

دانشگاه سبزگان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M. Sc.)

در رشته شیمی تجزیه

استخراج فاز جامد بر پایه نانوذرات تیتانیم دی اکسید اصلاح شده با ستیل تری متیل آمونیوم  
برماید به منظور پیش تغلیظ و اندازه گیری آلاینده های آلی از جمله آفت کش پاراتیون و  
پارانیتروفنول و اندازه گیری با دستگاه کروماتوگراف گازی

حقیقه فتحی

استاد راهنما

دکتر ناصر دلالی

زمستان ۹۱

این پایان نامه تقدیم به دو فرشته زندگی‌ام،

پدرم که نفس کشیدنم به عشق اوست و

مادرم که لحظه‌های خوش زندگی‌م مدیون اوست.

## چکیده

در کار حاضر نانوذرات تیتانیوم دی اکسید اصلاح شده با ستیل تری متیل آمونیوم برماید (CTAB)، به عنوان جاذب به منظور استخراج فاز جامد پاراتیون و پارانیتروفنول از نمونه‌های آب طبیعی استفاده شده است. پاراتیون و پارانیتروفنول روی ستون نانوذرات تیتانیوم دی اکسید اصلاح شده، جذب و سپس به ترتیب توسط اتانول و تولوئن واجذب و در نهایت توسط دستگاه کروماتوگراف گازی خوانده شدند. پارامترهای موثر در بازیابی شامل نوع شوینده و حجم آن، مقدار جاذب، حجم نمونه، pH نمونه و سرعت جریان عبور نمونه می‌باشد که هر یک بهینه شدند. از داده‌های تجزیه‌ای بدست آمده برای بررسی حساسیت و کارایی روش استفاده شده است. تحت شرایط بهینه استخراج محدوده‌ی خطی غلظت ۰/۲-۸ نانوگرم بر میلی‌لیتر و انحراف استاندارد نسبی بترتیب ۴/۵۱-۲/۵۸ و ۴/۳۷-۱/۵۵ بوده و حد تشخیص روش برای هر کدام از آنالیت‌ها بترتیب ۰/۰۷۹۱ و ۰/۰۵۸ بدست آمد. این روش با موفقیت برای آنالیز آب‌های سطحی بکار گرفته شد. درصد بازداری پاراتیون و پارانیتروفنول در آبهای طبیعی در حدود ۹۴-۹۱٪ بدست آمد. تمام نتایج دلیل بر پتانسل بالای نانوذرات تیتانیوم دی اکسید اصلاح شده جهت حذف، پیش تغلیظ و اندازه‌گیری پاراتیون و پارانیتروفنول در آب‌های آلوده می‌باشد.

## مروری بر مطالعات گذشته

استخراج ترکیبات فنولی از جمله پارانیتروفنول با نانوذرات کربن به عنوان فاز جامد توسط فرانک و همکارانش مورد بررسی قرار گرفته است [۱۶ و ۱۷]، تیتانیم دی اکسید تثبیت شده روی سیلیکاژل به عنوان جاذبی برای پیش تغلیظ یون‌های فلزی پیش از اندازه‌گیری آنها با اسپکتروسکوپی نشر اتمی پلاسمای جفت شده القائی به کار برده شده است [۲۸]. اکسایش فتوکاتالیزی متیل پاراتیون با سوسپانسیون‌های اکسید روی و اکسید تیتانیم توسط اوگیند و همکارانش در سال ۲۰۰۷ مورد مطالعه قرار گرفت [۳۹]. ختائی و همکارانش از خاصیت فتوکاتالیتیکی **نانوذرات  $TiO_2$**  در تخریب فوتونی سه نوع رنگ صنعتی بهره گرفته‌اند [۱۷]. منظوری و همکارانش، امکان اصلاح سطح **نانوذرات  $TiO_2$**  با لیگند ۲-۱-نیتروزو-۲-نفتول به کمک پوشش دادن با سورفکتانت‌های آنیونی مانند سدیم دو دسیل سولفونات مورد ارزیابی و سپس ویژگی‌های جاذبی کاتیون‌های فلزی  $Cd, Mn, Co$  بر روی **نانوذرات  $TiO_2$**  اصلاح شده را مورد بررسی قرار داده‌اند [۴۰]. همچنین حذف باقی‌مانده پاراتیون از آب با نانولوله‌های کربن و تشخیص و اندازه‌گیری آن بوسیله کروماتوگرافی گازی توسط هیل و همکارانش مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۴]. نانوذرات تیتانیم دی اکسید اصلاح شده با ۱- (۲-پیریدازول)-۲-نفتول بعنوان جاذب برای فلزات سنگین توسط شان و همکارانش قبلاً مطالعه شده است [۴۴]. اما تا کنون مطالعه‌ای بر پایه نانوذرات تیتانیم دی اکسید که با ستیل تری متیل آمونیوم بروماید اصلاح شده و از آن برای استخراج و پیش تغلیظ پاراتیون و پارانیتروفنول استفاده شده باشد، انجام نشده است. اما در کار حاضر از این شیوه با موفقیت استفاده شد.

