



دانشکده شیمی
گروه شیمی تجزیه

پایان نامه:

برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد در رشته شیمی تجزیه

عنوان

تلفیق روش استخراج جذبی توسط میله مغناطیسی پوشش داده شده و
میکرو استخراج مایع- مایع پخشی برای پیش تغلیظ آفت کشتهای
تری آزولی از محیط های آبی و اندازه گیری کمی به روش کروماتوگرافی
گازی

استاد راهنما

آقای دکتر میر علی فرج زاده

استاد مشاور

آقای دکتر جوانشیر جوزن

پژوهشگر

نینا نوری

شهریور ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خدایا مرا به علم توانگر ساز و به حلم زینت بخش و به تقوا عزیز کن و به عافیت زیبایی ده.

خدایا! از زوال نعمت و تغییر عافیت و غضب ناگهانی و همه چیزهایی که مایه ناخشنودی تو ست به تو پناه می برم.

خدایا! تو را به غیب دانی و قدرتی که بر آفرینش داری سوگند می دهم تا موقعی که زندگی را برای من بهتری دانی

مرا زنده نگهدار و موقعی که مرگ را برای من بهتری دانی مرا بمیران.

خدایا! از تومی خواهم که ترس خود را در آشکار و نهان نصیب من کنی و در حال خشنودی و خشم کلمه اخلاص را به

زبان من جاری نمایی و در حال فقر و توانگری میانه روی را شعار من سازی.

خدایا! چنان که خلقت مرا نیک کردی سیرتم را نیز نیک کن.

خداوند! یک لحظه مرا به خودم واگذار مکن

و چیزهای خوبی که به من بخشیده ای، از من بازگیر.

تقدیم به

پدر و مادر عزیز و مهربانم

که در سختی ها و دشواری های زندگی همواره یاری دلسوز و خداکار

و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده اند.

باسپاس فراوان از استادانهای فریخته‌ام جناب آقای دکتر فرج زاده
که در طول مدت انجام این پایان‌نامه از رهنمودهای علمی و اخلاقی ایشان بهره‌مند شدم
و درگاه خداوند بزرگ را شاکرم که افتخار شاگردی ایشان را نصیبم نمود.

از استاد مشاور کرامی جناب آقای دکتر جوین به خاطر رهنمودهای
علمی و اخلاقی ارزنده‌شان بسیار سپاسگزارم.

باسپاس فراوان از خواهر و برادر عزیزم به خاطر محبت‌های بی‌درغشان

و

هم‌آزمایشگاهی‌های مهربانم خانم باقوشجویی، خرم، خوش‌شرام، فاضلی

و آقایان نوروزی، سرورالدین، جعفری و افشار

و دوستانم خانم‌ها محمد حسین پور و زرداری که

در طول مدت انجام این پایان‌نامه دوستی‌آنها را به دگر می‌من بود.

