز	۸۲
- نیترات و نیتريت	۸۳
اهمیت	۸۳
روش اندازه‌گیری	۸۳
محدوده مجاز	۸۳
- آمونیاک (Ammonia - NH ₃)	۸۳
اهمیت	۸۴
روش اندازه‌گیری	۸۴

۸۴	 محدودده مجاز
۸۴	 فسفات (PO_4^{3-} - Phosphate) -
۸۴	 روش اندازه گیری
۸۴	 سولفات و کلرید -
۸۴	 اهمیت
۸۵	 روش اندازه گیری
۸۵	 محدودده مجاز
۸۵	 فلزات سنگین -
۸۵	 سرب (Pb - Lead)
۸۵	 آرسنیک (As - Arsenic)
۸۵	 کادمیوم (Cd - Cadmium)
۸۶	 جیوه (Hg - Mercury)
۸۶	 کروم (Cr - Chromium)
۸۶	 روش اندازه گیری
۸۶	 فلوراید (F^- - Fluoride) -
۸۶	 اهمیت
۸۶	 روش اندازه گیری
۸۷	 محدودده مجاز
۸۷	 آزمون های میکروبیولوژیک آب
۸۷	 شاخص های میکروبی آلودگی
۸۷	 کلiform کل (Total Coliform) -
۸۷	 کلiform مدفوعی (Fecal Coliform) -
۸۸	 اشرشیاکلی (E. coli - Escherichia coli) -
۸۸	 انتروکوک ها (Enterococci) -
۸۸	 شمارش کلی باکتری ($\text{Heterotrophic Plate Count - HPC}$) -
۸۸	 روش های آزمایشگاهی
۸۹	 روش فیلتراسیون غشایی ($\text{Membrane Filtration - MF}$) -

۸۹.....	روش تخمیر چندلوله‌ای (Multiple Tube Fermentation - MPN)
۹۰.....	روش کشت سطحی (Spread Plate / Pour Plate)
۹۱.....	روش‌های سریع و مولکولی
۹۱.....	محیط‌های کشت استاندارد
۹۱.....	محیط‌های کشت برای کلیفرم‌ها و <i>E. coli</i>
۹۲.....	محیط‌های کشت برای شمارش کلی باکتری
۹۲.....	محیط‌های کشت برای باکتری‌های بیماری‌زا
۹۲.....	نگهداری و کنترل کیفیت محیط‌های کشت
۹۳.....	تفسیر نتایج آزمایش‌های میکروبی
۹۳.....	نتیجه منفی (عدم رشد)
۹۳.....	نتیجه مثبت برای کلیفرم کل (اما <i>E. coli</i> منفی)
۹۳.....	نتیجه مثبت برای <i>E. coli</i>
۹۴.....	HPC بالا
۹۴.....	خلاصه استانداردهای میکروبی
۹۴.....	تفسیر نتایج و نتیجه‌گیری مدیریتی
۹۵.....	۱. اصول تفسیر نتایج
۹۵.....	الف: مقایسه با استانداردها
۹۵.....	ب: طبقه‌بندی کیفیت آب
۹۶.....	۲. تصمیم‌گیری مدیریتی براساس نتایج
۹۶.....	الف: آلودگی میکروبی
۹۶.....	ب: مشکلات شیمیایی
۹۶.....	۳. گزارش‌دهی و مستندسازی
۹۶.....	الف: گزارش روزانه
۹۷.....	ب: گزارش ماهانه
۹۷.....	ج: گزارش سالانه
۹۷.....	۴. سیستم هشدار و واکنش سریع
۹۷.....	الف: سطوح هشدار