## فهرست مطالب

### فصل اول: مقدمه

۱-۱-۱ مقدمه.....	۱
۲-۱ انواع آفت‌کش‌ها.....	۴
۱-۲-۱ حشره‌کش‌ها.....	۴
۱-۲-۱-۱ پاراتیون.....	۷
۲-۱-۲-۱ پارانیتروفنول.....	۱۱
۲-۲-۱ علف‌کش‌ها.....	۱۳
۳-۲-۱ کنه‌کش‌ها.....	۱۳
۴-۲-۱ قارچ‌کش‌ها.....	۱۴
۵-۲-۱ باکتری‌کش‌ها.....	۱۴
۳-۱ تاثیر باقی مانده آفت‌کش‌ها در محیط زندگی انسان.....	۱۴
۱-۳-۱ باقیمانده سموم در هوا.....	۱۴
۲-۳-۱ باقیمانده سموم در آب.....	۱۵
۳-۳-۱ باقیمانده دسموم در خاک.....	۱۵
۴-۳-۱ باقیمانده سموم در مواد غذایی و محصولات کشاورزی.....	۱۵
۵-۱ اهمیت و لزوم بررسی باقی مانده سموم در مواد غذایی و محصولات کشاورزی.....	۱۶
۶-۱ روش‌های استخراج و اندازه‌گیری آفت‌کش‌ها.....	۱۸
۱-۶-۱ استخراج مایع-مایع.....	۱۹
۲-۶-۱ استخراج با سیال فوق بحرانی.....	۱۹

- ۳-۶-۱ استخراج با گاز..... ۲۰
- ۴-۶-۱ میکرواستخراج با فاز جامد..... ۲۰
- ۵-۶-۱ استخراج فاز جامد..... ۲۱
- ۷-۱ روش‌های مختلف برای اندازه‌گیری باقی مانده آفت‌کش‌ها..... ۲۶
- ۱-۷-۱ روش‌های کروماتوگرافی..... ۲۶
- ۱-۱-۷-۱ کروماتوگرافی لایه نازک..... ۲۶
- ۲-۱-۷-۱ کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا..... ۲۷
- ۳-۱-۷-۱ کروماتوگرافی سیال فوق بحرانی..... ۲۷
- ۴-۱-۷-۱ کروماتوگرافی گازی..... ۲۸
- ۲-۷-۱ روش‌های اسپکتروفتومتری..... ۲۹
- ۸-۱ انتخاب روش جداسازی..... ۳۰
- ۱-۸-۱ پیش‌تغلیظ نمونه‌ها..... ۳۱
- ۹-۱ انواع جاذب‌ها و برهمکنش آنها با نمونه..... ۳۱
- ۱۰-۱ ظرفیت جاذب..... ۳۲
- ۱۱-۱ اهمیت نانو مواد..... ۳۳
- ۱-۱۱-۱ نانو ذرات..... ۳۳
- ۲-۱۱-۱ کاتالیزورها و نانوتکنولوژی..... ۳۴
- ۱۲-۱ نانوذرات تیتانیم دی اکسید و کاربردهای آن..... ۳۴
- ۱-۱۲-۱ خاصیت فتوکاتالیستی..... ۳۶
- ۲-۱۲-۱ خاصیت فوق آب دوستی..... ۳۶