نام خانوادگی دانشجو: نوری بکی کمار علیا	نام: نینا
<p>عنوان پایان نامه: تلفیق روش استخراج جذبی توسط میله مغناطیسی پوشش داده شده و میکرو استخراج مایع- مایع پخشی برای پیش تغلیظ آفت کشتهای تری آزولی از محیط های آبی و اندازه گیری کمی به روش کروماتوگرافی گازی</p>	
استاد راهنما: دکتر میرعلی فرج زاده	استاد مشاور: دکتر جوانشیر جوزن
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: شیمی
گرایش: تجزیه	دانشگاه: تبریز
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۶/۲۸	تعداد صفحه: ۸۶
<p>کلیدواژه‌ها: آفت کشتهای تری آزولی، میکرواستخراج مایع- مایع پخشی، استخراج جذبی با میله همزن پوشش داده شده، کروماتوگرافی گازی، نمونه‌های آبی</p>	
<p>چکیده: در این مطالعه تلفیقی از روش استخراج جذبی با میله مغناطیسی پوشش داده شده و میکرواستخراج مایع- مایع پخشی (SBSE-DLLME) و سپس اندازه گیری کمی آنها به روش کروماتوگرافی گازی با آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (GC-FID) به عنوان روشی جدید برای پیش تغلیظ شش نوع آفت کش تری آزولی مورد استفاده قرار گرفته است. تعدادی از پارامترهای مؤثر در کارایی هر دو مرحله استخراج به طور کامل مورد بررسی قرار گرفت. تحت شرایط بهینه نمونه آبی توسط یک میله همزن پوشش داده شده با اکتا دسیل سیلان (ODS) بهم زده شده و سپس آنالیت‌های جذب شده بوسیله متانول واجذب و با ۲۵ میکرولیتر از حلال ۱و۱و۲و۲- تتراکلرواتان مخلوط شده و به سرعت به درون ۵ میلی لیتر از محلول ۳۰٪ (وزنی/ حجمی) سدیم کلرید تزریق شد. پس از سانتریفوژ محلول ابری حاصل، ۱ میکرولیتر از فاز آلی ته نشین شده با روش GC-FID آنالیز شد. روش حاضر دارای محدوده خطی وسیع، ضرایب همبستگی بزرگتر از ۰/۹۹۳، حد تشخیص و حد اندازه گیری کوچکتر، با مقادیر به ترتیب ۲۴-۵۳/۰ و ۸۰-۱/۰۸ نانوگرم بر میلی لیتر و دقت اندازه گیری مطلوب ($RSD \leq 5/2\%$) می باشد. روش پیشنهادی برای آنالیز نمونه های حقیقی شامل آب شهری، آب چاه، پساب صنعتی (قبل و بعد از تصفیه)، آب سیب و آب انگور مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تایید نتایج حاصل از اندازه گیری نمونه های حقیقی با روش GC-FID از روش GC-MS نیز برای آنالیز، پساب صنعتی تصفیه شده استفاده شد. با کوبل کردن دو تکنیک استخراج SBSE و DLLME، مزیت های این دو روش باعث بهبود گزینش پذیری و حساسیت روش تجزیه ای شد. روش مذکور فاکتور های تغلیظ بزرگتری (۱۷۹۲-۲۸۲) را در مقایسه با سایر روشهای معمول آماده سازی نمونه ها برای آنالیز آفت کشتهای در نمونه های آبی نشان داده است.</p>	

فهرست مطالب

فصل اول

بررسی منابع و پیشنهاد پژوهش حاضر

۲	..... ۱-۱- مقدمه
۴	..... ۲-۱- تاریخچه بکارگیری آفت کشها
۵	..... ۳-۱- طبقه بندی آفت کشها براساس ساختار شیمیایی
۶	..... ۱-۳-۱- آفت کش های تری آزولی
۸	..... ۴-۱- روش های آنالیز آفت کش ها
۸	..... ۱-۴-۱- روشهای کروماتوگرافی
۹	..... ۲-۴-۱- روشهای اسپکتروسکوپی
۱۰	..... ۱-۲-۴-۱- اسپکترومتری فلوریمتری
۱۰	..... ۲-۲-۴-۱- اسپکتروسکوپی رزونانس مغناطیسی هسته (NMR)
۱۱	..... ۳-۲-۴-۱- روش های الکتروشیمیایی
۱۱	..... ۵-۱- روش های استخراج آفت کش ها
۱۱	..... ۱-۵-۱- استخراج مایع- مایع
۱۲	..... ۲-۵-۱- استخراج با فاز جامد
۱۲	..... ۳-۵-۱- میکرو استخراج با فاز جامد
۱۵	..... ۴-۵-۱- استخراج با میله بهم زن جاذب
۱۶	..... ۵-۵-۱- استخراج فرا صوتی با حلال
۱۶	..... ۶-۵-۱- استخراج با سیال فوق بحرانی
۱۷	..... ۷-۵-۱- استخراج با فاز جامد پخشی
۱۸	..... ۶-۱- روش های استخراج مایع-مایع مینیاتوری شده
۱۹	..... ۱-۶-۱- میکرواستخراج با قطره‌ی منفرد

