

اهمیت بیوپلیمرها در کنترل ضد آفات کشاورزی



در سالهای اخیر توجه بسیار زیادی به توسعه تکنولوژی آزاد سازی کنترل شده سموم ضد آفات کشاورزی میزول شده است. این توجه به علت نیاز به تهیه موادی است که در ضمن بهبود محصولات کشاورزی، کمترین خطر را برای محیط زیست داشته باشند.

پژوهشهایی که برای رسیدن به این هدف صورت گرفته است، بیشتر در این زمینه اند که سموم را در یک قالب پلیمر حل یا پراکنده کنند.

بیوپلیمرهایی که در آزمایشگاه ما تهیه شده اند توسط پلهای شیمیایی به سموم ضد آفات جسیده اند. این پلها به تدریج توسط آب و باکتریها شکسته می شوند و در نتیجه سم به کندی و در مدت زمان طولانی آزاد می گردد. از نظر تئوری سرعت آزاد شدن ضد آفات را می توان با تغییر ماهیت پلهای شیمیایی یا تغییر تعداد پیوندهای عرضی در پلیمرها، کنترل کرد.

مشخصات و ویژگیهای این سیستمها به وسیله *UV, NMR, IR* و *GPC* مورد مطالعه قرار گرفته است. چگونگی آزاد شدن مواد تحت کنترل در محیط، در حضور آب و در *pH* و دمای مشخص توسط *HPLC, GC, UV* بررسی شده است.

The Importance of Biopolymers in the Controlled Release of Pesticides

دکتر مهدی فولادی

معاون مدیر گروه بیوشیمی، گروه بیوشیمی، دانشکده کشاورزی، اهواز

Key Words:

Pesticides, Chemical bridge, Biopolymers, Controlled release, Synthesis.

میکروسکوپی مفید در خاک و غیره نیز بی خطر و بی ضرر باشند. برای مثال پژوهشهای گوناگون نشان داده اند که مواد شیمیایی ضد آفت در بعضی از مواد غذایی به طور غیرمستقیم ایجاد رسوبهایی می کنند که این رسوبها باعث اختلال و ایجاد آثار غیر طبیعی در تولید مثل انسانها می شوند [4,5]. همچنین نشان داده شده است که برخی از موجودات زنده مواد شیمیایی را در بدنشان جذب می کنند و غلظت سموم در بدن آنها به طور نگران کننده ای بالا می رود. مثلاً هنگامی که صدفها به طور مکرر در معرض غلظت یک دهم قسمت در میلیون *D.D.T* قرار می گیرند، غلظت *D.D.T* در سلولهای آنها به هفت قسمت در میلیون می رسد [6,7].

به دلایل پیش گفته، اداره حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا در حال تصویب قوانین جدید و اصلاح قوانین موجود در مورد میزان مصرف و ساختن مواد شیمیایی کشاورزی است که می تواند صدمات بزرگ اقتصادی به کشاورزی دنیا وارد کند و مشکلاتی برای تولید کنندگان این مواد در بر داشته باشد. این مشکلات مربوط به مخارج سنگین گرفتن مجوز، ثبت و تولید مواد ضد آفت جدید خواهد بود. مثلاً در سال ۱۹۷۶ برای معرفی یک ضد آفت جدید بین ۱۰ تا ۱۵ میلیون دلار صرف پژوهشهای علمی و تجزیه و تحلیل مواد شد، در صورتی که در سال ۱۹۸۵ این مبلغ به ۲ برابر افزایش یافت. صنایع کشاورزی برای هماهنگی با قوانین حفاظت محیط زیست به تهیه مواد ضد آفت با دوام کمتر اقدام کرده اند. معمولاً چون مواد جدید بر آفات اثر کمتری دارند لازم است که به مقدار بیشتر و به دفعات مکرر، به ویژه در فصل رشد، از آنها استفاده شود. ولی متأسفانه مصرف مکرر این مواد ضد آفت کم دوام تر، آلودگی محیط را بیشتر می کند، زیرا این مواد در مقدار بیشتر و سریعتر به آبهای جاری نفوذ می کنند و اغلب به جای نفوذ به مکانهای مورد نظر وارد سایر مناطق می شوند.