- ۳۷ ..... مطالعات اسپکتروسکوپی و جداسازی ۳-۱۲-۱
- ۳۸ ..... کاربرد نانوذرات  $TiO_2$  در حذف آلاینده‌های آلی ۱۳-۱
- ۳۹ ..... کاربردهای کاتالیزگری نانوذرات  $TiO_2$  ۱۴-۱
- ۳۹ ..... اندازه‌گیری بار سطحی نانوذرات ۱۵-۱
- ۴۰ ..... سورفکتانت‌ها ۱۶-۱
- ۴۰ ..... مایسل‌ها ۱-۱۶-۱
- ۴۰ ..... ستیل تری متیل آمونیوم برماید ۲-۱۶-۱
- ۴۱ ..... مروری بر مطالعات گذشته ۱۷-۱

### فصل دوم : بخش تجربی

- ۴۲ ..... مواد و دستگاه‌های بکار رفته ۱-۲
- ۴۲ ..... مواد و محلول‌های بکار رفته برای اصلاح سطح نانوذرات  $TiO_2$  ۱-۱-۲
- ۴۲ ..... مواد و محلول‌های مورد نیاز برای اندازه‌گیری آنالیت‌ها ۲-۱-۲
- ۴۲ ..... محلول‌های مادر آنالیت ۱-۲-۱-۲
- ۴۲ ..... محلول‌های مورد نیاز برای تنظیم pH ۲-۲-۱-۲
- ۴۳ ..... محلول‌های شوینده ۳-۲-۱-۲
- ۴۳ ..... دستگاه‌ها و وسایل مورد استفاده ۲-۲
- ۴۴ ..... روش اصلاح سطح نانو ذرات  $TiO_2$  ۳-۲
- ۴۵ ..... روش استخراج و اندازه‌گیری آنالیت‌ها ۴-۲

۵-۲ نقطه ایزو الکتریک ..... ۴۶

۶-۲ روش بررسی ایزوترم جذب ..... ۴۶

### فصل سوم : نتایج و بحث

۱-۱-۳ اصلاح سطح نانوذرات  $TiO_2$  با سورفکتانت ستیل تری متیل آمونیوم برماید ..... ۴۷

۲-۱-۳ نقطه ایزوالکتریک نانوذرات  $TiO_2$  اصلاح شده با سورفکتانت ستیل تری متیل آمونیوم برماید... ۴۷