۱۹	..... SDME - ۱-۱-۶-۱ تماس مستقیم
۲۰	..... ۱-۲-۶-۱ میکرواستخراج با قطره منفرد از فضای فوقانی
۲۱	..... ۱-۳-۶-۱ میکرواستخراج مایع - مایع - مایع
۲۲	..... ۱-۴-۶-۱ میکرواستخراج با حلال از نمونه‌ی در حال جریان
۲۳	..... ۱-۲-۶-۱ میکرواستخراج با فاز مایع با استفاده از غشا هالوفیبر
۲۵	..... ۱-۳-۶-۱ میکرواستخراج مایع - مایع همگن
۲۵	..... ۱-۴-۶-۱ میکرو استخراج مایع - مایع پخشی
۲۷	..... ۱-۱-۴-۶-۱ ویژگی حلال ها در میکرو استخراج مایع - مایع پخشی
۲۸	..... ۱-۷-۱ هدف از کار پژوهشی حاضر

فصل دوم

مواد و روشها

۳۰	..... ۱-۲-۱ تجهیزات و وسایل مورد نیاز
۳۲	..... ۲-۲-۱ مواد شیمیایی
۳۳	..... ۲-۲-۱-۱ محلولها و نمونه‌های حقیقی
۳۳	..... ۲-۳-۱ تهیه میله مغناطیسی پوشش داده شده
	..... ۲-۴-۱ روش کار استخراج جذبی با میله مغناطیسی پوشش داده شده- میکرواستخراج مایع- مایع
۳۴	..... پخشی و آنالیز به روش کروماتوگرافی گازی
۳۵	..... ۲-۵-۱ بهینه‌سازی شرایط کروماتوگرافی گازی
۳۵	..... ۲-۱-۵-۱ بهینه سازی برنامه‌ریزی دمایی
۳۶	..... ۲-۲-۵-۱ بهینه سازی حجم تزریقی
۳۶	..... ۲-۳-۵-۱ Purge time بررسی
۳۶	..... ۲-۶-۱ بهینه سازی شرایط استخراج
۳۶	..... ۲-۱-۶-۱ بهینه سازی مرحله DLLME

۳۷	.....۲-۶-۱-۱- بررسی اثر نوع حلال استخراج کننده.....
۳۷	.....۲-۶-۱-۲- بررسی اثر حلال پخش کننده.....
۳۷	.....۲-۶-۱-۳- بررسی اثر نمک زنی.....
۳۸	.....۲-۶-۱-۴- بررسی اثر حجم حلال استخراج کننده.....
۳۸	.....۲-۶-۱-۵- بررسی اثر حجم حلال پخش کننده.....
۳۸	.....۲-۶-۱-۶- بررسی اثر حجم فاز آبی.....
۳۹	.....۲-۶-۱-۷- بررسی اثر سرعت سانتریفوژ.....
۳۹	.....۲-۶-۱-۸- بررسی زمان سانتریفوژ.....
۳۹	.....۲-۶-۲- بهینه سازی مرحله SBSE.....
۳۹	.....۲-۶-۲-۱- بهینه سازی ترکیب جاذب پوشش داده شده.....
۴۰	.....۲-۶-۲-۲- بررسی اندازه میله مغناطیسی پوشش داده شده.....
۴۰	.....۲-۶-۲-۳- بررسی اثر سرعت همزدن.....
۴۰	.....۲-۶-۲-۴- بررسی اثر زمان استخراج.....
۴۱	.....۲-۶-۲-۵- بررسی اثر pH.....
۴۱	.....۲-۶-۲-۶- بررسی اثر نیروی یونی.....
۴۱	.....۲-۶-۲-۷- بررسی حجم فاز آبی حاوی آنالیت.....
۴۲	.....۲-۷-۷- بررسی تکرارپذیری روش.....
۴۲	.....۲-۸-۸- تهیه منحنی کالیبراسیون و تعیین محدوده‌ی خطی روش SBSE-DLLME.....
۴۳	.....۲-۹-۹- کاربرد روش میکرواستخراج مایع- مایع پخشی برای نمونه‌های حقیقی.....
۴۳	.....۲-۱۰-۱۰- بررسی اثر ماتریکس در نمونه‌های حقیقی.....

