



دانشگاه الزهراء (س)
دانشکده علوم پایه

پایان نامه
جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته زیست شناسی - گرایش میکروبیولوژی

عنوان

تجزیه میکروبی برخی ترکیبات آروماتیک (استرهای فتالیک اسید) موجود در پساب
کارخانه‌های پتروشیمی

استادان راهنما

دکتر محمدرضا صعودی
دکتر روحا-کسری کرمانشاهی

دانشجو

زهرا نیک‌جوان

اسفند ۱۳۸۸





دانشگاه الزهراء (س)
دانشکده علوم پایه

پایان نامه
جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته زیست شناسی - گرایش میکروبیولوژی

عنوان

تجزیه میکروبی برخی ترکیبات آروماتیک (استرهای فتالیک اسید) موجود در پساب
کارخانه‌های پتروشیمی

استادان راهنما

دکتر محمدرضا صعودی
دکتر روحا-کسری کرمانشاهی

استاد مشاور

دکتر زهرا طالب‌پور

دانشجو

زهرا نیک‌جوان

اسفند ۱۳۸۸

پاس بیکران مخصوص پروردگاریست که بخشاینده‌ی هر نعمت و عطاکننده‌ی هر موهبت است.

تقدیم به دو یاور فداکار، دلسوز و بی‌همتایم

پدر و مادر بزرگوارم

که بدون حضور و یاری ایشان انجام این کار از آغاز امکان پذیر نبود.

تقدیم به برادران عزیز و مهربانم

علیرضا و محمد امین

با پاس فراوان از همسرار جمند و فریخته‌ام، به پاس یاری‌ها و همراهی‌های اکنون و به امید

شادی‌های آینده.

مشکر و قدردانی

از زحمات بی دریغ و دلسوزانه استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر صعودی کمال مشکر را دارم و بهواره به شاکردی ایشان ممنمتم.
بچنین از راهبانی های ارزشمند اساتید ارجمندم، سرکار خانم دکتر کرمانشاهی و سرکار خانم دکتر طالب پور که افتخار شاکردی ایشان را داشتم
صمیمانه مشکر می کنم.

از اساتید گرامی جناب آقای دکتر حامدی و جناب آقای دکتر فولادی که داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند و از نظرات ارزشمند
ایشان برخوردار شدم بسیار سپاسگزارم.

از اساتید گرامی سرکار خانم دکتر عبدی مدیریت محترم گروه زیست شناسی دانشگاه الزهراء خاطر حمایت ها و زحمات ایشان نهایت مشکر را
دارم.

از جناب آقای دکتر محمدی، مدیریت محترم گروه فناوری های نوین شرکت پژوهش و فناوری ترویشی و سایر همکاران ایشان در شرکت
پژوهش و فناوری ترویشی و نیز جناب آقای مهندس...، مدیریت محترم پژوهش پالایشگاه نفت تهران که امکانات لازم را جهت انجام
مراحل نمونه برداری فراهم نمودند بسیار مشکرم.

بچنین از مسئولین آزمایشگاه های دانشگاه الزهراء ویژه جناب آقای بهمنی، سرکار خانم اشرف، سرکار خانم خسروشاهی و سرکار خانم
خسروی مشکرم.

از دوستان عزیزم خانم بازرویی، کلاهچی، علی مددی، نصر، بخشی، زلفی گل، صبانی فرد، کشاورز، سروری، ثیا، قربانی، سلیمان زاده که طی
مدت انجام این پروژه از حضورشان بهره مند شدم و مایه دلگرمی من بودند بسیار سپاسگزارم.

