

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



انتشارات  
۸۳۹

## ریز آلاینده‌ها در محیط‌های آبی

هورمون‌های استروئیدی

دکتر رؤیا پیروی مینائی

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی گناباد

دکتر علیرضا فریدحسینی

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

آسیه متعلّمی

سمیرا سالاری

علیرضا مقدّم

عنوان و نام پدیدآور:	ریزآلاینده‌ها در محیط‌های آبی: هورمون‌های استروئیدی/رؤیا پیروی مینائی ... [و دیگران]؛ ویراستار علمی علی‌اکبر حیدری تاشه‌کبود؛ ویراستار ادبی هانیه اسدیپور فعال مشهد.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری:	۱۲۸ ص؛ مصور، جدول.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۸۲۹.
شابک:	ISBN: 978-964-386-521-4
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیبا.
یادداشت:	پدیدآورندگان رؤیا پیروی مینائی، علیرضا فریدحسینی، آسیه متعلمی، سمیرا سالاری، علیرضا مقدم.
یادداشت:	واژه‌نامه. کتابنامه: ص. ۱۱۳-۱۲۵. نمایه.
عنوان دیگر:	هورمون‌های استروئیدی.
موضوع:	ریزآلاینده‌ها
	ریزآلاینده‌ها -- جنبه‌های زیست‌محیطی
	هورمون‌های استروئیدی -- تجزیه و آزمایش
	آب -- آلودگی
	آب -- تصفیه
	فاضلاب -- تصفیه
شناسه افزوده:	پیروی، رؤیا، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده:	حیدری، اکبر، ۱۳۶۵ - ویراستار
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.
رده‌بندی کنگره:	TD۴۲۷
رده‌بندی دیویی:	۶۲۸/۱۶۸
شماره کتاب‌شناسی ملی:	۸۷۵۲۹۳۴

### ریزآلاینده‌ها در محیط‌های آبی (هورمون‌های استروئیدی)

پدیدآورندگان: دکتر رؤیا پیروی مینائی؛ دکتر علیرضا فریدحسینی؛ آسیه متعلمی  
 سمیرا سالاری؛ علیرضا مقدم  
 ویراستار علمی: دکتر علی‌اکبر حیدری تاشه‌کبود  
 ویراستار ادبی: هانیه اسدیپور فعال مشهد  
 مشخصات: وزیری، ۱۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۴۰۱  
 چاپ و صحافی: چاپخانه دقت  
 بها: ۷۵۰/۰۰۰ ریال  
 حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



انتشارات  
۸۲۹

#### مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس  
 تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)  
 مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست  
 گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)  
 مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲  
 تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: [press@um.ac.ir](mailto:press@um.ac.ir)

## فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۵
<b>فصل ۱. خصوصیات و منابع ریز آلاینده‌ها</b> .....	۷
تعریف ریز آلاینده‌ها.....	۷
ویژگی ریز آلاینده‌ها و هورمون‌های استروئیدی.....	۹
مسیرهای ورود ریز آلاینده‌ها به محیط زیست.....	۱۳
پیدایش ریز آلاینده‌ها در آب‌های سطحی.....	۱۹
پیدایش ریز آلاینده‌ها در آب‌های زیرزمینی.....	۲۱
وجود ریز آلاینده‌ها در آب‌های آشامیدنی.....	۲۲
<b>فصل ۲. اثرات سلامتی و زیست محیطی هورمون‌های استروئیدی</b> .....	۲۵
برنامه غربالگری و جنبه‌های قانونی EDC.....	۲۵
اثرات بهداشتی و زیست محیطی ترکیبات استروژنی.....	۲۸
<b>فصل ۳. حذف هورمون‌های استروئیدی در سیستم‌های تصفیه</b> .....	۳۱
عملکرد تصفیه‌خانه‌های معمول در مورد ریز آلاینده‌ها.....	۳۱
حذف کلی ریز آلاینده‌ها در واحدهای متعارف تصفیه آب و فاضلاب.....	۳۱
سرنوشت ترکیبات استروژنی در فرایندهای مهندسی شده.....	۳۳
بررسی میزان حذف استروئیدها براساس سطوح تصفیه.....	۳۴
تصفیه مقدماتی.....	۳۴
تصفیه اولیه.....	۳۴
تصفیه ثانویه.....	۳۶
فرایندهای حذف نوترینت.....	۳۸
بررسی میزان حذف استروئیدها براساس نوع تصفیه.....	۳۹
فرایندهای فیزیکی.....	۴۰
فرایندهای شیمیایی.....	۵۶

۵۷.....	فرایندهای بیولوژیکی.....
۷۸.....	مقایسهٔ بازده‌های حذف در روش‌های بیولوژیک متداول.....
۷۸.....	سرنوشت ترکیبات استروژنی در طی تثبیت لجن.....
۷۹.....	هضم هوازی و بی‌هوازی.....
۸۰.....	تثبیت شیمیایی لجن.....
۸۰.....	سرنوشت ترکیبات استروژنی در فرایندهای اُزن‌زنی و اکسیداسیون پیشرفته (AOPS).....
۸۳.....	فتولیز.....
۸۴.....	فتوکاتالیست ناهمگن.....
۸۶.....	اکسیدکننده‌های قوی.....
۸۸.....	ترکیب UV و اکسیدانت‌های قوی.....
۹۰.....	سونولیز.....
۹۷.....	<b>فصل ۴. شناسایی و اندازه‌گیری ریزآلاینده‌ها.....</b>
۹۷.....	تکنیک‌های آنالیز ریزآلاینده‌ها در نمونه‌های آب و فاضلاب.....
۱۰۵.....	تکنیک‌های آنالیز ریزآلاینده‌ها در نمونه‌های لجن.....
۱۰۸.....	تکنیک‌های آنالیز ریزآلاینده‌ها در نمونه‌های خاک.....
۱۰۹.....	<b>جمع‌بندی.....</b>
۱۱۳.....	<b>منابع.....</b>
۱۲۶.....	<b>واژه‌نامه.....</b>
۱۲۷.....	<b>نمایه.....</b>