فصل سوم

نتایج و بحث

- ۴۶ ۱-۳- بهینه سازی شرایط کروماتوگرافی
- ۴۶ ۱-۱-۳- بهینه سازی برنامه ریزی دمایی
- ۴۷ ۵-۱-۳- بهینه سازی حجم تزریقی
- ۴۷ ۶-۱-۳- Purge time بهینه سازی
- ۴۸ ۲-۳- بهینه سازی شرایط استخراج
- ۴۸ ۱-۲-۳- DLLME مرحله
- ۴۸ ۱-۱-۲-۳- بهینه سازی نوع حلال استخراج کننده
- ۵۰ ۲-۱-۲-۳- بهینه سازی نوع حلال پخش کننده
- ۵۱ ۳-۱-۲-۳- تأثیر نمک زنی در میزان استخراج
- ۵۳ ۴-۱-۲-۳- بهینه سازی حجم حلال استخراج کننده
- ۵۴ ۵-۱-۲-۳- بهینه سازی حجم حلال پخش کننده
- ۶-۱-۲-۳- بهینه سازی حجم فاز آبی در مرحله DLLME (محلول آبی حاوی کلرید سدیم ۳۰٪
وزنی / حجمی)
- ۵۷ ۷-۱-۲-۳- بهینه سازی سرعت سانتیفریژ
- ۵۷ ۸-۱-۲-۳- بهینه سازی زمان سانتیفریژ
- ۵۹ ۲-۲-۳- بهینه سازی مرحله SBSE
- ۵۹ ۱-۲-۲-۳- بهینه سازی ترکیب جاذب پوشش داده شده روی میله مغناطیسی
- ۶۰ ۲-۲-۲-۳- بررسی اندازه میله مغناطیسی پوشش داده شده
- ۶۱ ۳-۲-۲-۳- تأثیر سرعت هم زدن
- ۶۲ ۴-۲-۲-۳- تأثیر زمان استخراج
- ۶۳ ۵-۲-۲-۳- بهینه سازی pH استخراج

۶۴	..... ۳-۲-۲-۶- تاثیر نیروی یونی
۶۵	..... ۳-۲-۲-۷- بهینه سازی حجم نمونهی آزمایشی
۶۷	..... ۳-۳- تعیین تکرارپذیری روش
۶۸	..... ۳-۴- محاسبه فاکتور تغلیظ، راندمان استخراج و راندمان نسبی روش
۶۹	..... ۳-۵- تهیه نمودار معیارگیری
۷۰	..... ۳-۶- تعیین محدودهی خطی روش
۷۰	..... ۳-۷- تعیین حد تشخیص و تعیین حد اندازه گیری
۷۱	..... ۳-۸- مقایسهی کارایی روش SBSE-DLLME با سایر روش‌ها
۷۳	..... ۳-۹- آنالیز نمونه‌های حقیقی
۷۹	..... ۳-۱۰- نتیجه گیری
۸۰	..... ۳-۱۱- پیشنهادات برای ادامه این کار پژوهشی
۸۱	..... منابع