چکیده :

استرهای فتالیکاسید دسته‌ای از پایدارترین و آلاینده‌ترین ترکیبات شیمیایی به حساب می‌آیند که از راه فعالیت شرکت‌های شیمیایی در محیط زیست آزاد می‌شوند. برخی از این مواد شیمیایی از نظر سمیت شناسی، ترکیبات مهمی هستند و اثرات سرطانزایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش که مورد حمایت «شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی» قرار گرفت، تجزیه میکروبی ترکیب Di-(2-EthylHexyl) Phthalate مورد تحقیق قرار گرفت. غربال‌سازی باکتری‌ها در نمونه‌های آب و لجن فعال که از یکی از بزرگترین سیستم‌های WWT در منطقه‌ی صنعتی ماهشهر نتیجه‌ی برجسته‌ای نداشت، اگرچه تعداد بسیاری از میکروارگانیسم‌ها (۸۰ مورفوتیپ مختلف) از جمله میکروارگانیسم‌های غیر تخمیری جدا شدند که در تجزیه‌ی دیگر ترکیبات شیمیایی می‌توانند نوید بخش باشند.

یک بررسی گسترده بر روی ۶۶ نمونه خاک از نواحی مختلف، از جمله خاک‌های شنی رودخانه‌ای، ماسه‌های ساحلی و رس‌های آلوده به نفت و... منجر به جداسازی کنسرسیون‌های میکروبی تجزیه‌کننده شد. یکی از کشت‌های خالص به دست آمده توانست حدود ۹۴٪ از 600 mg L^{-1} DEHP موجود در کشت محیط پایه معدنی مایع را طی ۵ روز حذف نماید و بر روی DEHP به عنوان تنها منبع کربن به خوبی رشد کند. تخلیص و تعیین مشخصات این سویه همچنین تعیین توالی 16S rDNA و بررسی‌های فیلوژنی منجر به معرفی یک باکتری گرم منفی هوازی ساکن خاک مشابه راسته *Rhizobiales* و جنس *Ensifer* spp. شد.

فهرست

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- ساختار مولکولی استرهای فتالات
۲	۲-۱- خصوصیات فیزیکی-شیمیایی استرهای فتالات
۴	۳-۱- استرهای فتالات و مقرات مربوط به آنها
۴	۴-۱- نحوه‌ی تولید استرهای فتالات
۵	۵-۱- موارد مصرف استرهای فتالات
۶	۶-۱- برهمکنش‌های شیمیایی استرهای فتالات با پلیمرهای وینیل کلراید
۶	۷-۱- پراکندگی و غلظت استرهای فتالات در محیط‌های مختلف
۷	۸-۱- اثرات سمی استرهای فتالات بر موجودات زنده
۸	۹-۱- تماس با استرهای فتالات
۹	۱۰-۱- تجزیه زیستی فتالات‌ها در پروکاریوت‌ها
۹	۱-۱۰-۱- تجزیه زیستی فتالات‌ها با استفاده از کشت خالص میکروارگانیسم‌ها
۱۰	۲-۱۰-۱- تجزیه زیستی فتالات‌ها با استفاده از کشت مخلوط میکروارگانیسم‌ها
۱۲	۳-۱۰-۱- تجزیه زیستی فتالات‌ها در شرایط بی‌هوازی
۱۲	۱۱-۱- مسیرهای متابولیسمی تجزیه استرهای فتالیک‌اسید
۱۲	۱-۱۱-۱- مسیر تجزیه‌ای اولیه
۱۳	۲-۱۱-۱- مسیر تجزیه‌ای نهایی
۱۵	۱۲-۱- آنزیم‌های دخیل در تجزیه زیستی استرها و ایزومرهای فتالیک‌اسید
۱۵	۱-۱۲-۱- استراز/ هیدرولازها
۱۵	۲-۱۲-۱- پرمنازها

