

کزین برتر اندیشه برنگذرد  
خداوند روزی ده رهنمای

به نام خداوند جان و خرد  
خداوند نام و خداوند جای

# شیمی، سلامت و محیط زیست

مؤلف : Olov Sterner

مترجم : شیوا دهقانی

ویراستاران علمی : دکتر محمدابراهیم علیا

(عضو هیئت علمی پژوهشگاه رنگ)

مهندس عبدالکریم شریفی

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

ویراستاران ادبی : آذین کاظمی

سرشناسه	: استرنر، اولوو – Sterner, Olov
عنوان و نام پدیدآور	: شیمی، سلامت و محیط‌زیست/ مولف [اولوو استرنر]: مترجم شیوا دهقانی؛ ویراستاران علمی محمدابراهیم علیا، عبدالکریم شریفی.
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات دکتر مقصودی، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۴۵۲ص: مصور، جدول.
شابک	: 978-600-9227-62-4
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Chemistry, health, and environment 2nd ed
موضوع	: مواد شیمیایی -- اثر فیزیولوژیکی -- سم‌شناسی زیست محیطی
موضوع	: Chemicals - - Physiological effect - - Environmental toxicology
شناسه افزوده	: دهقانی، شیوا، ۱۳۴۴ - ، مترجم
شناسه افزوده	: علیا، محمدابراهیم ۱۳۵۷ - ، ویراستار
شناسه افزوده	: شریفی، عبدالکریم، ۱۳۷۲ - ، ویراستار
رده‌بندی کنگره	: PA۱۲۲۶
رده‌بندی دیویی	: ۶۱۵/۹۰۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۹۳۸۹۷۰

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت..

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۲۲۷-۶۲-۴

ISBN 978-600-9227-62-4

نام کتاب	: شیمی، سلامت و محیط زیست
مؤلف	: Olov Sterner
مترجم	: شیوا دهقانی
ویراستاران علمی	: دکتر محمد ابراهیم علیا، مهندس عبدالکریم شریفی
ناشر	: دکتر مقصودی
تیراژ	: ۳۰ جلد
نوبت چاپ	: اول، پاییز ۱۳۹۸

کلیه حقوق برای نشر دکتر مقصودی محفوظ است.

آدرس انتشارات: گیشا - خیابان ۱۱ - پلاک ۵۸ - واحد ۹

آدرس پخش: خیابان انقلاب - مقابل دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه منفی یک واحد ۲۰۸

(تلفن: ۶۶۴۶ ۷۹۹۹ و ۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱ - فکس: ۳۶۴۶ ۶۶۹۵ - ۰۲۱-۰۲۱-۶۶۹۵ و ۰۲۱-۰۲۱-۹۱۲ ۱۱۲ ۱۱۲ ۳)