هم اکنون با استفاده از روشهای علمی و تجربیات موجود می توان از نفوذ مواد شیمیایی ضد آفت به مکانهایی که مورد نظر نیستند جلوگیری کرد و یا از میزان نفوذ آنها به این مکانها کاست. یکی از روشهای موثر برای رسیدن به این مقصود استفاده از پلیمرهای سنگین برای حمل مواد ضد آفت است که باعث می گردد این مواد به طور کنترل شده آزاد شوند.

در این روش پلیمرها توسط پلهای شیمیایی به مواد ضد آفت متصل می شوند و به هنگام کاربرد مواد مزبور، این پلهای شیمیایی توسط آب یا آنزیمهای موجود در محیط با سرعت کنترل شده ای می شکنند. پلیمرها که از مولکولهای بزرگی تشکیل شده اند، باعث کاهش سرعت انحلال مواد ضد آفت در محیط می شوند و در نتیجه نفوذ و رخنه آنها را به مکانهایی که مورد نظر نیستند کند می سازند. در این روش، که مواد ضد آفت به تدریج از پلیمر جدا می شوند، دفعات مصرف ضد آفت کاهش می یابد و فقط آن مقدار مواد شیمیایی که برای رفع آفات محیط مورد نظر لازم است، مصرف می شود. بدین ترتیب از ورود مواد ضد آفت به جریان آبهای آزاد جلوگیری و در نتیجه از محیط زیست حفاظت می شود [8].

همزمان با ازدیاد جمعیت جهان نیاز به استفاده از مواد ضد آفات کشاورزی نیز افزایش می یابد. استفاده از این مواد سبب افزایش حجم برداشت محصولات کشاورزی می شود. کاربرد این سموم باید به گونه ای باشد که خطری برای انسان، جانداران دیگر و به طور کلی محیط زیست نداشته باشد، ولی متأسفانه سمومی که در حال حاضر به کار برده می شوند بر روی آبها، هوا و محیط اثرات سوئی می گذارند که روز به روز بر میزان آن افزوده می شود. تجربه نشان داده است که این مواد شیمیایی از زمینهایی که در آنها به کار برده شده اند خارج و به مناطق دیگری وارد می شوند که نیازی به وجود این مواد در آن مناطق نیست.

تخلیه سالیانه آب از زمینهای کشاورزی که در کنار رودخانه می سی سی پی واقع اند، سبب می شود که در حدود ۲ تا ۳ میلیون تن مواد رسوبی که شامل مواد شیمیایی مضرند از طریق رودخانه می سی سی پی به خلیج مکزیک حمل شوند [1,2].

حشره کشها، که بیشترین حجم مواد ضد آفت را تشکیل می دهند، همراه با علف کشها و مواد ضد قارچ و مواد شیمیایی هورمونی باعث رشد بیشتر محصولات کشاورزی می شوند.

اشاره می شود که این ضد آفتها تحت تاثیر موجودات و عوامل دیگری که هدف از بین بردن آنها نیست، حدود ۷۵ تا ۸۵ درصد از فعالیتهای شیمیایی مفید خود را از دست می دهند.

در ایالات متحده آمریکا ضد آفتی که با دوام و مضرند از طرف اداره حفاظت محیط زیست (*EPA*) بسیار مورد انتقاد قرار گرفته اند زیرا این مواد به مناطقی که هدف نبوده اند حمله و آب و محیط را آلوده کرده اند. با وجود این اشاره می شود که این مواد با دوام برای کنترل رشد علفهای هرزه، حشره ها و قارچها ضروری اند و در یک مدت زمان قابل قبول و در نواحی مورد نظر، اغلب مواد شیمیایی که پایداری بیشتری دارند برای رفع آفتها عواملی مؤثرترند.