۱۸	۱-۱۲-۳-فتالات دی کسيژنازها
۱۸	۱-۱۲-۴-ترفتالات وايزوفتالات دی اکسيژنازها
۱۹	۱-۱۲-۵-پروتو کاتکولات دی اکسيژنازها
۲۰	۱-۱۳-سرعت تجزيه انواع استرهای فتاليک اسيد
۲۱	۱-۱۴-تجزيه زيستی فتالاتها تحت شرايط زيست محیطی مختلف
۲۱	۱-۱۴-۱-فرآيندهای تصفيه پساب
۲۴	۱-۱۴-۲-لجن
۲۵	۱-۱۴-۳-آبهای شيرين و رسوبات
۲۶	۱-۱۴-۴-خاک و گل ولای
۲۷	۱-۱۴-۵-مناطق دفن زباله
۲۹	فصل دوم: مواد و روشها
۳۰	۲-۱-ابزارها و وسايل
۳۱	۲-۲-مواد و محیط کشتهای آماده
۳۲	۲-۳-محلولها و محیط کشتهای سنتزی
۳۲	۲-۳-۱-محیط پایه معدنی مایع حاوی DEHP به عنوان تنها منبع کربن
۳۳	۲-۳-۲-محیط پایه معدنی جامد حاوی DEHP به عنوان تنها منبع کربن
۳۳	۲-۳-۳-بافر فسفات ۶/۸ pH :
۳۳	۲-۳-۴-بافر (Tris-Borate-EDTA) TBE
۳۳	۲-۴-نرم افزارها و برنامههای مورد استفاده
۳۴	۲-۵-جمع آوری نمونه
۳۴	۲-۵-۱-نمونه برداری از لجن فعال
۳۴	۲-۵-۲-نمونه برداری از خاک

- ۳۵ ۲-۵-۳- تعیین pH خاک
- ۳۵ ۲-۶-۶- جداسازی و غربال‌گری میکروارگانیسم‌ها
- ۳۵ ۲-۶-۱- غنی‌سازی و سازش‌دهی نمونه‌های لجن فعال در محیط مایع
- ۳۶ ۲-۶-۲- جداسازی میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده DEHP از لجن فعال بر روی محیط پایه معدنی جامد
- ۳۶ ۲-۶-۳- غنی‌سازی و سازش‌دهی میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده DEHP از نمونه‌های خاک در محیط پایه معدنی مایع
- ۳۶ ۲-۶-۴- جداسازی میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده DEHP از نمونه‌های خاک بر روی محیط پایه معدنی جامد
- ۳۷ ۲-۷-۷- روش‌های نگهداری باکتری‌ها
- ۳۷ ۲-۸-۸- بررسی میزان تجزیه در جدایه‌های برتر
- ۳۷ ۲-۸-۱- تهیه کشت مقدماتی
- ۳۷ ۲-۸-۲- کشت در محیط پایه معدنی جهت ارزیابی میزان تجزیه
- ۳۸ ۲-۸-۳- بررسی میزان تجزیه به روش اسپکتروفوتومتری
- ۳۸ ۲-۸-۴- بررسی میزان تجزیه به کمک آنالیز GC-MS
- ۳۸ ۲-۸-۴-۱- آماده‌سازی نمونه (استخراج مایع-مایع و تزریق)
- ۳۹ ۲-۸-۴-۲- برنامه دمایی-دستگاهی GC-MS
- ۴۰ ۲-۸-۴-۳- نحوه محاسبه غلظت DEHP موجود در نمونه کشت
- ۴۱ ۲-۹-۹- تعیین نوع مواد آلی موجود در سیستم تصفیه پساب پتروشیمی فجر
- ۴۱ ۲-۹-۱- آماده‌سازی نمونه
- ۴۲ ۲-۹-۲- برنامه دمایی-دستگاهی GC-MS
- ۴۳ ۲-۱۰-۱۰- شناسایی ژنتیکی جدایه برتر