# پیشگفتار

جامعه‌ی امروزی امکان دستیابی به مواد شیمیایی زیاد را فراهم می‌سازد و گرچه ما از منافع گوناگون این ترکیبات مانند پیشرفت در ایمنی و داروهای مؤثر نفع می‌بریم، اغلب ما درباره‌ی احتمال اینکه به گونه‌ای این مواد شیمیایی سلامتی و محیط‌زیست را به خطر بیندازند نگرانیم. نگرانی‌های ما کاملاً به‌جا و مستحکم هستند. در خلال قرن گذشته بسیاری از حوادث و بلایائی در اثر استفاده نابه‌جا از ترکیبات شیمیایی رخ داده که منجر به نابودی هم انسان و هم محیط‌زیست شده است. امروزه ما به خوبی آگاهییم که بیشتر تومورهائی که انسان بدان مبتلا می‌شود نتیجه‌ی مواد شیمیایی و آزاد شدن آن در جو زمین است و ناشی از مقادیر زیادی دی‌اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای می‌باشد و هشدارهای جدی را برای آب و هوا بوجود آورده که نتیجه‌ی فعالیت‌های بشر است. خطرات مرتبط با مواد شیمیایی از شانس محض نیست، بلکه بستگی به تعدادی از خواص در یک ماده‌ی شیمیایی برای مثال قابلیت حل و واکنش‌پذیری آن مرتبط می‌شود. این خواص چگونگی تقابل با عناصر بیوشیمیایی در یک موجود زنده مانند انسان و در نتیجه چگونگی سمی شدن آن را تعیین می‌کنند. گرچه از لحاظ نظری پیش‌بینی خطرات مواد شیمیایی مشکل است اما جای تعجب دارد که با یک بازنگری ساده از ساختار مواد شیمیایی، بسیاری از خواصی که رفتار یک ماده و عمل یک ترکیب شیمیایی را تعیین می‌کند، نتیجه‌گیری کرد. اساساً، این موضوعی است که کتاب درباره‌ی آن بحث می‌کند. با شناسائی زیرساخت‌ها و گروه‌های عامل که ما می‌دانیم با سمی بودن یا تأثیر محیطی مربوط هستند، می‌توانیم مراقب خطرات بالقوه‌ی ترکیبات شیمیایی، قبل از اینکه در سر تیترو روزنامه‌ها ظاهر شوند، باشیم. همچنانکه ما باید به صورت خیلی جدی از تغییرات متابولیکی، ترکیبات شیمیایی روی موجودات زنده و تبدیلات شیمیایی که در محیط‌زیست صورت می‌گیرد، آگاه باشیم. زیرا مواد و فرآورده‌های حاصل از این تغییرات، دارای خواص شیمیایی مختلفی هستند که در نتیجه‌ی آن خطرات بزرگ قابل توجهی به همراه خواهد داشت. به عقیده‌ی ما، شیمی‌دانان، دانشجویان شیمی و در واقع هر کسی که با مواد شیمیایی سروکار دارد و کسانی که مسئولیت سلامتی و ایمنی دیگران را عهده دارند باید از ارتباط بین ساختار شیمیایی و سمی بودن آن آگاه باشند و قصد و منظور این کتاب بالا بردن این آگاهی می‌باشد. گرچه اساس این بحث شیمیایی است، هدف بعدی متوجه آن است که افرادی با دانش کم درباره‌ی شیمی هم این متن را آموزنده و مفید بدانند. به همین دلیل ویرایش دوم با افزودن یک فصل

جدید گسترش یافته تا اثرات ترکیبات شناخته شده را که معمولاً به‌عنوان سوخت‌ها، آفت‌کش‌ها، مواد افزودنی خوراکی و دارویی، استفاده می‌شوند توضیح دهد.

به‌عنوان نویسنده‌ی کتاب، صمیمانه امیدوارم که خوانندگان، این کتاب را الهام‌بخش و جالب توجه بدانند و اگر کسی بتواند با استفاده از دانش و علوم ارائه شده در این کتاب مانع وقوع یک حادثه شیمیایی شود، من انسان شادی خواهم شد.

**Olov Sterner**  
**Lund, February 2010**

**فصل ۱ مواد شیمیایی و اجتماع ..... (۱-۱۴)**

- ۱-۱ مشکلات اساسی ۲  
 ۲-۱ تعریفی از علوم پیچیده ۴  
 ۳-۱ گرایش‌ها و پیشرفت‌ها در طول سال‌ها ۶  
 ۴-۱ قانون‌گذاری ۷  
 ۵-۱ آگاهی در مورد خطرات مواد شیمیایی ۱۰  
 ۶-۱ خطرات شیمیایی قابل قبول ۱۲