فهرست اشکال

فصل اول

- ۳ ۱-۱ نحوه آلودگی منابع آبی به وسیله آفتکشها.
- ۷ ۱-۲ ساختار شیمیایی آفت کشهای تری آزولی مورد مطالعه.
- ۱۳ ۱-۳-۱ طرح ساده ای از یک سرنگ SPME.
- ۱۴ ۱-۴-۱ شمایی از Direct - SPME(a) و Headspace - SPME(b).
- ۱۴ ۱-۵-۱ شمایی از In Tube - SPME.
- ۱۴ ۱-۶-۱ In-tube(a) ، wire-in-tube (b) و fiber-in-tube(c).
- ۱۴ ۱-۷-۱ شمایی ساده از روش SBSE.
- ۱۵ ۱-۸-۱ مراحل استخراج با Dynamic LPME.
- ۱۸ ۱-۹-۱ طرح کلی از سه روش Direct -SDME(a), Headspace- SDME(b), LLLME(c).
- ۲۱ ۱-۱۰-۱ طرح سیستم HS-SDME.
- ۲۳ ۱-۱۱-۱ طرح کلی CFME(a) و CFME(b) اصلاح شده.
- ۲۴ ۱-۱۲-۱ طرح شماتیک از HF-LPME (a) دو فازی و (b) سه فازی.
- ۲۶ ۱-۱۳-۱ شمایی ساده ای از مراحل میکرو استخراج مایع- مایع پخش.

فصل دوم

- ۳۵ ۱-۲-۱ مراحل استخراج آنالیتها از نمونههای آبی به روش SBSE-DLLME.

فصل سوم

- ۴۹ ۳-۱- تأثیر نوع حلال استخراج کننده بر کارایی استخراج.....
- ۵۱ ۳-۲- تأثیر نوع حلال پخش کننده بر کارایی استخراج.....
- ۵۲ ۳-۳- بررسی اثر نمک زنی بر کارایی استخراج.....
- ۵۴ ۳-۴- بررسی اثر حجم حلال استخراج کننده بر کارایی استخراج.....
- ۵۵ ۳-۵- تأثیر حجم حلال پخش کننده بر کارایی استخراج.....
- ۵۶ ۳-۶- تأثیر حجم فاز آبی بر کارایی استخراج.....
- ۵۸ ۳-۷- بررسی سرعت سانتریفوژ بر کارایی استخراج.....
- ۵۸ ۳-۸- بررسی زمان سانتریفوژ بر کارایی استخراج.....
- ۶۰ ۳-۹- بهینه سازی ترکیب جاذب پوشش داده شده روی میله مغناطیسی.....
- ۶۱ ۳-۱۰- بررسی اثر اندازه میله مغناطیسی.....
- ۶۲ ۳-۱۱- بررسی تاثیر سرعت هم زدن بر کارایی استخراج.....
- ۶۳ ۳-۱۲- بررسی تاثیر زمان استخراج.....
- ۶۴ ۳-۱۳- بررسی اثر pH بر کارایی استخراج.....
- ۶۵ ۳-۱۴- بررسی اثر نیروی یونی بر کارایی استخراج.....
- ۶۶ ۳-۱۵- اثر حجم نمونه بر کارایی استخراج (غلظت ثابت).....
- ۶۷ ۳-۱۶- اثر حجم نمونه بر کارایی استخراج (مقدار ثابت).....
- ۷۶ شکل ۳-۱۷- کروماتوگرام GC-FID (A) آب شیر، (B) آب چاه، (C) آب انگور و (D) آب سیب.....
- ۷۷ شکل ۳-۱۸- کروماتوگرام های GC-FID (A) بلانک، (B) پساب تصفیه شده، (C) پساب تصفیه نشده و (D) محلول استاندارد.....
- ۷۸ شکل ۳-۱۹- کروماتوگرام های GC-MS (A) بلانک و (B) پساب تصفیه شده.....