- ۴۳ ۱-۱۰-۲- استخراج DNA به روش فنل-کلروفرم
- ۴۴ ۲-۱۰-۲- تکثیر ژن 16S rDNA به کمک پرایمر 16S rDNA universal اختصاصی
E.coli
- ۴۵ ۱۱-۲- آزمون‌های تأییدی بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی
- ۴۵ ۱-۱۱-۲- آزمون‌های KOH، کاتالاز، اکسیداز و رنگ‌آمیزی گرم
- ۴۵ ۲-۱۱-۲- آزمون حرکت (لام مرطوب)
- ۴۵ ۳-۱۱-۲- آزمون اکسیداسیون-فرمانتاسیون (O-F) گلوکز
- ۴۶ ۴-۱۱-۲- احیای نترات
- ۴۶ ۵-۱۱-۲- تولید اسید از کربوهیدرات
- ۴۶ ۶-۱۱-۲- مایع کردن ژلاتین
- ۴۷ ۷-۱۱-۲- هیدرولیز نشاسته
- ۴۷ ۱۲-۲- بهینه‌سازی تجزیه DEHP توسط جدایه منتخب
- ۴۷ ۱-۱۲-۲- تعیین غلظت بهینه تجزیه‌ی DEHP
- ۴۷ ۲-۱۲-۲- تعیین دمای بهینه تجزیه‌ی DEHP
- ۴۸ ۱۳-۲- بررسی توانایی تجزیه سایر استرهای فتالیک‌اسید توسط جدایه SKN
- ۴۸ ۱۴-۲- بررسی اثر گلوکز و عصاره مخمر بر توانایی تجزیه DEHP توسط جدایه‌های
ضعیف‌تر
- ۴۹ فصل سوم: نتایج
- ۵۰ ۱-۳- مشخصات نمونه‌ها
- ۵۰ ۱-۱-۳- نمونه‌های لجن فعال
- ۵۱ ۲-۱-۳- نمونه‌های خاک
- ۵۳ ۲-۳- تعیین نوع مواد آلی موجود در پساب پتروشیمی فجر

- ۵۴ ۳-۳-جداسازی و غربال‌گری باکتری‌ها
- ۵۴ ۱-۳-۳-غنی‌سازی، سازش‌دهی و غربال‌سازی نمونه‌های لجن فعال
- ۵۵ ۲-۳-۳-غنی‌سازی، سازش‌دهی و غربال‌سازی نمونه‌های خاک
- ۵۵ ۳-۳-۳-اثر کومتابولیت‌های گلوکز و عصاره مخمر بر میزان رشد و تجزیه‌ی DEHP
توسط جدایه‌های تحمل‌کننده DEHP
- ۵۶ ۴-۳-میکروارگانیزم‌های جداسازی‌شده
- ۵۸ ۵-۳-بررسی توانایی تجزیه DEHP به کمک اندازه‌گیری تغییرات A₆₀₀
- ۵۹ ۶-۳-بهینه‌سازی توانایی تجزیه DEHP توسط جدایه SKN
- ۵۹ ۱-۶-۳-بهینه‌سازی شرایط پیش‌کشت
- ۶۱ ۲-۶-۳-تعیین غلظت بهینه DEHP، جهت تجزیه توسط جدایه SKN
- ۶۳ ۳-۶-۳-تعیین دمای بهینه رشد جدایه SKN
- ۶۴ ۷-۳-اندازه‌گیری میزان تجزیه DEHP به کمک آنالیز GC-MS
- ۶۷ ۸-۳-توانایی تجزیه سایر استرهای فتالیک‌اسید توسط جدایه SKN
- ۶۹ ۹-۳-شناسایی جدایه SKN به کمک تعیین توالی 16S rDNA
- ۶۹ ۱-۹-۳-الکتروفورز محصول تکثیر ژن به روش PCR
- ۷۰ ۲-۹-۳-بررسی شباهت توالی نوکلئوتیدی ژن 16S rDNA جدایه SKN با سویه‌های
ثبت شده در بانک ژنی
- ۷۰ ۳-۹-۳-درخت فیلوژنتیک مربوط به جدایه SKN
- ۷۳ ۱۰-۳-آزمون‌های تأییدی بیوشیمیایی
- ۷۴ فصل چهارم: بحث
- ۷۵ ۱-۴-ضرورت پژوهش در زمینه تجزیه زیستی استرهای فتالیک‌اسید
- ۷۶ ۲-۴-غربال‌سازی میکروارگانیزم‌های توانا در تجزیه زیستی استرهای فتالیک‌اسید (با

تأکید بر DEHP)