ب: پروتکل واکنش سریع (در صورت آلودگی شدید).....	۹۸
۵. ارتباطات و هماهنگی.....	۹۸
الف: ارتباط با مراجع بهداشتی.....	۹۸
ب: اطلاع‌رسانی به مشترکین.....	۹۸
۶. نتیجه‌گیری.....	۹۹
تجهیزات و ابزار آزمایشگاهی.....	۹۹
. دستگاه‌های اندازه‌گیری فیزیکی.....	۹۹
. دستگاه‌های آنالیز شیمیایی.....	۱۰۰
تجهیزات میکروبیولوژی.....	۱۰۰
نگهداری و کالیبراسیون.....	۱۰۰
پایش و مدیریت کیفیت آب استخرها.....	۱۰۱
انواع استخرها.....	۱۰۱
پارامترهای کنترل و استانداردها.....	۱۰۱
الف: پارامترهای شیمیایی.....	۱۰۱
ب) پارامترهای فیزیکی:.....	۱۰۲
ج: پارامترهای میکروبی:.....	۱۰۲
. برنامه پایش استخر.....	۱۰۲
مشکلات رایج و راه‌حل‌ها.....	۱۰۲
. نمونه‌برداری از استخر.....	۱۰۳
. سیستم تصفیه و ضدعفونی استخر.....	۱۰۳
. الزامات قانونی و ایمنی.....	۱۰۴
فصل ۶ - فناوری‌ها و فرآیندهای تصفیه آب.....	۱۰۵
۶- ۲ مراحل کلاسیک تصفیه آب.....	۱۰۵
الف) آشغال‌گیری (Screening).....	۱۰۵
ب) اختلاط سریع (Rapid Mixing).....	۱۰۵
ج) انعقاد و لخته‌سازی (Coagulation & Flocculation).....	۱۰۵
د) ته‌نشینی (Sedimentation).....	۱۰۶

- هـ) فیلتراسیون (Filtration) ۱۰۶
- و) گندزدایی (Disinfection) ۱۰۶
- الف) کلرزنی (Chlorination) ۱۰۶
- ب) کلرآمین (Chloramination) ۱۰۷
- ج) ازنزنی (Ozonation) ۱۰۷
- د) تابش فرابنفش (Ultraviolet Radiation, UV) ۱۰۷
- ۶- ۴ فناوری‌های نوین تصفیه آب ۱۰۷
- الف) اسمز معکوس (Reverse Osmosis, RO) ۱۰۸
- ب) نانوفیلتراسیون (Nanofiltration, NF) ۱۰۸
- ج) اولترافیلتراسیون و میکروفیلتراسیون (UF و MF) ۱۰۸
- د) فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته (Advanced Oxidation Processes, AOPs) ۱۰۸
- هـ) فناوری‌های ترکیبی ۱۰۹
- ۶- ۵ تصفیه آب‌های خاص ۱۰۹
- الف) آب شور و لب‌شور (Desalination) ۱۰۹
- ب) آب استخرها ۱۰۹
- ج) بازچرخانی و استفاده مجدد از آب ۱۰۹
- ۶- ۶ مطالعات موردی تصفیه‌خانه‌های آب در ایران و جهان ۱۱۰
- الف) تصفیه‌خانه‌های آب تهران (ایران) ۱۱۰
- ب) تصفیه‌خانه باباشیخعلی اصفهان (ایران) ۱۱۰
- ج) پروژه NEWater در سنگاپور ۱۱۰
- د) تصفیه‌خانه‌های پیشرفته کالیفرنیا (ایالات متحده) ۱۱۱
- فصل ۷ - استانداردها، قوانین و نظام‌های نظارتی ۱۱۳**
- ۷- ۱ مقدمه و اهمیت استانداردها ۱۱۳
- ۷- ۲ استانداردهای بین‌المللی کیفیت آب ۱۱۳
- الف: سازمان جهانی بهداشت (WHO) ۱۱۴
- ب: آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) ۱۱۴
- ج: اتحادیه اروپا (EU) ۱۱۵