۳-۱-۳ بررسی طیف‌های FT-IR ..... ۴۸

۲-۳ بررسی عوامل موثر بر پیش تغلیظ و انتخاب مقادیر بهینه ..... ۵۰

۱-۲-۳ بررسی عوامل موثر بر پیش تغلیظ پاراتیون ..... ۵۰

۱-۱-۲-۳ بررسی اثر مقدار سورفکتانت ..... ۵۰

۲-۱-۲-۳ اثر pH ..... ۵۱

۳-۱-۲-۳. اثر سرعت عبور محلول نمونه ..... ۵۲

۴-۱-۲-۳. اثر حجم محلول نمونه ..... ۵۳

۵-۱-۲-۳. بررسی شرایط شویش ..... ۵۵

۱-۵-۱-۲-۳. اثر نوع شوینده ..... ۵۵

۲-۵-۱-۲-۳. اثر حجم محلول شوینده ..... ۵۶

۳-۵-۱-۲-۳. اثر سرعت جریان محلول شوینده ..... ۵۶

۶-۱-۲-۳. اثر مقدار جاذب ..... ۵۷

۷-۱-۲-۳. اثر قدرت یونی ..... ۵۸

۲-۲-۳. بررسی ایزوترم جذب ..... ۵۹

۳-۲-۳. بررسی سینتیک جذب سطحی ..... ۶۳



۳-۳	مطالعه جذب پارانیتروفنول بر روی نانوذرات اصلاح شده $TiO_2$ .....	۶۷
۳-۳-۱	بررسی عوامل موثر بر پیش تغلیظ و انتخاب مقادیر بهینه.....	۶۷
۳-۳-۱-۱	اثر pH.....	۶۷
۳-۳-۱-۲	اثر سرعت عبور محلول پارانیتروفنول.....	۶۸
۳-۳-۱-۳	اثر حجم محلول پارانیتروفنول.....	۷۰
۳-۳-۱-۴	بررسی شرایط شویش.....	۷۱
۳-۳-۱-۴-۱	اثر نوع شوینده.....	۷۱
۳-۳-۱-۴-۲	اثر حجم محلول شوینده.....	۷۲
۳-۳-۱-۴-۳	اثر سرعت جریان محلول شوینده.....	۷۲
۳-۳-۱-۵	اثر مقدار جاذب.....	۷۳
۳-۳-۱-۶	اثر قدرت یونی.....	۷۴
۳-۴	بررسی مزاحمت پارا آمینوفنول در جذب پاراتیون و پارانیتروفنول بر روی جاذب.....	۷۵
۳-۵	استفاده مجدد از نانوذرات اصلاح شده.....	۷۶
۳-۶	آنالیز کمی و محاسبات.....	۷۷
۳-۶-۱	رسم منحنی کالیبراسیون.....	۷۷
۳-۶-۲	محاسبه انحراف استاندارد نسبی.....	۷۹
۳-۶-۳	محاسبه حد تشخیص.....	۷۹
۳-۷	بررسی نمونه حقیقی.....	۸۱
	نتیجه گیری.....	۸۷
	پیشنهادات.....	۸۸

منابع ..... ۸۹

چکیده انگلیسی ..... ۹۲

# فصل اول

## مقدمه

با توجه به وسعت کاربری مواد شیمیایی در محیط‌های مختلف و نیز آثار سوء و مخرب عدم مدیریت صحیح استفاده از مواد شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست و در راستای دستیابی به توسعه پایدار، معاهده‌های بین‌المللی مختلفی به منظور حذف و یا کاهش این اثرات پایه گذاری شده‌اند. بر اساس تعهدات بین‌المللی، کلیه کشورها متعهد می‌باشند به منظور توسعه پایدار و نیز حفظ سلامت انسان و محیط زیست، مدیریت مواد شیمیایی در سرتاسر چرخه آنها و ضایعات خطرناک را محقق سازند. بطوریکه تا ۲۰۲۰ با به‌کار گرفتن آئین کارهای شفاف و مدیریت ریسک، مواد شیمیایی به‌گونه‌ای تولید و مصرف می‌شوند که اثرات آنها برای سلامت انسان و محیط زیست در سرتاسر چرخه حیات به حداقل برسد. معاهدات فوق فرصت‌ها و تهدیدات جدیدی را برای صنایع کشور معرفی و تصویری متفاوت از آینده تولید و مصرف مواد شیمیایی ترسیم می‌نماید. رشد روزافزون صنعت و تولیدات صنعتی، افزایش رشد تولید، کاربری و تجارت انواع مواد شیمیایی در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای و جهانی را در پی داشته است. بدون شک عدم مدیریت صحیح و استفاده نادرست از مواد شیمیایی، باعث ایجاد حوادث و صدمات زیان‌بار و اغلب جبران‌ناپذیر، بر سلامت انسان و محیط زیست در مراحل مختلف چرخه مواد اعم از تولید، توزیع و مصرف خواهد گردید. بنابراین دامنه عوارض و خطرات مواد شیمیایی از محدوده کارخانه تولیدی و کارگران تولید فراتر رفته و تولیدکنندگان، فروشندگان و مصرف‌کنندگان (بویژه گروه‌های پرخطر نظیر کودکان، زنان و سالمندان) و امحاکنندگان را نیز شامل می‌شود [۱].

بسیاری از این مواد از طریق آب، هوا و گونه‌های مهاجر در بین مرزهای بین‌المللی جابجا شده و در مکان‌های بسیار دور از محل رها شدن آنها در اکوسیستم‌های آبی و خاکی و بدن موجودات زنده انباشته شده و رسوب می‌کنند و می‌توانند از طریق مادران به نسل‌های بعد منتقل گردند. بنابراین دیده می‌شود اثرات منفی از محدوده مکانی و زمانی افرادی که مستقیم در معرض مواد هستند، فراتر رفته به‌گونه‌ای که