فهرست جداول

فصل دوم

- ۳۰ ۱-۲- شرایط آنالیز GC-FID برای جداسازی و اندازه گیری آفت کشها
- ۳۱ ۲-۲- شرایط آنالیز GC/MS برای جداسازی و اندازه گیری آفت کشها
- ۳۲ ۳-۲- خصوصیات فیزیکی - شیمیایی آفت کش های تری آزولی مورد مطالعه
- ۳۶ ۴-۲- برنامه های دمایی اعمال شده در کروماتوگرافی گازی

فصل سوم

- ۴۷ ۱-۳- برنامه های دمایی بهینه سازی شده
- ۶۸ ۲-۳- تعیین تکرار پذیری روش
- ۷۰ ۳-۳- ارقام شایستگی روش SBSE-DLLME برای استخراج آفت کشهای مورد مطالعه
- ۷۲ ۴-۳- مقایسه ی کارایی روش SBSE-DLLME با سایر روش ها در استخراج آفت کشهای مورد مطالعه از نمونه های آبی
- ۷۵ ۵-۳- مقادیر بازیابی حاصل از آنالیز نمونه های حقیقی اسپایک شده در سه غلظت ۰/۵، ۰/۵ و ۱ $\mu\text{g mL}^{-1}$
- از هر یک از آفت کشهای مورد مطالعه^۱

