

۱۲۹۵۹ ~
۱۹/۱۱/۹۷

مبانی هیدروژئوشیمی

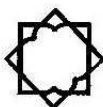
(داده‌های کیفی آب، آنالیز و تفسیر)

نویسنده:

آرتور هاسلو

مترجمان:

امیر صابری نصر، مجید دشتی برمکی، سید محمودی



انتشارات امیدانقلاب

سرشناسه	: هانسلاو، آرتور
عنوان و نام پدیدآور	: Hounslow, Arthur
مشخصات نشر	: مبانی هیدروژئوشیمی (داده‌های کیفی آب، آنالیز و تفسیر)/ نویسنده آرتور هانسلاو؛ مترجمان امیر صابری نصر، مجید دشتی برمکی، نینا محمودی.
مشخصات ظاهری	: تهران: امیدانقلاب، ۱۳۹۴.
شابک	: ۳۹۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست‌نویسی	: 978-600-6896-58-8
یادداشت	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Water quality data: analysis and interpretation, c1995
موضوع	: کتابنامه.
موضوع	: آب--کیفیت
موضوع	: آب--شیمی
موضوع	: ژئوشیمی تجزیه
شناسه افزوده	: صابری نصر، امیر، ۱۳۶۵-، مترجم
شناسه افزوده	: دشتی برمکی، مجید، ۱۳۶۳-، مترجم
شناسه افزوده	: محمودی، نینا، ۱۳۶۲-، مترجم
رده‌بندی کتاب	: TD۳۷۰/ه۲م۲ ۱۳۹۴
رده‌بندی دربی	: ۶۲۸/۱۶۱
شماره ثبت کتاب ملی	: ۴۰۲۳۱۷۸

انتشارات امیدانقلاب (عضو انجمن ناشران دانشگاهی) nashr.omidenghelab@yahoo.com

نام کتاب	: مبانی هیدروژئوشیمی (داده‌های کیفی آب، آنالیز و تفسیر)
مترجمان	: امیر صابری نصر، مجید دشتی برمکی، نینا محمودی
ناشر	: امیدانقلاب
حروفچینی	: انتشارات امیدانقلاب
حروف‌نگار و صفحه‌آرا	: سولماز مرادزاده
نوبت چاپ	: اول ۱۳۹۴
تیراژ	: ۱۱۰۰
قیمت	: ۲۳۰۰۰۰ ریال
چاپ و صحافی	: جام طلایی - چاوش
لیتوگرافی	: فرانقش
ناظر فنی چاپ	: مهدی طورانیان
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۹۶-۵۸-۸

مراکز فروش:

دفتر انتشارات و پخش کتاب علوم پویا: میدان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، نبش کوچه نوروز، پلاک ۵۱، واحد ۱
 تلفن: ۶۶۹۶۰۷۷۳ و ۶۶۴۱۹۵۶۷ تلفکس: ۶۶۹۶۰۷۷۲
 پخش کتاب دانشجویان: خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، نبش خیابان وحید نظری- پلاک ۱۴۲
 تلفن: ۶۶۴۰۰۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴
 علم گستر سپاهان: ۳۱۱-۲۲۱۹۹۷۸-۹

«با توجه به قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان، مصوب سال ۱۳۴۸، کلیه حقوق و حق چاپ متن، طرح روی جلد و عنوان کتاب برای انتشارات امیدانقلاب محفوظ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را، بدون اجازه ناشر، نشر یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت»

سخن ناشر

از سال ۱۳۷۵ تاکنون، انتشارات امیدانقلاب اقدام به نشر کتاب‌های دانشگاهی در زمینه علوم پایه، فنی و مهندسی نموده است. این انتشارات، برای ارتقای کیفی و کمی آثار منتشر شده، سواره نظریات اساتید فن استفاده نموده است.

مانند گذشته، از مؤلفین و مترجمین تقاضا داریم با ارائه نظریات ارزنده خود درباره کتاب‌های این انتشارات، و همچنین پیشنهاد ترجمه و تألیفات جدید ما را یاری دهند. امیدواریم، با کمک شما عزیزان بتوانیم گامی هر چند کوچک برای میهن اسلامی عزیزمان برداریم.