**فصل ۲ مواد شیمیائی در طبیعت و زندگی ..... (۱۵-۴۸)**

- ۱-۲ سلول ۱۶  
 ۱-۱-۲ انواع سلول‌های انسانی ۱۷  
 ۱-۱-۲ عملکردها و اجزاء اصلی یک سلول ۱۸  
 ۲-۲ ترکیبات شیمیایی ۲۰  
 ۱-۲-۲ مواد شیمیائی درون‌زاد در مقابل برون‌زاد (اگزوژنوس و اندوژنوس) ۲۳  
 ۲-۲-۲ ترکیبات طبیعی در مقابل ترکیبات مصنوعی ۲۵  
 ۳-۲ ترکیبات بیوشیمیائی ۲۷  
 ۱-۳-۲ آب ۲۷  
 ۲-۳-۲ کربوهیدرات‌ها ۲۸  
 ۳-۳-۲ اسیدهای چرب ۲۹  
 ۴-۳-۲ تریپنوئیدها ۳۰  
 ۵-۳-۲ آمینواسیدها ۳۲  
 ۶-۳-۲ نوکلئوزیدها ۳۵  
 ۴-۲ جایگزین‌های سلولی و مولکول‌های زیستی بزرگ ۳۵  
 ۱-۴-۲ غشاهای سلول ۳۵  
 ۲-۴-۲ پروتئین‌ها ۳۸  
 ۳-۴-۲ اسیدهای نوکلئیک ۴۰  
 ۵-۲ مبانی شیمی محیط‌زیست ۴۱  
 ۱-۵-۲ اتمسفر ۴۲  
 ۲-۵-۲ هیدروسفر ۴۵  
 ۳-۵-۲ لیتوسفر و پروسفر ۴۵  
 ۴-۵-۲ تغییر و واژگونی مواد شیمیائی در داخل و بین کُرَات ۴۷

**فصل ۳** خواص شیمیائی ..... (۸۰-۴۹)

۴۹	۱-۳ خواص شیمیائی مهم و حساس
۴۹	۱-۱-۳ فرآر بودن
۵۳	۲-۱-۳ انحلال پذیری
۵۶	۳-۱-۳ جذب سطحی و جذب درون یک ماده
۵۸	۴-۱-۳ پایداری
۵۸	۵-۱-۳ واکنش پذیری
۶۲	۲-۳ واکنش های بین هسته دوست ها و الکترون دوست ها
۶۳	۱-۲-۳ جایگزین های هسته دوست
۶۵	۲-۲-۳ افزایش های نوکلئوفیلیک
۶۷	۳-۲-۳ الکتروفیل
۷۳	۴-۲-۳ نوکلئوفیل
۷۴	۳-۳ واکنش های رادیکالی
۷۵	۴-۳ عوامل تعدیل کننده ی واکنش پذیری
۷۵	۱-۴-۳ تأثیرات الکترونیک
۷۸	۲-۴-۳ عوامل استریک
۷۹	۳-۴-۳ تبدیلات و تغییراتی که واکنش پذیری را افزایش می دهد

**فصل ۴** جذب، پخش و حذف ترکیبات شیمیائی ..... (۸۱-۱۰۹)

۸۱	۱-۴ انتقال از طریق غشاهای بیولوژیکی
۸۱	۱-۱-۴ انتشار
۸۳	۲-۱-۴ انتقال غیرفعال به وسیله پروتئین ها
۸۵	۳-۱-۴ انتقال فعال به وسیله پروتئین ها
۸۶	۴-۱-۴ آگزوستیوز و اندوستیوز
۸۸	۲-۴ جذب ترکیبات شیمیائی در انسان
۸۸	۱-۲-۴ جذب از طریق پوست
۹۰	۲-۲-۴ میزان جذب از طریق دستگاه گوارش
۹۵	۳-۲-۴ جذب از طریق ریه ها
۹۸	۳-۴ انباشت بیولوژیکی
۹۹	۴-۴ پخش ترکیبات شیمیائی در موجودات زنده
۹۹	۱-۴-۴ خواص شیمیائی
۱۰۰	۲-۴-۴ موانع بیولوژیکی