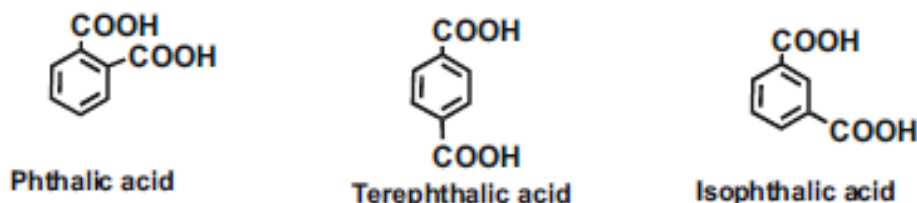
۸۰	۳-۴-ارزیابی میزان تجزیه DEHP توسط جدایه SKN
۸۲	۴-۴-شناسایی جدایه SKN
۸۵	پیشنهادات
۸۶	فصل پنجم: منابع
۱۰۳	فصل ششم: پیوست

فصل اول

مقدمه

۱-۱- ساختار مولکولی استرهای فتالات :

استرهای فتالات (PEs)، استرهای دی‌آلکیل یا آلکیل‌آریل ۱ و ۲-بنزن‌دی‌کربوکسیلیک‌اسید (فتالیک‌اسید) می‌باشند. نام «فتالات» از فتالیک‌اسید گرفته شده، که به سه ایزومر مختلف اطلاق می‌گردد: ایزومر *ortho*- (فتالیک‌اسید)، ایزومر *para*- (ترفتالیک‌اسید)، ایزومر *meta*- (ایزوفتالیک‌اسید). ساختار شیمیایی پایه فتالات‌ها، بنزن‌دی‌کربوکسیلیک‌اسید با دو زنجیره جانبی است، که این زنجیره جانبی می‌تواند گروه آلکیل، بنزیل، فنیل، سیکلوآلکیل و یا آلکوکسیل باشد [۸، ۹۲].



شکل (۱-۱): ساختار مولکولی ایزومرهای مختلف فتالیک‌اسید

۱-۲- خصوصیات فیزیکی-شیمیایی استرهای فتالات:

استرهای فتالات در دمای اتاق مایع هستند. دی‌استرهایی که دارای زنجیره‌های استری کوتاه‌تر هستند، مثل DMP^۱ و DEP بی‌رنگ هستند و ویسکوزیته پائینی دارند. با افزایش طول زنجیره جانبی، میزان ویسکوزیته و حالت روغنی نیز افزایش می‌یابد. به‌طور کلی حلالیت استرهای فتالات در آب، رابطه‌ای معکوس با طول زنجیره جانبی آلکیل آن‌ها دارد. به‌طوری‌که DMP آب‌دوست‌ترین و انحلال‌پذیرترین استر فتالات در آب است. و استرهایی با زنجیره جانبی ۱۰، ۱۱ و ۱۳ کربن آب‌گریزترین و انحلال‌ناپذیرترین استرهای فتالات در آب هستند (کمتر از ۱ mg L⁻¹ / ۰/۰۰۱). اغلب

۱- نام کامل مواد شیمیایی که به صورت اختصاری از آن‌ها نام برده شده، در پیوست (۱) آمده است.

دی‌استرهای فتالات در حلال‌های آلی مانند بنزن، تولوئن، زایلن، دی‌اتیل‌اتر، کلروفرم و اترنفت حل می‌شوند. در بسیاری از موارد نام‌های جایگزینی برای استرهای فتالات در صنعت وجود دارد. باید توجه داشت که از DOP به عنوان مترادف DEHP استفاده می‌شود [۱۰۰].