مدیر مسئول انتشارات امیدانقلاب
مهدی طورانیان

پیشگفتار نویسنده

هدف این کتاب کاهش فاصله بین زمین‌شناسی و ژئوشیمی با نیازهای کاری هیدروژئولوژیست‌ها می‌باشد که معمولاً در ارزیابی‌های کیفی آب با آن روبرو هستند.

بیشتر دانش‌جویان رشته زمین‌شناسی به دلیل علاقمندی به زمین‌شناسی وارد این رشته می‌شوند. رشته‌های مختلف زمین‌شناسی عمدتاً در مقاطع تحصیلات عالی و در مقاطع بالاتر به شیمی می‌باشد. در بسیاری از موارد، دانشجویان پس از گذراندن واحدهای درسی متوجه می‌شوند که از زوایای مختلف می‌توان به ارزیابی آب پرداخت. این نحوه ارزیابی برای یک زیست‌شناس کاملاً متفاوت از یک زمین‌شناس است. حتی زمین‌شناسان نیز آب را از دیدگاه‌های متفاوتی مورد بررسی قرار می‌دهند. برای مثال ژئومورفولوژیست‌ها، چرخه ژئومورفیک آب و رسوب‌شناسان، انتقال رسوبات آن را مورد توجه قرار می‌دهند. در حالی که یک هیدروژئولوژیست به نحوه توزیع و حرکت آب و یک ژئوشیمیست به بررسی ترکیب شیمیایی شاخص آب علاقمند است.

در حال حاضر، به دلایل اقتصادی و باعلاقه‌مندی زمین‌شناسان (و سایر علوم وابسته) تا حد زیادی در شاخه هیدروژئولوژی و ارزیابی آلودگی آب تمرکز داده می‌شوند. آنها باید علاوه بر آشنایی با مدل‌های ریاضی پیچیده، بتوانند به بحث و تبادل نظر در مورد ماهیت نسبتاً پیچیده شیمیایی بپردازند و در صورت نیاز بتوانند در دعاوی حقوقی مرتبط با مدیریت منابع آب حاضر شوند.

تاکید عمده کتاب حاضر بر تفسیر داده‌های کیفی آب و کاربرد آن در آلودگی آب زیرزمینی یا انتقال آلاینده‌ها است. فرض بر این است که در برخی از مراحل زیرین هیدروژئولوژیکی، مجموعه‌ای از نمونه‌های آب برداشت و آنالیز شده‌اند که باید آن‌ها را مورد تفسیر قرار دهیم. بنابراین به جای روش‌های تحلیلی تاکیدی بر ارزیابی آنالیزها خواهد بود.

این کتاب شامل هشت فصل است که بعد از معرفی برخی از مفاهیم بنیادی شیمی آب، به تفسیر داده‌های شیمی آب می‌پردازد.

نخستین فصل کتاب، ارتباط متقابل شیمی و زمین‌شناسی را مورد توجه قرار داده است. وابستگی بین مواد خام صنعتی، پتانسیل آلاینده‌گی آنها و ارتباط بین جنبه‌های مختلف ژئوشیمی از دیگر مباحث مطرح شده در این فصل هستند.

در فصل دوم، مبانی شیمی و زمین‌شناسی مورد نیاز برای فهم فصل‌های بعدی کتاب بیان می‌گردد. در فصل‌های سوم و چهارم، منشأ عناصر اصلی و برخی از عناصر کمیاب معدنی در آب (کیفیت آب) و همچنین تفسیر آنها مورد بحث قرار گرفته‌اند. هدف این بخش، استفاده از آنالیز نمونه‌های آب برای تفسیر پیشینه آب می‌باشد. هرچند روش‌های ارائه شده در این فصل برای آب‌های زیرزمینی است اما می‌توان آن‌ها را در آنالیز آب‌های سطحی نیز مورد استفاده قرار داد.

شیمی معدنی آب در هنگام مطالعه آلاینده‌های آلی نیز مهم و ضروری است. در فصل پنجم، خواننده با اصول ترمودینامیک مورد نیاز برای مدل‌سازی تعادلی شیمیایی آشنا می‌شود.