۷-۳ استانداردهای ملی ایران ۱۱۵

الف) حدود مجاز میکروبی ۱۱۵

ب) حدود مجاز شیمیایی ۱۱۵

ج: مقایسه با استانداردهای بین‌المللی ۱۱۶

۷-۴ نظام‌های نظارتی و پایش ۱۱۶

الف: سیستم پایش مستمر ۱۱۶

ب: نقش وزارت بهداشت ۱۱۷

ج: نقش شرکت آب و فاضلاب ۱۱۷

د: مراکز آزمایشگاهی مرجع ۱۱۷

۷-۵ چالش‌ها و موانع اجرای استانداردها در ایران ۱۱۹

الف: محدودیت‌های زیرساختی ۱۱۹

ب: مشکلات پایش مستمر ۱۱۹

ج: کمبود نیروی انسانی متخصص ۱۱۹

د: مشکلات مدیریتی و هماهنگی نهادی ۱۱۹

ه: محدودیت‌های مالی ۱۲۰

فصل ۸- عیب‌یابی و رفع مشکلات در سیستم‌های تأمین آب ۱۲۱

مقدمه ۱۲۱

اصول کلی عیب‌یابی: ۱۲۱

مشکلات کیفی آب (بو، طعم، رنگ) ۱۲۱

جدول عیب‌یابی مشکلات بو و طعم ۱۲۲

جدول : عیب‌یابی مشکلات رنگ آب ۱۲۲

مشکلات میکروبی و آلودگی ناگهانی ۱۲۲

سناریو ۱: مشاهده کلیفرم در نمونه ۱۲۳

سناریو ۲: شیوع بیماری مرتبط با آب ۱۲۳

مشکلات شیمیایی (کلر، pH، فلزات) ۱۲۴

مشکلات شبکه توزیع ۱۲۴

مشکل ۱: فشار پایین آب ۱۲۴

مشکل ۲: آب قرمز یا زنگ زده	۱۲۵
مشکلات آزمایشگاهی و خطاهای رایج	۱۲۵
اقدامات اضطراری و واکنش سریع	۱۲۶
پروتکل واکنش به بحران (۵ مرحله)	۱۲۶
. چک لیست های عیب یابی	۱۲۷
چک لیست روزانه کارشناس تصفیه خانه:	۱۲۷
چک لیست هفتگی:	۱۲۷
جمع بندی	۱۲۷
فصل ۹- مدیریت ریسک در تأمین آب سالم.....	۱۲۹
مقدمه و مفهوم مدیریت ریسک	۱۲۹
مزایای رویکرد مدیریت ریسک:	۱۲۹
رویکرد برنامه ایمنی آب (Water Safety Plan - WSP)	۱۲۹
مراحل اصلی WSP:	۱۲۹
شناسایی خطرات (Hazard Identification)	۱۳۰
الف خطرات میکروبی:	۱۳۰
ب خطرات شیمیایی:	۱۳۰
ج خطرات فیزیکی:	۱۳۱
ارزیابی و اولویت بندی ریسک	۱۳۱
ماتریس ارزیابی ریسک:	۱۳۱
تفسیر نتایج:	۱۳۱
اقدامات کنترلی و نقاط کنترل بحرانی (CCPs)	۱۳۱
نمونه اقدامات کنترلی در هر مرحله:	۱۳۲
پایش عملیاتی (Operational Monitoring):	۱۳۲
بازنگری برنامه:	۱۳۲
مدیریت بحران و واکنش سریع	۱۳۳
مطالعه موردی: اجرای WSP در ایران	۱۳۳
نمونه: شهر کوچک روستایی با ۵۰۰۰ نفر جمعیت	۱۳۳