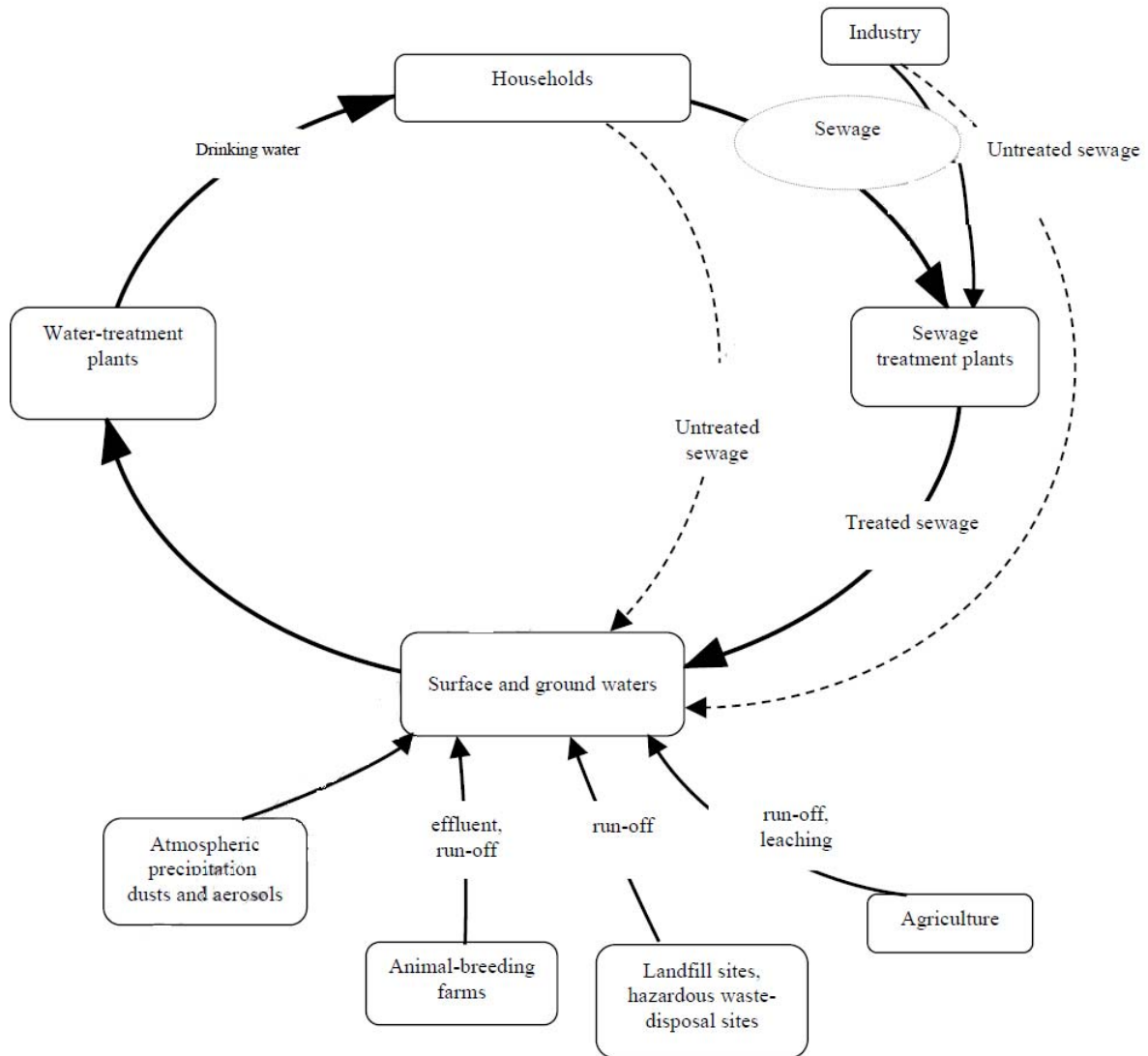
فصل اول

بررسی منابع

امروزه در سراسر دنیا تلاشهای زیادی جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی انجام می‌گیرد که یکی از راههای معمول در این زمینه استفاده از سموم و آفت کش ها برای مبارزه با انواع بیماریهای مربوط به گیاهان می باشد. آثار این ترکیبات معمولاً روی سطح گیاه باقی مانده و در نهایت محصول اولیه و یا محصولات بعدی حاصل از آن را آلوده می کند. از سوی دیگر این امکان وجود دارد که در اثر بارندگی این مواد وارد خاک و از آن طریق وارد آبهای زیرزمینی یا سطحی شده و به این ترتیب موجب آلودگی خاک و منابع آبی شوند (شکل ۱-۱). تعریفی که آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا در مورد آفت کش ها ارائه داده بدین صورت است که آفت کش ماده یا مخلوطی از مواد است که به منظور پیشگیری، نابودی، دفع و یا کاهش هرگونه آفت بکار می رود. انواع آفتهای گیاهی شامل حشرات، موشها و سایر حیوانات، علف های هرز، قارچها یا میکرو ارگانیسم ها مثل باکتری ها و ویروسها می باشند. روشهای کنترل آفات به طریق غیر شیمیایی کارایی آفت کش های سنتزی را ندارند [۱].

آفت کش ها در طی فرایندهای شیمیایی یا میکروبیولوژیکی تخریب می شوند. تخریب شیمیایی توسط واکنش هایی از قبیل فتولیز، هیدرولیز و اکسیداسیون- احیاء انجام می گیرد. تخریب بیولوژیکی هم زمانی رخ می دهد که میکرو ارگانیسم های خاک آفت کش ها را مصرف یا تجزیه می کنند. محصولات حاصل از تخریب آفت کش ها در برخی موارد خود نیز ترکیباتی سمی به شمار میروند. این مواد عموماً از نظر فیزیکی شیمیایی پایدار بوده و به همین علت قادر به حضور طولانی مدت در اکوسیستم می باشند. به این دلیل که آب به عنوان محیط زندگی میکرو ارگانیسم های آبی محسوب می شود و از سوی دیگر سلامت آب مصرفی جامعه باید تضمین گردد، حضور برخی آفت کش ها و یا محصولات حاصل از تخریب آنها حتی در غلظتهای خیلی کم می تواند برای

میکرو ارگانیزم های آبی و همین طور سلامتی انسانها، خطرناک باشد. بنابراین آنالیز و شناسایی این ترکیبات در نمونه های مختلف شامل نمونه های غذایی و نمونه های آبی بسیار اهمیت دارد [۲].