## فهرست VII

۱۰۱	۳-۴-۴ جذب به‌عنوان یک عملکرد پخش
۱۰۴	۵-۴ دفع ترکیبات شیمیائی از انسان
۱۰۵	۱-۵-۴ دفع از طریق ریه‌ها
۱۰۵	۲-۵-۴ دفع از طریق کبد
۱۰۷	۳-۵-۴ دفع از طریق کلیه‌ها

### فصل ۵ متابولیسم ترکیبات اگزوزنوس در پستانداران ..... (۱۷۳-۱۱۱)

۱۱۲	۱-۵ شرح مختصر
۱۱۴	۲-۵ سیستم‌های آنزیمی دخیل در اکسیداسیون‌ها
۱۱۵	۱-۲-۵ متابولیسم‌های اولیه و ثانویه
۱۱۵	۲-۲-۵ سیتوکروم P450
۱۱۹	۳-۲-۵ تولید گونه‌های اکسیژن واکنشگر
۱۲۳	۴-۲-۵ دیگر آنزیم‌های اکسیدکننده
۱۲۵	۳-۵ تبدیلات مرحله ۱
۱۲۶	۱-۳-۵ اکسیداسیون
۱۳۷	۲-۳-۵ احیاء
۱۳۸	۳-۳-۵ هیدرولیز
۱۴۲	۴-۵ فاز ۲ تبدیلات (جفت شدن‌ها)
۱۴۳	۱-۴-۵ جفت شدن با سولفات
۱۴۴	۲-۴-۵ جفت شدن با گلوکورونیک اسید
۱۴۷	۳-۴-۵ جفت شدن با آمینواسیدها
۱۴۸	۴-۴-۵ جفت شدن با گلوکوتیون
۱۵۱	۵-۴-۵ جفت شدن‌های دیگر
۱۵۳	۵-۵ خلاصه‌ای از واکنش‌های مرحله اول و مرحله دوم
۱۵۴	۶-۵ متابولیسم ترکیبات اگزوزنوس در پستانداران
۱۵۴	۱-۶-۵ متابولیسم هیدروکربن‌ها
۱۶۱	۲-۶-۵ متابولیسم ترکیبات شامل نیتروژن
۱۶۸	۳-۶-۵ متابولیسم ترکیبات شامل هالوژن
۱۷۲	۴-۶-۵ متابولیسم ترکیبات شامل گوگرد

### فصل ۶ تبدیلات و تغییر شکل‌ها در محیط ..... (۱۹۷-۱۷۵)

۱۷۵	۱-۶ تبدیلات آنزیمی
-----	--------------------

## فهرست VIII

۱۷۷	۱-۱-۶ تجزیه زیست محیطی ترکیبات اشباع	
۱۷۸	۲-۱-۶ تجزیه زیستی بنزن	
۱۸۱	۳-۱-۶ تجزیه زیستی آلکیل بنزن‌ها	
۱۸۱	۴-۱-۶ تجزیه زیستی ترکیبات آروماتیک با حلقه‌های چسبیده به هم	
۱۸۲	۵-۱-۶ تجزیه زیستی ترکیبات آروماتیک‌هالوژنه	
۱۸۵	۲-۶ تغییر شکل‌های شیمیائی	
۱۸۵	۱-۲-۶ اکسیداسیون	
۱۸۵	۲-۲-۶ هیدرولیز	
۱۸۸	۳-۲-۶ واکنش‌های جانشین، حذفی و اضافی	
۱۹۱	۳-۶ تغییر شکل‌های ایجاد شده به وسیله امواج رادیوئی	
۱۹۱	۱-۳-۶ فتولیز	
۱۹۳	۲-۳-۶ ایزومریزاسیون / بازآرایی	
۱۹۳	۳-۳-۶ واکنش‌های اضافی / حذفی	
۱۹۵	۴-۳-۶ فتواینیزاسیون (یونیزاسیون نوری)	
۱۹۵	۵-۳-۶ انتقال الکترون	
۱۹۶	۶-۳-۶ ایجاد حساسیت‌کردن	