جدول (۱-۱): خصوصیات فیزیکی-شیمیایی برگزیده‌ای از استرهای فتالیک‌اسید

نام کامل	Dimethyl Phthalate	Diethyl Phthalate	Di-n-Butyl Phthalate	Diisobutyl Phthalate	Diisopentyl Phthalate	Di(2-EthylHexyl) Phthalate	Diisodecyl Phthalate
نام اختصاری	DMP	DEP	DnBP	DiBP	DiHP	DEHP	DiDP
فرمول بسته شیمیایی	$C_{10}H_{10}O_4$	$C_{12}H_{14}O_4$	$C_{16}H_{22}O_4$	$C_{16}H_{22}O_4$	$C_{16}H_{22}O_4$	$C_{24}H_{38}O_4$	$C_{28}H_{46}O_4$
وزن مولکولی (gr)	۱۹۴/۲	۲۲۲/۲	۲۷۸/۴	۲۷۸/۴	۳۶۳	۳۹۰/۶	۴۴۶/۷
دانشیه $(g\ cm^{-3})^{-1}$	۱/۱۹	۱/۱۲	۱/۰۵	۱/۰۳۸	۰/۹۹	۰/۹۸۳	۰/۹۶۳
نقطه ذوب ($^{\circ}C$)	۵/۵	-۴۰	-۳۵	-۳۵	-۴۵	-۴۶	-۴۶
نقطه جوش ($^{\circ}C$)	۲۸۲	۲۹۵	۳۴۰	۳۸۷	۳۸۹	۳۸۴	۳۹۲
فشار بخار در $20^{\circ}C$ (mmHg)	$3/45 \times 10^{-4}$	$4/59 \times 10^{-2}$	$2/7 \times 10^{-5}$	$6/6 \times 10^{-3}$	$2/4 \times 10^{-7}$	$1/0 \times 10^{-7}$	$1/2 \times 10^{-8}$
حلالیت در آب در $25^{\circ}C$ ($mg\ L^{-1}$)	۱/۰۸	۰/۳	۰/۴	۰/۰۷	۰/۰۴۳	۰/۰۴۱	۰/۰۳۲
ویسکوزیته اختصاصی در $20^{\circ}C$	۱/۱۹۲	۱/۱۱۸	۱/۰۴۲	۱/۰۵۰	۱/۰۰	۰/۹۸۶	۰/۹۶۱

۱-۳- استرهای فتالات و مقررات مربوط به آنها:

به دلیل حجم بالای تولید، در سراسر دنیا استرهای فتالات مورد بررسی‌های قانونی، دقیق و موشکافانه قرار گرفته‌اند. مقررات حاکم بر استرهای فتالات همه‌ی جنبه‌های تولید، حمل و نقل، استفاده و دورریزی آنها را در بر می‌گیرد. فتالات‌ها تحت قوانین آب‌های پاکیزه کنترل می‌شوند. رهاسازی برخی از استرهای فتالات در محیط در آمریکا، کانادا و ژاپن حتماً باید به دنبال اعلام عمومی صورت بگیرد.

استرهای فتالات توسط سازمان‌های نظارتی کشورهای مختلف مانند آمریکا، کانادا، اروپا و نیز سازمان توسعه و تعاون اقتصاد (OECD)، مورد ارزیابی‌های فراوان با توجه به جنبه‌های مختلف اثر بر محیط زیست و سلامت انسان، قرار گرفته است. طی مطالعات صورت گرفته DEHP و BBP در زمره مواد سرطان‌زا قرار می‌گیرند [۱۰۰].

۱-۴- نحوه تولید استرهای فتالات:

استرهای ارتو فتالات به‌طور کلی از طریق افزودن تناوبی الکل‌های شاخه‌دار یا خطی به انیدریدفتالیک‌اسید در حضور کاتالیزور اسیدی تولید می‌شود. استرهای فتالات محصولاتی از واکنش استریفیکاسیون ساده می‌باشند، که می‌توان این واکنش را در یک کتری حرارت داده شده همراه با تکان دادن و در نظر گرفتن راهی برای برداشتن آب انجام داد. برخی از صنایع فتالات‌ها را به روش batch تولید می‌کنند و صنایع جدیدتر که به میزان بالایی اتوماتیک شده‌اند این واکنش را به صورت پیوسته انجام می‌دهند [۱۰۰].

در ایران شرکت پتروشیمی فارابی تنها تولیدکننده dioctyl phthalate می‌باشد. مجتمع پتروشیمی فارابی دارای دو واحد اصلی تولید انیدریدفتالیک (PA) و دی‌اکتیل‌فتالات (DOP) است.