شکل ۱-۱ نحوه آلودگی منابع آبی به وسیله آفت کش ها

۱-۲- تاریخچه بکارگیری آفت کش ها

ترکیبات معدنی نظیر ترکیبات آرسنیک دار و حشره کشهای گیاهی مثل نیکوتین و پایترین^۱، جزء اولین آفت کش های مورد استفاده بودند. اما کشف خواص حشره کشی برخی آلکیل تیوسیاناتها و خواص قارچ کشی دی تیو کاربامات ها در اوایل دهه ۱۹۳۰ منجر به رشد و توسعه روز افزون تولید آفت کش های سنتزی شد. شاید بتوان گفت که نقطه عطف در تولید و استفاده از این نوع آفت کش ها در سنتز ترکیب دی کلرو دی فنیل تری کلرو اتان^۲ (DDT) بود. این ترکیب اولین بار توسط زیدلر^۳ در سال ۱۸۷۴ سنتز شد. اما خواص حشره کشی آن در سال ۱۹۳۹ توسط مولر^۴ کشف و توسط کمپانی جیجی^۵ تولید شد. در سالهای پس از جنگ جهانی دوم، DDT نقش بسیار مهمی در کنترل بیماریها داشت و استفاده از آن باعث انقلابی در کنترل آفات گردید. در طول سالهای ۱۹۴۵ تا ۱۹۵۵ نسل دوم آفت کش ها شامل ترکیبات آلی فسفردار^۶ و کاربامات^۷ ها توسعه پیدا کردند. ترکیبات آمونیوم نوع چهارم و تری آزین ها در فاصله‌ی سالهای ۱۹۵۵ تا ۱۹۶۰ به بازار عرضه شدند. پس از آنها قارچ کشها از جمله بنزایمیدازول ها^۸، پیریمیدین ها^۹، تری آزول ها^{۱۰} و ایمیدازول ها^{۱۱} در سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ سنتز شدند. نسل سوم آفت کش ها که شامل پایترینها بودند در فاصله‌ی سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ ظاهر شدند که دارای فعالیتهای قوی بیولوژیکی بودند. به طور کلی بیش از ۱۰۰۰۰ فرمول تجاری برای ۵۰۰ نوع آفت کش در جهان موجود است و هر روز آفت کش های جدیدتری به بازار عرضه می شوند[۳].

^۱-Pyrethrin^۲- dichlorodiphenyltrichloroethane^۳-Ziedler^۴-Muller^۵-Geigy^۶-Organophosphorous compound^۷-Carbamate^۸-Benzimidazole^۹-Pyrimidine^{۱۰}-Triazole^{۱۱}-Imidazole

۱-۳- طبقه بندی آفت کش ها براساس ساختار شیمیایی

طبقه بندی آفت کش ها می تواند بر اساس گروه عاملی آنها و یا از روی فعالیت بیولوژیکی

ویژه آنها صورت می گیرد. براساس ساختار شیمیایی آفت کش ها به سه دسته تقسیم می شوند:

الف) آفت کش های معدنی نظیر ترکیبات جیوه، فلئوئور، باریوم، سولفور، مس، کلرات ها و بورات ها.

ب) آفت کش های با منشاء گیاهی و باکتریایی نظیر نیکوتین و پایرتین.

ج) آفت کش های آلی که طیف وسیعی از آفت کش ها را در بر می گیرند و دارای فعالیت

فیزیولوژیکی بسیار موثری هستند. این گروه خود به دسته های زیر طبقه بندی می شوند:

۱. ترکیبات آلی نیتروژن دار مثل ترکیبات دی نیترو، دی نیترو کاربامات ها، مشتقات بنزایمیدآزولها،

مشتقات آمین های آروماتیک، تری آزینها و تری آزول ها

۲. ترکیبات آلی فسفردار نظیر مالاتیون^{۱۲} و تری کلروفن^{۱۳}

۳. ترکیبات آلی سولفور دار

۴. فتالیمیدها نظیر کاپتان^{۱۴} و فولپت^{۱۵}

۵. ترکیبات آلی جیوه نظیر اتیل مرکوری کلراید^{۱۶} و مرکور هگزان^{۱۷} [۲].

^۱ - Malathion

^۲ - Trichlorfon

^۳ - Captan

^۴ - Folpet

^۵ - Ethylmercury chloride

^۶ - Mercurhexane