در فصل ششم، درباره محدوده‌هایی که می‌توانند در اثر برخی از پارامترهای شیمیایی رایج در آب، به ویژه pH و pe، بوجود آیند به صورت خلاصه مطالبی ارائه شده است. در فصل هفتم، به شیمی آلی به‌خصوص نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی آلی ساده‌تر و دارای اهمیت زیست‌محیطی پرداخته شده است که در اغلب موارد از مهم‌ترین آلاینده‌های آب به شمار می‌روند. در فصل هشتم نیز در مورد روش‌های تخمین توزیع مواد شیمیایی آلی در محیط‌های مختلف مطالبی ارائه شده است.

این کتاب نتیجه سال‌ها تجربیات تدریس به‌ویژه به دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری در گرایش هیدرولوژی می‌باشد. بر خود لازم می‌دانم از پیشنهادات و انتقادات دانشجویان و همکاران خود تشکر کنم. کمک‌های این عزیزان باعث شد روشی را در پیش بگیرم که به واسطه آن بتوان چنین موضوع پرمیانه‌ای را به‌گونه‌ای تدریس کرد که درک مفاهیم چالش برانگیز آن برای دانشجویانی که پیش از این در این حوزه ندارند نیز امکان‌پذیر باشد.

و این پتی جان، زینب دانشکده زمین‌شناسی اوکلاهاما، مشوق اصلی من برای نگارش کتاب حاضر بود. لطف و کمک‌های او را این مسیر قابل ستایش است. از فیلیس گارمن، هیدروژئولوژیست ماور در جولدون (ایالت تنسی)، که کار طاقت فرسای ویرایش کل کتاب را بر عهده داشت تشکر می‌کنم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از همکارانم در لیبیل بازنگری کتاب تشکر کنم:

- ویلیام بک، ژئوشیمیست، سازمان زمین‌شناسی آمریکا، رستون، ویرجینیا
- پائول جانستون، هیدروژئولوژیست
- سوزان لساژ، موسسه ملی تحقیقات آب، اونتاریو، کانادا
- دیوید پارخورست، ژئوشیمیست، سازمان زمین‌شناسی آمریکا، بیک وود، کلرادو
- سینا پویر، هیدروژئولوژیست، استیل‌واتر، اوکلاهاما
- جف پویر، هیدروژئولوژیست، استیل‌واتر، اوکلاهاما
- جان وینسترا، پروفیسور، مهندسی عمران، دانشگاه ایالتی اوکلاهاما
- فرانک وایر، زمین‌شناس، بخش انرژی ایالات متحده، واشنگتن

در نهایت و با تمام احترام مايليم تا از همسر مادلین به خاطر دلگرمی‌ها، کمک‌ها، حمایت‌ها و عشقش تشکر کنم که بدون این‌ها نوشتن این کتاب امکان‌پذیر نبود.

پیشگفتار مترجمان

ارزیابی و مدیریت کیفی از مباحث مهم مدیریت جامع منابع آب می‌باشد. تاکید عمده راهبردهای بلند مدت توسعه منابع آب کشور بر مدیریت ملی آب بر اساس مدیریت توامان عرضه و تقاضا، اصلاح ساختار مصرف آب، رعایت جنبه‌های زیست‌محیطی و مدیریت فعالیت‌های مصرف‌کنندگان مختلف آب است. لذا، شناخت پارامترها و عوامل اساسی و موثر در کیفیت منابع آب و تفسیر صحیح آن‌ها به تحقق این سیاست‌ها و راهبردها کمک شایانی می‌نماید. عوامل متعددی بر کیفیت آب‌ها اثر هستند که میزان اهمیت آن‌ها از حوضه‌ای به حوضه دیگر متفاوت است. گسترش سازندگی زمین‌ساختی، نوع سنگ‌ها و میزان هوازدگی آن‌ها، شرایط اقلیمی، فعالیت‌های انسانی در حوضه و کیفیت آب چشمه‌ها و زهکش‌های ورودی به حوضه از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار به شمار می‌آیند. کتاب حاضر با عنوان "امانی هیدروژئوشیمی (داده‌های کیفی آب؛ آنالیز و تفسیر)" از بهترین کتاب‌ها در زمینه تفسیر داده‌های کیفی آب بوده و تاکید آن بیشتر بر عوامل زمین‌زاد می‌باشد. با توجه به نبود منبعی جامع و مدون در زمینه تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی و نیز تفسیر آنها به زبان فارسی، تلاش شد تا با ترجمه این کتاب منبعی مناسب در اختیار دانشجویان و کارشناسان آب قرار گیرد. مطالعه این کتاب برای دانشجویان رشته زمین‌شناسی در مقطع کارشناسی، دانشجویان ارشد و دکتری در گرایش‌های مهندسی ژئولوژی، زیست‌محیطی، ژئوشیمی، پترولوژی و کارشناسان آب‌های زیرزمینی در شرکت‌های دولتی و خصوصی توصیه می‌گردد. امید است مطالعه این کتاب بتواند برای دانشجویان رشته مهندسی عمران، کشاورزی، منابع آب و شیمی نیز مفید واقع گردد.