عوامل مؤثر بر این مواد ضد آفت که تا کنون شناسایی شده اند عبارتاند از:

— موجودات ذره بینی و قدرت آنها در بلعیدن و از بین بردن آفت کشها

— خصوصیات ساختار شیمیایی و فیزیکی آفت کشها که موجب از بین رفتن آنها در خاک می شوند

— تغییرات ساختار شیمیایی و فیزیکی آنها توسط نور

— تاثیر *pH* و تغییرات دما

— مقدار رطوبت خاک [3].

برای حفظ و حمایت محیط زیست، مقدار مصرف و دوام مواد ضد آفت باید در نظر گرفته شوند. مواد کنترل کننده آفت نه تنها باید کنترل کننده موجودات مضر باشند، بلکه باید برای انسانها، حیوانات اهلی، حیوانات وحشی، محصولات کشاورزی، ماهیها، حشرات و ذرات

با پیشرفت دستگاههای تجزیه شیمیایی اکنون قادریم غلظت مواد شیمیایی ضد آفت را در نواحی ای که مورد نظر نیستند تا یک قسمت در میلیون و حتی یک قسمت در میلیارد تعیین کنیم.

پلیمرهایی که پس از آزاد شدن و مصرف تدریجی مواد ضد آفت در خاک باقی میمانند از موادی ضروری نظیر پلی ساکاریدها تهیه شده اند و در نتیجه برای خاک مفیدند و بعد از فاسد شدن به خاک و محیط زیست آسیبی نمی‌رسانند.

شرایطی که پلیمرهای مصرفی در مواد ضد آفت باید داشته باشند عبارتند از:

- موثر بودن.
- مورد قبول بودن از نظر اقتصادی.
- سطح پایین یا فقدان آثار مضر و خطرناک بر محیط اطراف.
- کنترل رشد علفهای هرزه با یک سرعت قابل قبول.
- کنترل موجودات مورد نظر به طور انتخابی به گونه‌ای که صدمه‌ای به حشرات مفید، گیاهان و جانوران و انسان نزنند.
- برای مدت زمان قابل قبول پایدار باشند.
- برای مصرف در حجم زیاد ارزان قیمت باشند.
- به سادگی بتوان آنها را به کار برد (در مورد مصرف آنها استفاده از وسایل قدیمی ترجیح داده می‌شود) [9].
- اگر تمام شرایط بالا عملی شود، مهمترین منافعی که از کاربرد صحیح مواد تهیه شده با سیستم آزاد سازی تحت کنترل به دست می‌آید عبارتند از:
- افزایش برداشت محصولات کشاورزی
- جلوگیری از تکرار مصرف سم
- آلودگی کمتر یا اصولاً عدم آلودگی محیط زیست
- کاهش هزینه تهیه سم برای کشاورزان [10].

ساخت درخت مولکولها (پلیمرها)

پلیمرهایی که در سیستمهای آزادسازی کنترل شده ضدآفتها به کار می‌روند به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- پلیمرهایی که مواد ضد آفت به طور فیزیکی در آنها حل یا پراکنده می‌شوند. در این موارد آزاد شدن مواد ضد آفت از غشای پلیمر یا از راه نفوذ (diffusion) است یا اینکه به علت شکسته شدن کامل غشای پلیمر، مواد یک مرتبه از آن خارج می‌شوند.
- پلیمرهایی که مواد ضد آفت به طریق شیمیایی به آنها وصل می‌شوند و آزاد شدن این مواد فقط بستگی به درجه یا سرعت شکسته شدن پیوند شیمیایی موجود بین پلیمر و ضد آفت دارد. چون این دسته مورد توجه ما بوده و روی آنها کار شده است در اینجا مورد بحث قرار می‌گیرد.