آزمایش‌های انجام گرفته بر روی اسکیموها و افراد مختلف نشان‌دهنده وجود موادی در بدن آنهاست که هیچ‌گاه در معرض آن نبوده‌اند. بنابراین لزوم عزم ملی و جهانی به همراه برنامه عمل جامع و به منظور جلوگیری و کاهش اثرات منفی مواد شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست به‌گونه‌ای که ضمن در نظر داشتن محیط‌های کارگری، کلیه چرخه مواد شیمیایی را نیز شامل می‌گردد، آشکار می‌شود. از این رو معاهده و توافق نامه‌های بین‌المللی مختلفی به منظور تقویت همکاری‌های ملی، منطقه‌ای و جهانی در خصوص کاهش اثرات منفی و کنترل مواد شیمیایی وضع گردیده است که هر کدام طیف مختلفی از مواد شیمیایی را شامل می‌گردند. در این بین سند سایکم<sup>۱</sup> در اجلاس دبی فوریه ۲۰۰۶ (بهمن ۸۴)، که به موجب آن ایران و ۱۲۰ کشور جهان متعهد به استقرار مدیریت جامع مواد شیمیایی و تهیه نمایه ملی ایمنی شیمیایی گردیده‌اند. براین اساس نمایه ایمنی شیمیایی که نشان دهنده وضعیت موجود، نیازهای آینده، مدیریت جامع مواد شیمیایی، پیشگیری از خطرات و حوادث شیمیایی است و شامل اطلاعاتی در مورد نوع، مقادیر تولید مواد شیمیایی، فرموله نمودن واردات، حمل و نقل، استفاده و انهدام و یک برنامه جامع و فراگیر به منظور مدیریت ایمنی مواد شیمیایی در سرتاسر چرخه مواد شیمیایی می‌باشد [۲].

## ۱-۲. آفت‌کش‌ها<sup>۲</sup>

منظور از آفات عواملی است که به نحوی برای سلامتی انسان و حیوانات ایجاد خطر یا به محصولات کشاورزی صدمه وارد می‌نماید. آفات با منشاء حیوانی شامل انواع مختلف حشرات، جوندگان، حلزون‌ها و پرندگان می‌باشد. باید دانست که بعضی از حشرات نه تنها برای انسان زیان‌آور هستند، بلکه مفید هم هستند اما تعداد زیادی از آنها ناقلین بیماری بوده و باعث ایجاد و منشاء بیماری‌های گوناگون و حتی اپیدمی‌های بزرگ می‌گردند. آفات با منشاء نباتی شامل قارچ‌ها، کپک‌ها و علف‌های هرز می‌گردد. برای اینکه سلامتی انسان و حیوانات به خطر نیفتد و به محصولات کشاورزی صدمه وارد نشود، لازم است که

---

1.Sycom  
2.Pesticides

با آفات حیوانی و نباتی به طریقی مبارزه کرده و آنها را تحت کنترل در آورد [۶]. مبارزه شیمیایی جهت حذف آفت محصولات کشاورزی هنوز یکی از متداولترین طریقه مبارزه علیه آفات و بیماریهای گیاهی است. اگرچه این امر بی‌اندازه مفید و اثرات آن قاطع بوده است، ولی مسائل و مشکلات جدیدی نیز بوجود آورده است که به‌عنوان مثال می‌توان وجود باقی‌مانده سموم در محصولات کشاورزی و مواد غذایی را نام برد [۴]. سموم مورد استفاده در کشاورزی مشتقات ترکیبات فسفره یا کلره می‌باشند.