در پایان بر خود لازم می‌دانیم از زحمات جناب آقای دکتر سجاد امینی، دانشیار، در ویرایش ادبی کتاب و جناب آقای یزدان‌بخش لطفی دانشجوی دکتری شیمی آلی که در ویرایش فصل هفتم (نام‌گذاری شیمی آلی) به ما کمک نمودند کمال تشکر را داشته باشیم. از سرکار خانم فاطمه جابری که تهیه و ترسیم شکل‌های شیمی آلی را بر عهده داشتند و جناب آقای صادق عزیزخانی که طرح جلد کتاب را عهده‌دار بودند، نهایت سپاسگزاری را داریم.

مترجمین

فهرست

۱	فصل اول
۱	مقدمه
۱-۱	۱- مقدمه
۲	۲-۱ کره‌های ژئوتئرمیایی
۲	۱-۲-۱ لیت سفر سنگ کره
۳	۲-۲-۱ هیدروسفر یا آب که
۴	۳-۲-۱ اتمسفر یا هوا کره
۴	۴-۲-۱ بیوسفر یا زیست کره
۶	۵-۲-۱ آتروپوسفر
۶	۳-۱ مواد خام صنعتی
۷	۱-۳-۱ زیست توده
۷	۲-۳-۱ زغال
۹	۳-۳-۱ نفت خام
۱۱	۴-۳-۱ گازهای طبیعی
۱۱	۵-۳-۱ شورابه - سنگ نمک
۱۲	۴-۱ محصولات صنعتی
۱۲	۱-۴-۱ مواد زائد و باطله
۱۲	۲-۴-۱ طبقه‌بندی آلاینده‌ها
۱۴	۵-۱ بررسی‌های ژئوشیمیایی
۱۴	۱-۵-۱ نمونه‌برداری و جمع‌آوری نمونه‌ها
۱۵	۲-۵-۱ تفسیر آنالیز
۱۵	۶-۱ مباحث کتاب
۱۹	فصل دوم: مروری بر مبانی شیمی و زمین‌شناسی
۱۹	۱-۲ مقدمه‌ای بر ساختار اتمی
۱۹	۱-۱-۲ ساختار الکترونی
۲۱	۲-۱-۲ سطوح انرژی اوربیتال‌ها
۲۲	۳-۱-۲ جدول تناوبی
۲۶	۴-۱-۲ پیوند اتم‌ها
۲۸	۲-۲ عدد اکسایش
۲۸	۱-۲-۲ محاسبه عدد اکسایش
۲۹	۳-۲ واحدهای غلظت