## فصل ۷ اثرات سمّی ترکیبات شیمیائی ..... (۱۹۹-۲۶۴)

۱۹۹	۱-۷ مفاهیم سم‌شناسی	
۲۰۰	۱-۱-۷ میزان سمّیت ترکیبات شیمیائی مختلف	
۲۰۲	۲-۱-۷ مفاهیم سم‌شناسی	
۲۰۶	۳-۱-۷ عوامل تعدیل‌کننده سمّیت	
۲۱۱	۴-۱-۷ مسمومیت‌های حاد	
۲۱۶	۵-۱-۷ تفسیر نتایج حاصله از آزمایش‌های سم‌شناسی	
۲۱۹	۲-۷ اثرات سمّی کلی	
۲۱۹	۱-۲-۷ اثرات غیرخاص ترکیبات چربی‌گرای و آمفی‌پاتیک	
۲۱۹	۲-۲-۷ پراکسیداسیون چربی‌ها	
۲۲۴	۳-۲-۷ اسیدوز	
۲۲۹	۴-۲-۷ کمبود اکسیژن به علت اثرات روی خون	
۲۳۴	۵-۲-۷ نقصان ATP به دلیل ممانعت از متابولیسم اولیه	
۲۴۰	۳-۷ اثرات سمّی خاص روی ارگان‌ها (یا یکی والان‌ها)	
۲۴۰	۱-۳-۷ اثرات روی خون	
۲۴۰	۲-۳-۷ اثرات روی سیستم عصبی	



## فهرست IX

۲۴۵	۳-۳-۷ اثرات روی کبد
۲۴۷	۴-۳-۷ اثرات روی کلیه‌ها
۲۴۸	۵-۳-۷ اثرات روی دستگاه تنفسی
۲۴۹	۶-۳-۷ اثرات روی پوست
۲۵۰	۴-۷ ترکیبات شیمیائی حساسیت‌زا
۲۵۴	۱-۴-۷ حساسیت شدید فوری
۲۵۶	۲-۴-۷ حساسیت شدید از نوع تأخیری
۲۵۶	۵-۷ ترکیبات شیمیائی ناقص‌کنندهٔ جنین
۲۶۰	۶-۷ تخریب‌کننده‌های غدد درون‌ریز

### اساس مولکولی ژنوتوکسیک (سمیت ژنی) و سرطان‌زائی (۲۶۵-۳۰۲) .....

### فصل ۸

۲۶۶	۱-۸ کروموزوم‌ها، ژن‌ها و موتاسیون‌ها
۲۶۸	۲-۸ DNA به‌عنوان یک هدف مولکولی
۲۶۹	۳-۸ اثرات شیمیائی روی DNA و سیستم‌های کنترل‌کننده DNA
۲۶۹	۱-۳-۸ اصلاح بازهای DNA
۲۷۳	۲-۳-۸ ترکیب بین لایه‌ای
۲۷۴	۳-۳-۸ فقدان بازهای تغییر داده شده
۲۷۵	۴-۳-۸ اصلاح سایر مولکول‌های درشت
۲۷۶	۴-۸ انواع مختلف موتاسیون‌ها
۲۷۶	۱-۴-۸ موتاسیون‌های نقطه‌ای
۲۷۸	۲-۴-۸ اختلالات کروموزومی
۲۸۰	۵-۸ موتازن‌های شیمیائی
۲۸۲	۶-۸ اثرات موتاسیون‌ها
۲۸۳	۱-۶-۸ اثرات موتاسیون در سلول‌های زایا
۲۸۳	۲-۶-۸ اثرات موتاسیون بر سلول‌های تخم
۲۸۳	۳-۶-۸ اثرات موتاسیون بر سلول‌های غیرجنسی
۲۸۴	۴-۶-۸ کدام موتاسیون جدی‌ترین است؟
۲۸۵	۷-۸ سرطان‌زاهای شیمیائی
	۱-۷-۸ سرطان‌زاهای شیمیائی واکنشگر یا پیش واکنشگر که بر روی DNA
۲۸۶	عمل می‌کنند
	۲-۷-۸ سرطان‌زاهای شیمیائی مؤثر بر DNA به‌وسیلهٔ مکانیسم‌های
۲۸۷	غیرمستقیم