## پیشگفتار

ریزآلاینده‌ها<sup>۱</sup> و آلاینده‌های نوظهور<sup>۲</sup> در نتیجه تولید از منابع مختلف و انتشار در محیط‌های آبی، در تعداد و میزان قابل توجهی تولید می‌شوند. این دسته از آلاینده‌ها معمولاً تحت نظارت نیستند، در حالی که پتانسیل ورود به محیط را دارند و باعث اثرات اکولوژیکی، بهداشتی و تأثیر بر سلامتی انسان‌ها می‌شوند. با توجه به اثرات بالقوه این آلاینده‌ها، اقدامات پیشگیرانه لازم و ضروری می‌باشد و این در حالی است که در کشورهای در حال توسعه، مدیریت و نظارت هماهنگ بر آب‌های زیرزمینی و سطحی هنوز از انسجام و ارتقای لازم برخوردار نیست. در ایران نیز استانداردهای ملی کیفیت آب پارامترهای مختلفی را برای ارزیابی کیفیت آب در نظر می‌گیرد که متأسفانه شامل ریزآلاینده‌ها نمی‌شود. بنابراین در سیستم‌های مدیریت یکپارچه کنونی، مؤلفه‌های خاص در ارزیابی چرخه زیستی آلاینده‌های نوظهور، دیدگاه محیط‌زیستی جدیدی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

آنچه در این کتاب مورد توجه قرار گرفته است، توضیح در مورد راه‌های ورود، شناسایی و سرنوشت هورمون‌های استروئیدی به عنوان یکی از ریزآلاینده‌ها در محیط‌های آبی و سیستم‌های مختلف تصفیه آب و فاضلاب است. البته با وجود اینکه عنوان و هدف اصلی این کتاب، بحث در مورد هورمون‌های استروئیدی در محیط‌های آبی می‌باشد، اما در برخی قسمت‌ها از نام عمومی ریزآلاینده‌ها استفاده شده است؛ زیرا برخی مطالعات (به عنوان نمونه در مورد خصوصیات، سرنوشت و یا درصد حذف) به صورت کلی گزارش‌هایی را ارائه داده‌اند که هورمون‌های استروئیدی هم هدف بحث بوده است. کتاب حاضر در پنج فصل تدوین شده است. در فصل اول، به تعریف ریزآلاینده‌ها، ویژگی‌ها و سرنوشت آن‌ها در محیط‌زیست، به ویژه منابع آبی، پرداخته شده است. فصل دوم، به بررسی اثرات هورمون‌های استروئیدی بر سلامتی انسان و محیط‌زیست می‌پردازد. در فصل سوم، روش‌های حذف هورمون‌های استروئیدی در سیستم‌های تصفیه آب و

فاضلاب مطرح می‌شود. در فصل چهارم، روش‌های شناسایی و اندازه‌گیری هورمون‌های استروئیدی در بسترهای مختلف مانند آب، فاضلاب، لجن و خاک ارائه شده است. بنابراین در این کتاب سعی شده است که برخی از موارد و مطالب اساسی مرتبط با هورمون‌های استروئیدی که از جنبه محیط‌زیستی و حفاظت از منابع آبی دارای اهمیت بیشتری است، توضیح داده شود. مخاطبان این کتاب دانشجویان مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی مهندسی محیط‌زیست و مهندسی بهداشت محیط در زمینه‌های آموزشی و پژوهشی می‌باشند. همچنین مطالب این کتاب می‌تواند برای سایر علاقه‌مندان به مبحث آلاینده‌های نوظهور مفید واقع شود. این کتاب حاصل تلاش چندین سال تدریس، پژوهش، راهنمایی و مشاوره پایان‌نامه‌های مختلف توسط تیم مؤلفان در مقاطع مختلف تحصیلی می‌باشد. در نگارش و تدوین این کتاب سعی شده است علاوه بر به‌روز بودن مطالب کتاب، مطالعه آن برای خوانندگان قابل فهم و روان باشد. هرچند تلاش شده است با مرور چندباره مطالب کتاب، اشکالات آن تا حد امکان برطرف شود، اما مانند دیگر آثار خالی از اشکال نیست. بنابراین از خوانندگان گرامی سپاسگزار خواهیم شد، اگر انتقادها و دیدگاه‌های اصلاحی خود را به آدرس ایمیل [peirovi.r@gmu.ac.ir](mailto:peirovi.r@gmu.ac.ir) ارسال کنند. در پایان بر خود لازم می‌دانیم که از جناب آقای دکتر اکبر حیدری که زحمت ویراستاری علمی این کتاب را عهده‌دار شدند و نیز از داوران محترم که با ارائه پیشنهادهای ارزنده خود به ارتقای این کتاب کمک کرده‌اند، سپاسگزاری کنیم. همچنین از مدیریت محترم نشر آثار علمی دانشگاه فردوسی مشهد و کارکنان محترم این مدیریت، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نویسندگان

تابستان ۱۴۰۰