۲۹	۱-۳-۲ وزن‌های اتمی و مولی
۳۲	۴-۲ سنگ‌ها و کانی‌ها
۳۳	۱-۴-۲ کانی‌ها
۳۴	۲-۴-۲ سنگ‌ها
۴۰	۵-۲ برهم‌کنش آب و سنگ
۴۱	۱-۵-۲ محیط‌های هوازدگی ثانویه
۴۱	۲-۵-۲ خاک‌ها و کانی‌شناسی رس‌ها
۴۵	۳-۵-۲ ظرفیت تبادل کاتیونی
۴۷	۴-۵-۲ خاک
۵۱	۶-۲ تمرین ۱
۵۲	۷-۲ پاسخ تمرین‌ها
۵۵	فصل سوم: اجزای اصلی معدنی در آب
۵۵	۱-۳ مقدمه
۵۵	۲-۳ هوازدگی
۵۷	۳-۳ موازنه معادلات هوازدگی
۵۸	۱-۳-۳ مثال ۱: هوازدگی اورتوکلاز کائولینیت
۵۹	۲-۳-۳ مثال ۲: هوازدگی بیوتیت به مناس وریلونیت
۶۰	۴-۳ مقدمه‌ای بر کیفیت آب
۶۱	۱-۴-۳ منشأ داده‌های کیفی آب زیرزمینی
۶۱	۲-۴-۳ اجزای محلول و قابل انحلال در آب
۶۳	۳-۴-۳ متداول‌ترین پارامترها برای اندازه‌گیری
۶۳	۴-۴-۳ منشأ یون‌های اصلی در آب‌ها
۶۵	۵-۴-۳ منابع یون‌های فرعی در آب‌های زیرزمینی
۶۸	۶-۴-۳ متداول‌ترین پارامترهای گزارش شده
۷۸	۷-۴-۳ تبدیلات
۸۰	۵-۳ تمرین‌ها
۸۱	۶-۳ پاسخ تمرین‌ها
۸۵	فصل چهارم: تفسیر کیفیت آب
۸۵	۱-۴ مقدمه
۸۶	۲-۴ نمونه‌برداری
۸۶	۳-۴ آنالیز نمونه آزمایشگاهی
۸۶	۴-۴ اعتبار آنالیز
۸۷	۱-۴-۴ مقایسه آنالیز نمونه‌های تکراری
۸۷	۲-۴-۴ بررسی تضمین کیفیت
۸۷	۳-۴-۴ تعادل آنیون‌ها و کاتیون‌ها
۸۸	۴-۴-۴ بررسی‌های متفرقه برای صحت یک آنالیز
۸۹	۵-۴-۴ مقدار نسبی یون‌های گزارش شده

۸۹	۵-۴ تفسیر داده‌های کیفی آب
۹۱	۴-۵-۱ تغییر داده‌های اولیه
۹۲	۴-۶ استنباط سنگ منشأ
۹۳	۴-۶-۱ استنباط سیستماتیک یا اصولی سنگ منشأ
۹۸	۴-۶-۲ مقایسه‌های دیگر
۹۹	۴-۶-۳ واکنش‌های شیمیایی
۱۰۰	۴-۷ روش‌های گرافیکی
۱۰۱	۴-۷-۱ پلات‌های چندمؤلفه‌ای
۱۰۳	۴-۷-۲ روند‌های شیمیایی
۱۱۳	۴-۷-۳ نسبت‌ها
۱۱۶	۴-۸ واکنش‌های آب زیرزمینی
۱۱۶	۴-۸-۱ انحلال
۱۱۷	۴-۸-۲ تغییرات دانه‌بندی
۱۱۷	۴-۸-۳ تبادل یونی
۱۱۷	۴-۸-۴ تبادل یونی معکوس
۱۱۸	۴-۸-۵ احیاء سولفات
۱۱۸	۴-۸-۶ اکسایش پیریت
۱۱۹	۴-۸-۷ ته‌نشینی کلسیت
۱۲۲	۴-۸-۸ ددلولومیتی شدن
۱۲۳	۴-۸-۹ فیلتراسیون غشایی
۱۲۳	۴-۸-۱۰ آب‌های هیدروترمال
۱۲۵	۴-۸-۱۱ اختلاط
۱۲۹	۴-۸-۱۲ تفسیر واکنش‌های آب زیرزمینی با استفاده از دیاگرام
۱۳۱	۴-۹ مدل‌سازی بیلان جرمی
۱۳۶	۴-۱۰ آلودگی شورابه
۱۳۶	۴-۱۰-۱ آب باران
۱۳۶	۴-۱۰-۲ آب دریا
۱۳۶	۴-۱۰-۳ تبخیری‌ها
۱۳۷	۴-۱۰-۴ تلخابه‌ها
۱۳۸	۴-۱۰-۵ شورابه‌های مناطق نفتی
۱۳۹	۴-۱۰-۶ نسبت‌های بکار برده شده برای تمایز بین انواع آب‌های با ترکیب سدیم کلراید
۱۴۰	۴-۱۱ تمرین‌ها
۱۴۴	۴-۱۲ پاسخ تمرین‌ها
۱۴۷	فصل پنجم: مدل‌سازی ژئوشیمیایی تعادلی
۱۴۷	۵-۱ مقدمه
۱۴۸	۵-۲ ترمودینامیک شیمیایی
۱۴۹	۵-۲-۱ انرژی شیمیایی