## فهرست X

۲۹۳		۸-۸ آنکوژن‌ها (مولد غده)، پروتوآنکوژن‌ها (مولد غده‌آغازین)، آنتی‌آنکوژن‌ها (ضد مولد غده)
۲۹۶		۹-۸ تکنیک‌هایی برای درک و تشخیص سرطان‌زائی
۲۹۶		۱-۹-۸ بررسی‌های اپیدمیولوژیک
۲۹۹		۲-۹-۸ آزمایشات بر روی حیوانات
۲۹۹		۳-۹-۸ ارزیابی‌هایی با سلول‌های پستانداران
۳۰۱		۴-۹-۸ ارزیابی‌هایی با باکتری‌ها

<b>فصل ۹</b>	<b>ترکیبات شیمیائی خطرناک ..... (۳۰۳-۳۸۷)</b>
--------------	---

۳۰۴		۱-۹ سوخته‌ها، بخارهای خروجی و دیگر آلوده‌کننده‌های هوا
		۱-۱-۹ بیوگازها (گازهای مصرفی به‌عنوان سوخت، حاصل از تخمیر فضولات)
۳۰۵		۲-۱-۹ گاز طبیعی
۳۰۶		۳-۱-۹ بنزین
۳۰۶		۴-۱-۹ دیزل
۳۰۷		۵-۱-۹ نفت و زغال سنگ
۳۰۸		۶-۱-۹ اتانول
۳۰۸		۷-۱-۹ هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای
۳۰۹		۸-۱-۹ دی‌اکسیدکربن
۳۱۲		۹-۱-۹ متان
۳۱۳		۱۰-۱-۹ ازون
۳۱۴		۱۱-۱-۹ نیتروژن و اکسیدهای گوگرد
۳۱۵		۱۲-۱-۹ خلاصه
۳۱۵		۲-۹ آفت‌کش‌ها و عوامل جنگ‌های شیمیائی
۳۱۶		۱-۲-۹ نفتالین (به‌صورت گلوله نفتالین و ضد بید)
۳۱۷		۲-۲-۹ DDT
۳۱۸		۳-۲-۹ آلدین و دی‌الدین
۳۲۲		۴-۲-۹ هگزا کلروبنزن
۳۲۳		۵-۲-۹ ۱،۲-دی‌برومو اتان و ۱،۲-دی‌کلرو اتان
۳۲۴		۶-۲-۹ فنوکسی اسیدها
۳۲۶		۷-۲-۹ اکسیدتری‌بوتیل‌تین
۳۲۸		۸-۲-۹ کرباریل
۳۲۸		۹-۲-۹ گلیفوسات‌ها
۳۳۰		