فصل ۱۰- تغییر اقلیم و توسعه پایدار منابع آب..... ۱۳۵

مقدمه ۱۳۵

تأثیرات تغییر اقلیم بر منابع آب ۱۳۵

تغییر چرخه آب ۱۳۵

تأثیر بر کیفیت آب ۱۳۶

خشکسالی و کم‌آبی ۱۳۶

انواع خشکسالی: ۱۳۶

پیامدهای خشکسالی برای آب آشامیدنی: ۱۳۶

مدیریت خشکسالی: ۱۳۷

سیل و آلودگی ناگهانی منابع آب ۱۳۷

تأثیرات سیل بر کیفیت آب: ۱۳۷

اقدامات حفاظتی: ۱۳۷

استراتژی‌های سازگاری با تغییر اقلیم ۱۳۸

توسعه پایدار منابع آب ۱۳۸

اصول توسعه پایدار آب: ۱۳۸

اهداف توسعه پایدار سازمان ملل ۱۳۹

. مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM) ۱۳۹

اصول IWRM: ۱۳۹

ابزارهای IWRM: ۱۴۰

فناوری‌های نوین و آینده آب ۱۴۰

بحران آب در ایران ۱۴۰

چالش‌های اصلی: ۱۴۱

راهکارهای پیشنهادی برای ایران: ۱۴۱

جمع‌بندی ۱۴۱

فصل ۱۱: نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۴۳

فصل ۱: شاخص‌های کیفیت آب ۱۴۳

فصل ۲: منابع آب و تغییرات کیفیت ۱۴۳

فصل ۳: میکروبیولوژی آب	۱۴۳
فصل ۴: شاخص‌های شیمیایی	۱۴۴
فصل ۵: پایش و نمونه‌برداری و آزمون‌های آزمایشگاهی	۱۴۴
فصل ۹: مدیریت ریسک	۱۴۴
فصل ۱۰: تغییر اقلیم و توسعه پایدار	۱۴۵
۱-۲. نتیجه‌گیری‌های کلیدی	۱۴۵
۱. اهمیت پایش مستمر و جامع	۱۴۵
۲. اولویت آلودگی میکروبی	۱۴۵
۳. نیاز به رویکرد چندگانه	۱۴۵
۴. اهمیت استانداردها	۱۴۶
۵. نقش حیاتی آزمایشگاه‌ها	۱۴۶
۶. مدیریت بحران و واکنش سریع	۱۴۶
۱-۳. پیشنهادات عملی برای کارشناسان	۱۴۶
الف) در سطح آزمایشگاه	۱۴۶
ب) در سطح سیستم توزیع	۱۴۷
ج) در سطح مدیریت و برنامه‌ریزی	۱۴۷
۱-۴. پیشنهادات پژوهشی	۱۴۷
۱. آلاینده‌های نوظهور (Emerging Contaminants)	۱۴۷
۲. تأثیرات تغییر اقلیم بر کیفیت آب	۱۴۷
۳. فناوری‌های نوین تصفیه	۱۴۸
۴. سنسورهای زیستی و پایش هوشمند	۱۴۸
۵. اقتصاد بهداشت آب	۱۴۸
۱-۵. چالش‌ها و فرصت‌ها	۱۴۸
الف) چالش‌های پیش‌رو	۱۴۸
ب) فرصت‌های موجود	۱۴۸
۱-۶. چشم‌انداز آینده	۱۴۹
۱. دیجیتالی شدن نظام پایش	۱۴۹

۱۴۹	۲. هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری
۱۴۹	۳. اقتصاد گردشی آب
۱۴۹	۴. توانمندسازی جوامع محلی
۱۴۹	□ پیشنهادات اجرایی ویژه برای ایران
۱۴۹	اولویت‌های کوتاه‌مدت (۱- ۲ سال):
۱۵۰	اولویت‌های میان‌مدت (۳- ۵ سال):
۱۵۰	اولویت‌های بلندمدت (۵- ۱۰ سال):
۱۵۰	مسیرهای تحقیقات آینده در ایران
۱۵۰	اهمیت آموزش و فرهنگ‌سازی در جوامع محلی
۱۵۰	الف) آموزش در مدارس
۱۵۰	ب) آموزش عمومی
۱۵۱	ج) توانمندسازی بهروزان
۱۵۱	د) فرهنگ‌سازی صرفه‌جویی
۱۵۱	. پیام پایانی
۱۵۳	پیوست الف: فرم‌ها و چک‌لیست‌های کاربردی
۱۵۳	فرم ۱: گزارش نمونه‌برداری آب
۱۵۴	فرم ۲: چک‌لیست روزانه تصفیه‌خانه
۱۵۴	فرم ۳: گزارش حادثه و اقدامات اصلاحی
۱۵۵	فرم ۴: ثبت کالیبراسیون دستگاه‌ها
۱۵۶	فرم ۵: چک‌لیست هفتگی شبکه توزیع
۱۵۷	پیوست ب: واژه‌نامه اصطلاحات تخصصی
۱۶۵	پیوست ج: جداول مرجع
۱۶۵	جدول ج- ۱: تبدیل واحدهای رایج
۱۶۵	جدول ج- ۲: حدود مجاز پارامترهای کلیدی (استاندارد ایران)
۱۶۶	جدول ج- ۳: اعداد و ثابت‌های مهم
۱۶۷	جدول ج- ۴: وزن اتمی عناصر مهم در آب
۱۶۷	جدول ج- ۵: فرمول‌های شیمیایی رایج

منابع و مآخذ..... ۱۶۹

منابع فارسی ۱۶۹

استانداردهای ملی ۱۷۰

گزارش‌ها و دستورالعمل‌های ملی ۱۷۰

ب) منابع انگلیسی ۱۷۱