۱۵۰	۳-۵ ثابت تعادل (K).....
۱۵۰	۱-۳-۵ تخمین K با استفاده از انرژی آزاد واکنش.....
۱۵۲	۲-۳-۵ مثال‌هایی از کاربرد و محاسبه ثابت‌های تعادلی.....
۱۵۷	۳-۳-۵ تغییر K با دما.....
۱۵۹	۴-۵ فعالیت (a).....
۱۶۰	۱-۴-۵ ضریب فعالیت (γ).....
۱۶۲	۲-۴-۵ تشکیل کمپلکس.....
۱۶۳	۳-۴-۵ فعالیت گازها.....
۱۶۴	۵-۵ گونه‌زایی.....
۱۶۴	۱-۵-۵ تعادل کریئاته.....
۱۶۶	۶-۵ شاخص اشباع کانی (SI).....
۱۶۶	۱-۶-۵ ضریب انحلال‌پذیری.....
۱۶۸	۲-۶-۵ ضریب فعالیت یونی (IAP).....
۱۶۸	۳-۶-۵ تخمین سیباعت.....
۱۶۹	۴-۶-۵ شاخص لانه.....
۱۷۰	۷-۵ واکنش‌های اکسیداسیون/انباء.....
۱۷۱	۱-۷-۵ استخراج pe.....
۱۷۴	۲-۷-۵ استخراج Eh.....
۱۷۵	۳-۷-۵ تبدیل Eh به pe.....
۱۷۷	۴-۷-۵ موازنه نیم‌واکنش‌ها.....
۱۷۹	۵-۷-۵ مقدمه‌ای بر نمودارهای pe(Eh)/pH.....
۱۸۲	۸-۵ تمرین‌ها.....
۱۸۵	۹-۵ پاسخ تمرین‌ها.....
۱۹۱	فصل ششم: محیط‌های ژئوشیمیایی.....
۱۹۱	۱-۶ مقدمه.....
۱۹۲	۲-۶ فاکتورهای مؤثر بر قابلیت تحرک عناصر کمیاب.....
۱۹۲	۱-۲-۶ واکنش‌های وابسته به pH.....
۱۹۶	۲-۲-۶ واکنش‌های وابسته به Pe(±pH).....
۱۹۹	۳-۲-۶ مناطق ژئوشیمیایی ردوکس.....
۲۰۱	۴-۲-۶ واکنش‌های جذب.....
۲۰۷	۳-۶ تمرین‌ها.....
۲۰۷	۴-۶ پاسخ تمرین‌ها.....
۲۰۹	فصل هفتم: نام‌گذاری شیمی آلی.....
۲۰۹	۱-۷ مقدمه.....
۲۱۰	۱-۱-۷ تاریخچه شیمی آلی.....
۲۱۱	۲-۱-۷ پیوند.....
۲۱۲	۲-۷ پیوند ترکیبات آلی.....