## فهرست XI

- ۳۳۲ ۱۰-۲-۹ دنیوسب (ماده‌ای شیمیائی جهت از بین بردن علف‌های هرز)
- ۳۳۳ ۱۱-۲-۹ مواد شیمیائی جنگی حاوی گوگرد
- ۳۳۴ ۱۲-۲-۹ مواد شیمیائی جنگی شامل فسفر
- ۳۳۷ ۱۳-۲-۹ خلاصه
- ۳۳۷ ۳-۹ غذا، داروها و محصولات طبیعی
- ۳۳۸ ۱-۳-۹ سافرول، مایریستیسین، المایسین و استراگل
- ۳۳۹ ۲-۳-۹ نیتريت
- ۳-۳-۹ هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای و ترکیبات آروماتیک
- ۳۴۱ هتروسیکل
- ۳۴۳ ۴-۳-۹ رنگ‌های غذایی
- ۳۴۴ ۵-۳-۹ پنی‌سیلین
- ۳۴۷ ۶-۳-۹ استامینوفن
- ۳۴۸ ۷-۳-۹ تالیدومید
- ۳۵۱ ۸-۳-۹ شیمی درمانی
- ۳۵۳ ۹-۳-۹ سم‌های بوتولونیم
- ۳۵۵ ۱۰-۳-۹ سموم کزاز
- ۳۵۶ ۱۱-۳-۹ آلفا توکسین‌ها
- ۳۵۷ ۱۲-۳-۹ آکالوئیدهای ارگوت
- ۳۵۸ ۱۳-۳-۹ موسکارین
- ۳۶۰ ۱۴-۳-۹ خلاصه
- ۳۶۱ ۴-۹ پلیمرها، چسب‌ها و مواد دیگر
- ۳۶۱ ۱-۴-۹ کلرید وینیل
- ۳۶۱ ۲-۴-۹ آکریل‌آمید
- ۳۶۴ ۳-۴-۹ دی‌آلکیل فتالات‌ها
- ۳۶۵ ۴-۴-۹ بازدارنده‌های شعله (آتش) برومینه
- ۳۶۷ ۵-۴-۹ سیانوآکریلات‌ها (چسب مرغوب)
- ۳۶۹ ۶-۴-۹ آزبست
- ۳۷۰ ۷-۴-۹ آمالگام دندان پزشکی
- ۳۷۱ ۸-۴-۹ بتون‌های حاوی رادون
- ۳۷۳ ۹-۴-۹ خلاصه
- ۳۷۴ ۵-۹ تفریحات شیمیائی قانونی و غیرقانونی
- ۳۷۴ ۱-۵-۹ کافئین
- ۳۷۶ ۲-۵-۹ دود تنباکو

## فهرست XII

۳۷۸	۳-۵-۹ اتانول	
۳۸۱	۴-۵-۹ آمفتآمین‌ها و مواد مخدر خلصه آور	
۳۸۳	۵-۵-۹ کانابیس (شاهدانه) (نوعی ماده مخدر)	
۳۸۴	۶-۵-۹ GHB	
۳۸۵	۷-۵-۹ LSD	
۳۸۶	۸-۵-۹ تریاک، مورفین و هروئین	
۳۸۷	۹-۵-۹ خلاصه	

### فصل ۱۰ اثرات محیطی ترکیبات شیمیائی ..... (۳۸۹-۴۴۰)

۳۸۹	۱-۱۰ انتشار طبیعی ترکیبات شیمیائی	
۳۸۹	۱-۱-۱۰ ترکیبات شیمیائی معدنی (غیرآلی)	
۳۹۱	۲-۱-۱۰ ترکیبات شیمیائی آلی	
۳۹۳	۲-۱۰ مه دود و دیگر آلودگی‌های هوا	
۳۹۴	۱-۲-۱۰ تجزیه زیستی گازهای کمیاب در تروپوسفر	
۳۹۵	۲-۲-۱۰ اکسیدکننده‌های فتوشیمیائی	
۳۹۶	۲-۱۰ آلودگی‌های اسیدی	
۳۹۸	۴-۱۰ نقصان ازون استراتوسفری	
۴۰۲	۵-۱۰ اثر گلخانه‌ای	
۴۰۷	۶-۱۰ آلودگی به وسیله هیدروکربن‌های هالوژنه	
۴۰۷	۱-۶-۱۰ دی‌اکسیدها	
۴۰۹	۲-۶-۱۰ PCB	
۴۱۰	۷-۱۰ آلودگی با فلزات	
۴۱۱	۱-۷-۱۰ آرسنیک (AS)	
۴۱۳	۲-۷-۱۰ کادمیوم (Cd)	
۴۱۴	۳-۷-۱۰ کروم (Cr)	
۴۱۵	۴-۷-۱۰ مس (Cu)	
۴۱۶	۵-۷-۱۰ سرب (pb)	
۴۱۷	۹-۷-۱۰ جیوه (Hg)	
۴۱۹	۷-۷-۱۰ قلع (Sn)	