این پلیمرها را می‌توان به دو روش تهیه کرد که عبارتند از:

الف — ایجاد یک پیوند شیمیایی کووالانسی یا یونی بین ضدآفت و

پلیمری که قبلاً شکل گرفته است. برای انجام این عمل پلیمر باید دارای گروههای فعال باشد تا بتواند با مواد ضدآفت ترکیب شود. نوع پیوند بین پلیمر و مواد ضد آفت را می‌توان به گونه‌ای انتخاب کرد که درجه شکسته شدن آن بر حسب احتیاجات محیط متفاوت باشد. برتریهای این روش عبارتند از:

- در دسترس بودن پلیمرهای ارزان قیمت مانند کیتین (*chitin*)، کیتوسان (*Chitosan*)، سلولز و غیره.
- امکان استفاده از ضدآفت موجود در بازار، به عنوان مواد اولیه برای تهیه پلیمرهای حاوی این مواد.
- ب — در روش دوم ضد آفت مونومری خود به شکل پلیمر در می‌آیند. بزرگترین و مهمترین برتری روش مزبور این است که خواص پلیمر و همچنین غلظت ضد آفت در پلیمر را می‌توان کنترل کرد [10-12].
- در این گزارش چگونگی تهیه پلیمرهای حاوی مواد ضد آفت با استفاده از روش الف مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

تجربه و بحث

انتخاب پلیمر: برای مطالعه اولیه موادی انتخاب شدند که به شکل پلیمری بودند و گروه هیدروکسی (*-OH*) داشتند. این پلیمرها عبارتند از: پلی وینیل الکل (*poly vinyl alcohol*)، کیتین و سلولز

دلایل انتخاب این مواد عبارتند از:

- تخریب پذیری بیولوژیکی (*biodegradability*) آنها
- موجود بودن آنها در بازار
- امکان جدا شدن آنها از مواد ضد آفت به وسیله آب.

انتخاب مواد ضد آفت: مواد ضد آفتی که برای این پژوهش انتخاب شدند عبارتند از:

— متری بیوزین (*Metribuzin* یا *MB*)

— ۲، ۴ — دی کلرو فنوکسی استیک اسید

(*2,4-dichlorophenoxy acetic acid* یا *2,4-D*)

— تری کلرو استیک اسید (*trichloro-acetic acid* یا *TCA*)

انتخاب این مواد بنا به علل زیر بود:

— وجود گروه آمین در *MB* و گروه *C-OH* در *2,4-D* و *TCA*.

(اشاره می‌شود که گروه *C-OH* در *2,4-D* و *TCA* را به استیل کلرید یعنی

$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$ ، که بسیار واکنش پذیر است، تبدیل کردیم و همچنین گروه NH_2 در *MB* به ایزوسیانات $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ تبدیل شد که آن هم بسیار واکنش پذیر است).

— فعالیت زیاد در غلظت کم

— گزینش پذیری (*selectivity*)

— کم دوام بودن در محیط

— داشتن تحرک زیاد در خاک

MB، *2,4-D* و *TCA* با سلولز، کیتین و *PVA* ترکیب شدند. پس از

شناسایی ساختار و تعیین وزن مولکولی محصول توسط IR، درصد ضدآفت در پلیمر، بازدهی تولید و میزان انحلال پذیری محصول تعیین شد. نتایج این آزمایشها در جدول ۱ گزارش شده است. تمام مواد شیمیایی برای این پژوهش از شرکت آلدريج (Aldrich) تهیه شدند و بعد از خالص کردن دوباره در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱- ساختار و مشخصات ترکیبات حاصله از واکنش پلیمرها و مواد آفت کش