۱-۵- موارد مصرف استرهای فتالات:

فتالات‌ها به مقادیر قابل توجهی به خصوص برای تولید فرم‌های مختلف پلاستیک تولید می‌شوند. استرهای فتالیک‌اسید به‌طور عمده به عنوان ماده انعطاف‌دهنده (plasticizer) پلیمرهای پلی‌وینیل کلراید استفاده می‌شود، در حالی که استرهای ترفتالیک‌اسید برای تهیه فیبرهای پلی‌استر و پلی‌اتیلن ترفتالات (ماده‌ای که در تولید بطری‌های نوشیدنی کربناتی استفاده می‌شود) کاربرد دارند. استرهای ایزوفتالیک‌اسید که نسبت به دو ایزومر دیگر به نسبت به مقادیر کمتری تولید می‌شوند برای ساخت واکس (روغن) و رزین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ابعاد جهانی، طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ تولید فتالات‌ها از دو میلیون تن به ۵/۵ میلیون تن افزایش یافت [۱۰۱]. استرهای خطی تحمل سرمای پلیمرهای وینیل را افزایش می‌دهند و نیز امکان تبخیر شدن کمتری دارند. استرهای C₈-C₁₃ غالب‌ترین مواد افزودنی به پلیمرهای وینیل کلراید هستند. از این میان بیشترین مصرف را di-2-ethylhexyl phthalate، diisononyl phthalate و diisodecyl phthalate دارند. استرهای فتالات با وزن مولکولی پایین‌تر به عنوان نرم کننده در بعضی از رزین‌های غیر وینیلی شامل اکریلیک‌ها، اورتان‌ها و پلیمرهای سلولوزیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. استرهای فتالات با وزن مولکولی کمتر (انواعی که دارای زنجیره استری ۱ تا ۴ کربنه هستند)، به‌طور گسترده در تولید مواد مصرفی و مواد دارویی کاربرد دارند. استرهای فتالاتی که دارای زنجیره جانبی کوتاه‌تر از ۶ کربن می‌باشند معمولاً به دلیل تبخیرپذیری بالا به صورت منفرد به عنوان نرم کننده استفاده نمی‌شوند. در مجموع، استرهای فتالات به دلیل این‌که ویژگی‌هایی شامل سازگاری، دوام، کارایی و قابلیت پردازش را به‌طور هم‌زمان دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ایالات متحده، DEHP، DINP و DIDP، ۵۲/۲ درصد از فتالات مصرفی را تشکیل می‌دهند. بزرگترین استفاده DMP، به عنوان رقیق کننده و تثبیت کننده در حمل و نقل و نگهداری پراکسیدهای آلی می‌باشد. استفاده اصلی DEP در ترکیب با فیلم‌های سلولزی است. DEP به‌کار رفته در مواد آرایشی به عنوان تثبیت کننده و یا حامل عطرها و رایحه‌های مختلف

عمل می‌کند. استفاده DEP در مواد دارویی برای آزادسازی کند مواد دارویی آماده در بدن می‌باشد. DBP در ابتدا در چسب‌های امولسیون وینیل‌استات و رنگ‌های سلولزی مورد استفاده قرار گرفت. BBP معمولاً همراه با نرم‌کننده‌هایی که در نرم کردن پلیمرهای وینیل‌کلراید به کار می‌روند، مورد استفاده قرار می‌گیرند که به منظور بهتر کردن عملکرد محصول نهایی و قابلیت پردازش آن می‌باشد [۱۰۰].

۱-۶- برهمکنش‌های شیمیایی استرهای فتالات با پلیمرهای وینیل‌کلراید:

وارد نمودن استرهای فتالات به درون ماتریکس پلیمری باعث کاهش «دمای تبدیل شیشه‌ای» آن می‌شود. استرهای فتالات پیوند کووالان با ساختار پلیمری برقرار نمی‌کنند و بنابراین قادر به مهاجرت از درون ساختار پلیمری به بیرون هستند، و ممکن است با هر فرآیند فیزیکی از سطح پلیمر به محیط اطراف وارد گردند. علی‌رغم عدم پیوند کووالانسی، برهمکنش‌های شیمیایی و فیزیکی مختلف باعث می‌شوند که چنین مهاجرتی با سرعت بسیار پائینی صورت بگیرد. میزان ماند در درون ماتریکس پلیمر پلی‌وینیل‌کلراید یکی از عوامل اصلی است که در انتخاب نوع فتالات مورد استفاده مد نظر قرار می‌گیرد. استر فتالات مطلوب باید به حد کافی فاقد خصوصیت تبخیرپذیری باشد تا بتواند در طی مراحل مخلوط شدن و آماده‌سازی درون ماتریکس پلیمری باقی بماند [۱۰۰].