۲۱۳	۳-۷ نام‌گذاری ترکیبات آلی
۲۱۳	۱-۳-۷ اعداد ثبت اختصارهای شیمیایی
۲۱۳	۲-۳-۷ رقم کنترلی
۲۱۴	۴-۷ هیدروکربن‌ها
۲۱۵	۱-۴-۷ هیدروکربن‌های آلیفاتیک
۲۲۳	۲-۴-۷ هیدروکربن‌های آروماتیک
۲۲۷	۳-۴-۷ هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک
۲۲۹	۵-۷ ترکیبات آلی هالوژنه
۲۳۰	۱-۵-۷ نام‌گذاری قدیمی
۲۳۰	۲-۵-۷ هیدروکربن‌های آلیفاتیک هالوژنه
۲۳۲	۳-۵-۷ هیدروکربن‌های آروماتیک هالوژنه
۲۳۳	۴-۵-۷ هیدروکربن‌های حلقوی هالوژنه
۲۳۶	۵-۵-۷ پلیمرها
۲۳۸	۶-۵-۷ ناجور حلقه‌ها (هتروسیکل‌ها)
۲۴۲	۷-۵-۷ توصیف سیستم حلقه
۲۴۲	۶-۷ گروه‌های عاملی اکسیژن
۲۴۳	۱-۶-۷ الکل‌ها
۲۴۷	۲-۶-۷ اترها
۲۵۰	۳-۶-۷ آلدئیدها
۲۵۳	۴-۶-۷ کتون‌ها
۲۵۸	۵-۶-۷ اسیدهای کربوکسیلیک
۲۶۱	۶-۶-۷ استرها
۲۶۵	۷-۶-۷ نام‌گذاری گروه عاملی اکسیژن
۲۶۷	۷-۷ ترکیبات آلی نیتروژن
۲۶۷	۱-۷-۷ آمین‌ها
۲۶۹	۲-۷-۷ دی‌آمین‌ها
۲۶۹	۳-۷-۷ آمین‌های آروماتیک
۲۷۱	۴-۷-۷ آمینو اسیدها
۲۷۲	۵-۷-۷ آمیدها
۲۷۳	۶-۷-۷ پروتئین‌ها
۲۷۳	۷-۷-۷ هیدرازین‌ها
۲۷۳	۸-۷-۷ ایمین‌ها
۲۷۴	۹-۷-۷ نتریل‌ها
۲۷۵	۱۰-۷-۷ گروه نیترو
۲۷۷	۱۱-۷-۷ N-نیتروس آمین‌ها
۲۷۸	۱۲-۷-۷ کربامات‌ها
۲۸۰	۸-۷ ترکیبات آلی دارای سولفور
۲۸۰	۱-۸-۷ گروه مرکاپتو یا تیول

۲۸۲	۲-۸-۷ دی سولفیدها.....
۲۸۲	۳-۸-۷ سولفیدها.....
۲۸۲	۴-۸-۷ سولفو کسیدها.....
۲۸۳	۵-۸-۷ سولفون‌ها.....
۲۸۳	۶-۸-۷ اسیدهای تیو.....
۲۸۴	۷-۸-۷ تیو یا تیون.....
۲۸۴	۸-۸-۷ سولفونیک اسید.....
۲۸۵	۹-۸-۷ سولفون آمیدها.....
۲۸۵	۱۰-۸-۷ سولفات‌ها.....
۲۸۵	۱۱-۸-۷ تیوفن‌ها.....
۲۸۶	۲-۸-۷ تارچ کش‌ها و علف کش‌های دی‌تیوکربامات.....
۲۸۶	۹-۷ ترکیبات آبی فسفردار.....
۲۹۰	۱۰-۷ نام‌داری ترکیبات پیچیده.....
۲۹۳	۱۱-۷ تمرین‌ها.....
۲۹۸	۱۲-۷ پاسخ تمرین‌ها.....
۳۰۳	فصل هشتم: جدایش اکوسیستم و انتقال مواد حل‌شونده.....
۳۰۳	۱-۸ مقدمه.....
۳۰۳	۲-۸ جدایش (تفکیک) اکوسیستم.....
۳۰۴	۱-۲-۸ جدایش مایع-مایع.....
۳۰۹	۲-۲-۸ جدایش فاز جامد.....
۳۱۵	۳-۲-۸ جدایش هوا-آب.....
۳۱۷	۴-۲-۸ اکوسیستم آبخوان.....
۳۱۸	۵-۲-۸ محاسبات برای یک اکوسیستم کامل.....
۳۲۱	۶-۲-۸ تخمین جدایش با استفاده از محدوده‌های پارامترهای مختلف.....
۳۲۳	۷-۲-۸ تخمین ضرایب جدایش.....
۳۳۰	۳-۸ مدل‌های جریان آب زیرزمینی.....
۳۳۱	۱-۳-۸ مدل‌های انتقال مواد حل‌شونده.....
۳۳۸	۴-۸ تجزیه آلاینده.....
۳۳۹	۱-۴-۸ محاسبات نیمه‌عمر.....
۳۴۶	۵-۸ خلاصه.....
۳۴۷	۶-۸ تمرین‌ها.....
۳۵۰	۷-۸ پاسخ تمرین‌ها.....
۳۵۷	واژه‌یاب.....
۳۶۹	منابع.....