حدود ۴۰ سال است که از آفت‌کش‌های ارگانوفسفره در زمینه کشاورزی و جنگلداری استفاده می‌شود. امروزه از آنجا که آفت‌کش‌های ارگانوکلره به‌دلیل سمیت بالاتر، پایداری بیشتر در محیط، تجمع و انباشتگی بیشتر در طبیعت کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، آفت‌کش‌های ارگانوفسفره بصورت یکی از مهمترین آفت‌کش‌ها در دنیا درآمده است. با وجودی که آفت‌کش‌های ارگانوفسفره می‌توانند برای انسان و موجودات زنده سم خطرناکی باشند، ولی پایداری نسبتاً کوتاه آنها، استفاده از آنها را مساعدتر و مناسب‌تر می‌سازد. از میان آفت‌کش‌ها، آفت‌کش‌های ارگانوفسفره، دارای کمترین پایداری در شرایط متوسط آب و هوایی می‌باشند. بر خلاف آفت‌کش‌های ارگانوکلره، آفت‌کش‌های ارگانوفسفره در اثر اضمحلال شیمیایی و بیولوژیکی عمر کوتاهی دارند. البته عوامل متعددی نظیر شرایط آب و هوایی، نوع خاک و شیوه استفاده، درجه اضمحلال این نوع آفت‌کش‌ها را در محیط زنده کنترل می‌کنند [۳]. میزان بقایای آفت‌کش‌های ارگانوفسفره، در مواد غذایی و محصولات کشاورزی به طور معمول پایین است. باوجود این باید مقدار باقی‌مانده آنها در محصولات کشاورزی و مواد غذایی تعیین گردد. برای تعیین مقدار آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی باید از یک روش تجزیه‌ای مناسب و ویژه استفاده کرد. به‌طوری‌که داده‌های تجزیه‌ای بتوانند سطح بقایای این آفت‌کش‌ها را تعیین کنند تا با توجه به حداکثر مقدار مجاز هر سم، معلوم شود که آیا فراورده غذایی که قبلاً سم‌پاشی شده، قابل مصرف است یا خیر [۴ و ۵]؟ بطور کلی سمومی که در دفع آفات و بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارتند از: حشره-کش‌ها، کنه‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و باکتری‌کش‌ها که در زیر هر یک بطور مختصر توضیح داده شده است.

## ۱-۲-۱. حشره‌کش‌ها<sup>۱</sup>

حشره‌کش‌ها را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد:

### ۱-۲-۱-۱. حشره‌کش‌های معدنی

این ترکیبات در گذشته بیشتر در دفع آفات مصرف داشتند و کم‌کم با پیدایش سموم جدیدتر جای خود را به سمومی دادند که از طریق صنعتی ساخته می‌شوند. مثلاً در گذشته از سبزیپاریس که خود یکی از سموم آرسنیکی می‌باشد، برای مبارزه با لاروهای پروانه کارادرینا<sup>۲</sup> استفاده می‌کردند یا از ترکیبات مختلف گوگردی برای دفع کنه پنبه و یا آفات مختلف درختان میوه استفاده می‌کردند.

### ۱-۲-۱-۲. حشره‌کش‌های آلی

این ترکیبات بصورت حشره‌کش‌های آلی گیاهی و حشره‌کش‌های آلی مصنوعی موجود می‌باشند که حشره‌کش‌های آلی گیاهی امروزه مصرف کمتری در دفع آفات دارند ولی سموم حشره‌کش‌های مصنوعی مصرف زیادی برای دفع آفات گیاهی دارند که خود به دو دسته تقسیم می‌شوند.

### ۱-۲-۱-۲-۱. سموم کلره

این سری از سموم، بر اساس هیدروکربن‌های کلره ساخته شده و در فرمول شیمیایی آنها کلر وجود دارد. بر روی همین اصل به این سموم، سموم کلره می‌گویند. مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین آنها عبارتند از:

---

1. Insecticides  
2. Caraderina

دیلدرین<sup>۱</sup>      آندرین<sup>۲</sup>

آلدرین<sup>۳</sup>      لیندان<sup>۴</sup>

کلردان<sup>۵</sup>      متوکسی کلره<sup>۶</sup>

تیودان<sup>۷</sup>

این سموم بصورت‌های مختلف وجود داشته‌اند و در دفع آفات مصرف می‌شوند. بین آنها عده‌ای وجود دارند که خطر سمیت‌شان برای انسان و دام کمتر می‌باشد که عبارتند از: لیندان، کلردان، متوکسی کلره و دسته‌ای دیگر از این سموم هستند که برای انسان و دام سمیت بیشتری دارند، مانند آندرین. بیشتر سموم کلره از راه تماس باعث مسمومیت حشرات می‌شوند و گاهی اوقات در موقع استعمال، مقداری از این سموم به حالت گاز نیز درآمده و از راه تنفس موجب مرگ حشرات می‌گردند. عده‌ای از حشرات نیز وجود دارند که نسبت به این سموم مقاوم هستند.