جذب مادون قرمز	میانگین وزنی وزن مولکولی	عدد واکنش	عدد واکنش	عدد واکنش	عدد واکنش	عدد واکنش
۱۶۰۰ - ۱۶۸۰	۹۶,۰۰۰	۹۳	۳۲	DMAC	F _۱	PVA - X _۱ - R _۱
۱۶۰۰ - ۱۶۸۵	۹۶,۰۰۰	۹۰	۲۸	DMAC	F _۲	PVA - X _۲ - R _۱
۱۶۰۰ - ۱۶۸۰	۹۶,۰۰۰	۸۷	۲۲	DMAC	F _۳	PVA - X _۳ - R _۱
۱۶۹۰ - ۱۷۱۰	۵۰۰,۰۰۰	۹۲	۳۹	LiCl/DMAC	F _۴	Chi - X _۱ - R _۱
۱۶۰۰ - ۱۶۷۵	۱۰۰,۰۰۰	۹۶	۲۵	LiCl/DMAC	F _۵	Chi - X _۲ - R _۱
۱۶۰۰ - ۱۶۹۰	۱۵۰,۰۰۰	۸۹	۵۷	LiCl/DMAC	F _۶	Chi - X _۳ - R _۱
۱۷۰۰ - ۱۷۵۰	۱۰۰۰,۰۰۰	۷۵	۲۹	LiCl/DMAC	F _۷	Cel - R _۲
۱۷۳۰ - ۱۷۵۰	۱۰۰۰,۰۰۰	۶۰	۲۹	LiCl/DMAC	F _۸	Cel - R _۲
۱۷۲۰ - ۱۷۷۰	۹۶,۰۰۰	۹۶	۵۹	LiCl/DMAC	F _۹	PVA - R _۲
۱۷۳۰ - ۱۷۴۰	۹۶,۰۰۰	۹۰	۵۹	LiCl/DMAC	F _{۱۰}	PVA - R _۲

OH- سلولز و استیل کلرید 2,4-D ایجاد شده است و می توان آن را نیز به عنوان نمونه برای سایر واکنشهای مشابه در نظر گرفت. همین طور ساختار ۹ یک پیوند اوره دارد که از واکنش بین MB و N=C=O- پیل شیمیایی که با OH- سلولز و یا کیتین به وجود آمده است و هر یک از این پیوندها را می توان به عنوان نمونه برای سایر واکنشهای مشابه در نظر گرفت.

با اینکه وجود پل شیمیایی غلظت ضدآفت را در پلیمر پایین می آورد ولی میزان هیدرولیز برای آزاد شدن ضدآفت از پلیمر را افزایش می دهد. از این رو آزاد شدن ضدآفت از این گونه پلیمرها آسانتر است تا آزاد شدن یک ضدآفت که بدون پل شیمیایی به پلیمر متصل شده است (مانند ماده شماره ۶ در جدول ۳).

اشاره می شود که وجود پل شیمیایی مراحل کاربرد و اتصال مواد ضدآفت را به بیوپلیمرها بسیار آسان می کند و از این روش در آزمایشگاه برای آزادسازی کنترل شده داروهای مختلف از بیوپلیمرها نیز استفاده کرده ایم [12-15].

ماده ۶ از ترکیب ۰/۳۵ مول سلولز با ۰/۳۰ مول استیل کلرید

بیوپلیمرها، یعنی سلولز (Cel) و کیتین (Chi) و پلیمر مصنوعی پلی وینیل الکل (PVA) به صورت شیمیایی با ایزوسیانات و مشتقات استیل کلرید (جدول ۱، F_۱ - F_{۱۰}) ترکیب شدند.

علامتهای اختصاری در جدول ۲ نشان داده شده اند و الگوی عمومی کلیه واکنشها در جدول ۳ ارائه شده است.

روش کار به این ترتیب بود که ابتدا یک محلول یکنواخت از سلولز یا کیتین در محلول دی متیل استامید (DMAC) و لیتیم کلرید (LiCl) درست شد. مثلاً برای ترکیب کیتین با متری بیوزین، ابتدا مخلوطی از ۱/۲ مول MB- ایزوسیانات و ۱/۲۵ مول کیتین، که طبق وزن واحد تکراری پلیمر محاسبه می شود، در ۳۰۰ میلی لیتر محلول ۵٪ LiCl در DMAC تهیه شد. این مخلوط به یک بالن مجهز به مبرد، دماسنج و همزن منتقل گردید و برای تأمین حرارت لازم (دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد) برای انجام واکنش، بالن در یک زاکت حرارتی قرار گرفت. بعد از گذشت چهار ساعت واکنش کامل گردید. محصول واکنش بعد از سرد شدن توسط متانول رسوبگیری شد که پس از چندین بار رسوبگیری نمونه های خالص و خشک برای تجزیه آماده شدند.