۱-۷- پراکندگی و غلظت استرهای فتالات در محیط‌های مختلف:

فتالات‌ها در محیط‌های مختلف مانند هوا، رسوبات، آبرفت‌ها و آب‌های طبیعی در اثر تولید، استفاده و پراکنده شدن پلاستیک‌ها یافت می‌شوند. مقادیر بسیار کمی از استرهای فتالات در طول فرآیند تولید آن‌ها به درون محیط زیست رها می‌شود. و مقدار کمی نیز به درون هوا آزاد می‌شود. تمامی میزان رها شده فتالات، در طی فرآیند تولید و پردازش به درون پساب رها می‌گردد. که در واحدهای تصفیه پساب مورد تیمار قرار می‌گیرد. در این فرآیند بخشی از فتالات‌ها دچار تجزیه زیستی شده، بخشی بر روی لجن رانشینی پیدا می‌کنند و مقدار کمی از آن وارد جو می‌شود. در

ایالات متحده معمولاً فتالات‌هایی را که بر روی لجن فاضلاب رانشینی پیدا می‌کنند از طریق سوزاندن و یا دفن کردن در یک محل از بین می‌برند. در برخی کشورها استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود کشاورزی مرسوم است، به این ترتیب مقداری فتالات به درون خاک رها می‌شود. مراکز معدودی که عمل سوزاندن زباله‌های آلوده به فتالات را انجام می‌دهند، باعث ورود مقداری از آن به جو می‌شوند. بخش اعظم فتالاتی که در محیط زیست یافت می‌شود در نتیجه‌ی رها شدن آن‌ها از اجسام حاوی فتالات، در اثر هوازدگی می‌باشد. استرهای فتالات علی‌رغم فشار بخار پائین می‌توانند از ماتریکس جامد به درون هوا آزاد گردند. بنابراین مواد دارای فتالات در طول زمان مصرف مفید خود می‌توانند منبعی برای رهاسازی فتالات‌ها به جو باشند. دفن مواد حاوی فتالات‌ها در محل‌های دورریزی زباله می‌تواند از وارد شدن بیشتر این مواد به اتمسفر جلوگیری کند. استرهای فتالات موجود در ساختار مواد پلاستیکی مدفون در خاک، توسط کپک‌ها و باکتری‌های موجود در خاک تجزیه می‌گردند. دی‌استرهای فتالات به خودی خود جابه‌جایی کمی در خاک دارند ولی آب‌شویه‌های مناطق دفن زباله می‌توانند حاوی مقادیر جزئی استرهای فتالات انحلال‌پذیرتر باشند [۱۰۰].

۱-۸- اثرات سمی استرهای فتالات بر موجودات زنده:

اطلاعات جمع‌آوری شده در مورد اثرات استرهای فتالات بر حیوانات آزمایشگاهی بسیار زیاد می‌باشد، چرا که بر اساس اصول سمیت‌شناسی، به پیش‌بینی پاسخ‌های بیولوژیک در یک گونه یا یک فرد بر اساس پاسخ سایر گونه‌ها یا جمعیت می‌پردازیم. تمرکز تحقیقات زیادی بر بیوشیمی سلول‌های کبدی، اثر بر بیضه‌ها و اثر بر سیر تکاملی این حیوانات بوده [۱۰۰].

از جمله اثرات مضر این ترکیبات بر انسان‌ها و حیوانات، سمیت کبدی، ناقص‌الخلقه‌زایی و سرطان‌زایی می‌باشد [۶۷]. منبع اصلی تماس انسان با ایزومرهای فتالات و استرهای آن از طریق تماس با مواد پزشکی، حرفه‌ای و مواد غذایی می‌باشد [۱۰۲]. نشان داده شده که استرهای فتالات با زنجیره جانبی کوتاه‌تر سمیت بالاتری دارند، که به دلیل حلالیت بالاتر آن‌ها در مقایسه با سایر