#### ۱-۲-۱-۲-۲. سموم فسفره

دسته دیگر از سموم آلی مصنوعی، سموم فسفره هستند و در ساختمان این سموم، فسفر وجود دارد. بر روی همین اصل به آنها سموم فسفره می‌گویند. برای اولین بار شیمیدانان آلمانی پی بردند که این دسته از ترکیبات خاصیت حشره‌کشی دارند و این امر آغاز مرحله بسیار گسترده جهت استفاده از آنها برای دفع آفات نباتی به‌شمار می‌رود. سموم فسفره به حالت‌های گوناگون مانند امولسیون، محلول و پودر قابل خیس شدن در آب وجود دارند. بیشتر برای انسان و دام سمیت شدیدی ایجاد می‌کنند. استعمال

- 
1. Dilderin
  2. Anderin
  3. Alderin
  4. Lindan
  5. Chlordan
  6. Methoxy Chlor
  7. Thiodan



بی‌رویه سموم و دفع آفات نباتی روی هم رفته مشکلاتی را ایجاد کرده و زندگی بشر را مورد تهدید قرار داده است. سموم فسفره معمولاً برای انسان و دام سمیت ایجاد می‌کند و این مسمومیت از راه‌های تماسی، گوارشی و تنفسی می‌باشد. وقتی سمی برای دفع آفات رضایت‌بخش است و به طور وسیع و گسترده مصرف می‌شود، باید به مسئله محصولات حاصل از تخریب سم بعد از سم‌پاشی و حتی پس از زمان بسیار طولانی در آب توجه و تعیین شود تا چه مقدار از این مواد خطری برای انسان و دام ندارد [۴].

سموم فسفره خود به دو دسته تقسیم می‌شوند:

#### ۱-۲-۱-۲-۱. سموم فسفره نفوذی

این سموم خاصیت نفوذی دارند بدین معنی که درون بافت‌های گیاهی رخنه می‌کنند و آنها را آلوده می‌سازند. تعداد این سموم زیاد بوده و رایج‌ترین آنها شامل پاراتیون<sup>۱</sup>، مالاتیون<sup>۲</sup>، دیازینون<sup>۳</sup>، گوزاتیون<sup>۴</sup>، کلریتون<sup>۵</sup> و غیره می‌باشد.

#### ۱-۲-۱-۲-۲. سموم فسفره سیستماتیک

این سموم خاصیت سیستماتیک دارند یعنی وارد شیره گیاهی شده و در سرتاسر پیکر گیاهی جریان پیدا می‌کنند و بدین ترتیب شیره گیاهی که مورد تغذیه حشره قرار می‌گیرد، موجب مسمومیت حشره

---

<sup>۱</sup>.Parathion  
<sup>۲</sup>.Malathion  
<sup>۳</sup>. Diazinon  
<sup>۴</sup>.Gozathion  
<sup>۵</sup>.Chlorithon

می‌گردد. تعداد این سموم زیاد بوده و مهم‌ترین آنها، متاسیستوکس<sup>۱</sup>، فسفامیدن<sup>۲</sup> و غیره می‌باشد. بین این سموم پاراتیون، گوزاتیون، متاسیستوکس سمیتشان برای انسان و دام خیلی شدید بوده و در عوض مالاتیون سمیت کمتری برای انسان و دام دارد. نظر به اینکه این سموم اثر قاطعی برای از بین بردن آفات دارند، آفات در مقابل این سموم مقاومت نشان نمی‌دهند. فقط در عرض چند سال اخیر کنه‌های نباتی نسبت به سم پاراتیون مقاومت نشان داده‌اند [۴].

### ۱-۳. علف‌کش‌ها<sup>۳</sup>

علف‌کش‌ها به گروهی از سموم اطلاق می‌گردد که به وسیله آنها می‌توان علف هرز مزارع، باغات و محل‌های دیگر را از بین برد. بعضی از علف‌کش‌ها فقط بصورت پاشیدنی بر روی برگ‌های نباتات هرز، موثرند و برخی دیگر از طریق ریشه جذب شده و بر روی شاخ و برگ تاثیر می‌گذارند. بالاخره عده‌ای دیگر روی برگ و ریشه توأم اثر خواهند گذاشت. علف‌کش‌ها را بر حسب خواص فیزیولوژیکی و طرز تاثیر آنها به دو دسته تماسی (موضعی) و سیستماتیک تقسیم‌بندی می‌کنند. که هر کدام از این‌ها به نوبه خود به علف‌کش‌های انتخابی و غیر انتخابی (عمدی) تقسیم‌بندی می‌شوند.

### ۱-۴. کنه‌کش‌ها<sup>۴</sup>

چون کنه‌ها در برابر سموم کلره و فسفره مقاومت می‌کنند، متخصصین و سم‌شناسان به فکر جدیدی به نام کنه‌کش‌ها افتادند. در حال حاضر سموم زیادی برای از بین بردن کنه‌ها وجود دارد که مهم‌ترین

---

1. Meta Cistox  
2. Phosfamiden  
3. Herbicides  
4. Acaricides

آنها عبارتند از کلتان<sup>۱</sup>، فنکاپتون<sup>۲</sup>، تویون<sup>۳</sup>، نئورون<sup>۴</sup> و غیره. بعضی از این کنه‌کش‌ها روی تخم کنه‌ها اثر خوبی دارند مثلا تویون وقتی با تخم‌ها تماس پیدا می‌کند، آنها را عقیم می‌کند. بعلاوه این ترکیبات برای انسان و دام خطر مسمومیت کمی دارند و بر روی بعضی حشرات مفید، چون زنبورعسل بی‌اثر است.

#### ۱-۵. قارچ‌کش‌ها<sup>۵</sup>

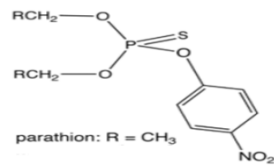
ترکیباتی هستند که برای پیشگیری و مبارزه با بیماری‌های گیاهی که عامل آنها قارچ‌های بیماری‌زا هستند، بکار می‌روند. در فرمول شیمیایی آنها گوگرد و یا ترکیبات مس وجود دارد مانند تیرام<sup>۶</sup> و استانورام<sup>۷</sup>.

#### ۱-۶. باکتری‌کش‌ها<sup>۸</sup>

باکتری‌کش‌ها ترکیباتی هستند که برای پیشگیری و مبارزه با بیماری‌های گیاهی که عامل آن باکتری‌های بیماری‌زا هستند، به کار می‌روند. مانکوزب یک قارچ‌کش می‌باشد اما گاهی اوقات از آن برای از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا استفاده می‌شود.

- 
1. Caltan
  2. Phencapton
  3. Toyoun
  4. Neoroun
  5. Fungicides
  6. Tyram
  7. Stanoram
  8. Bactericides

## ۱-۷. پاراتیون



یکی از سموم گروه ارگانوفسفره است که بعنوان حشره کش و کنه کش در مزارع کشاورزی استفاده می-شود. این ترکیب در سال ۱۹۴۰ توسط فربن سنتز شد و شامل مشتقات متیل پاراتیون، دی-متیل پاراتیون، اتیل پاراتیون، دی-اتیل پاراتیون می باشد [۷]. پاراتیون از نظر شیمیایی تیوفسفات ۲-دی اتیل پارانیتروفنیل بوده و به اسامی فسفرنو Fosferno و فولیدول Folidol و مورفوس Morphous و تیوفوس Thiophous و سولفوس Sulphous و غیره نیز مشهور است.

حشره کشی پاراتیون بسیار شدید است و شدت تأثیر آن به سه عامل مهم زمان، دز مصرفی و درجه حرارت محیط بستگی دارد. پاراتیون در گذشته در ایران زیاد مصرف می شده ولی چندین سال است که مصرف آن به علت سمیت زیاد برای انسان و حیوانات اهلی محدود گردیده است. این حشره کش برای مبارزه با شته ها به خصوص آنهایی که پیچیدگی در برگ ها ایجاد می کنند، بسیار مناسب بود. پاراتیون به جمعیت حشرات مفید به خصوص زنبور عسل تلفات شدیدی وارد می آورد. تحقیقات نشان داده است که بعضی از حشرات مثل سن گندم نسبت به این ترکیب بسیار حساس هستند بنابراین به عنوان ترکیب انتخابی شناخته شده است. مصرف عمده این ترکیب در ایران برای مبارزه با سن گندم در سطح تقریبی یک میلیون هکتار است. همچنین به عنوان حشره کش و کنه کش برای گیاهانی از جمله کتان، برنج و بسیاری از درختان میوه استفاده می شود. سم پاراتیون به صورت محلول ۱٪-۰/۰۵٪ در آب و به صورت اسپری روی محصولات کشاورزی پاشیده می شود تا دو هفته می تواند بر روی محصولات کشاورزی باقی