2,4-D در ۳۰۰ میلی لیتر محلول که ۱۵٪ LiCl در DMAC تهیه شد. واکنش در یک بالن، که مجهز به یک همزن، میرد و دماسنج بود و در زاگت

جدول ۲ - توضیح علامتهای اختصاری

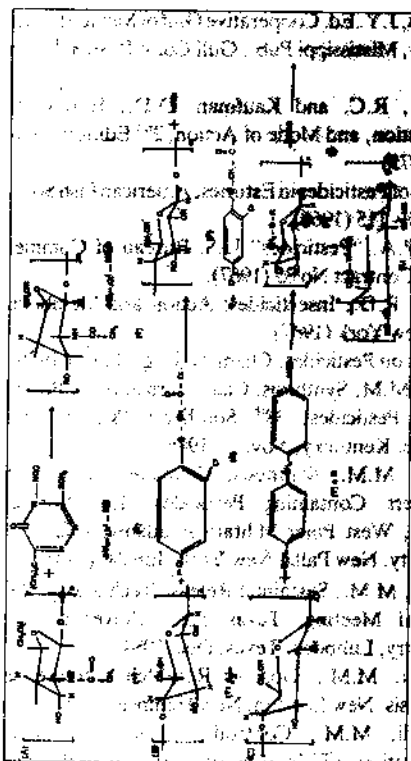
شماره	نام	شکل	نوع
(۱)	پلی وینیل الکل Polyvinyl Alcohol PVA	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]_n$	R ₁
(۲)	کتین Chitin		R ₂
(۳)	سلولز Cellulose		R ₃
(۴)	قرمزی بیدون Bis (Bismaleimide)		R ₄
(۵)	۲,۴,۶-تری کلروبنزوسین Tri Chloro Benzene TCA		R ₅
(۶)	پل شیمیایی		X ₁
(۸)	پل شیمیایی		X ₂
(۹)	پل شیمیایی		X ₃

نسبتاً متفاوت در مجاورت آب یا باکتریها می گردد. البته طول زنجیر شیمیایی که بین پلیمر و مواد ضدآفت وجود دارد، مسئلهای اساسی و حساس در آزاد شدن مواد ضدآفت از پلیمر است.

نکته جالب توجه این است که پلیمرهای گزارش شده در بیشتر حلالهای آلی انحلال پذیرند و از این جهت بررسی ساختار آنها توسط HPLC, NMR, IR, UV و اسمزسنجی غشایی امکان پذیر است. ساختار این پلیمرهای حاوی ضدآفت معمولاً تعیین کننده میزان انحلال پذیری پلیمرها و میزان آزادسازی ضدآفت است. اشاره می شود که وجود نمکهای لیتیم در حلالهای آلی برای حل کردن این مواد ضروری است. وجود نمکهای لیتیم در حلال آلی سبب از بین رفتن پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی در مولکولهای سلولز و کیتین می شود. معمولاً وجود مواد ضدآفت در پلیمرها نیز باعث می شود که پیوندهای هیدروژنی موجود بین مولکولها شکسته شوند که این مسئله انحلال مواد پلیمری را امکان پذیر می سازد.

در جدول ۱ مشخصات پلیمرهای حاوی ضدآفت ارائه شده است. در این جدول همچنین درصد ضدآفت در هر پلیمر، میزان انحلال پذیری، بازدهی تولید، جذب مادون قرمز و میانگین جرم مولکولی برای هر یک از پلیمرها گزارش شده است. میانگین جرم مولکولی پلیمرها توسط نوعی اسمزسنج غشایی با سرعت بالا.

جدول ۳ - الگوی عمومی واکنشها



حرارتی قرار داشت، در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد طی مدت ۴ ساعت انجام شد. محصول واکنش با متانول رسوبگیری گردید و پس از سرد شدن، خالص سازی و خشک کردن، مورد تجزیه قرار گرفت.

پلیمرهایی که تهیه آنها در این گزارش آمده است عموماً حدود ۳۰ تا ۵۷٪ مواد ضدآفت دارند. همچنین میانگین جرم مولکولی برای پلیمرهای شامل PVA در حدود ۹۵,۰۰۰ است در صورتی که میانگین جرم مولکولی پلیمرهای شامل کیتین و سلولز در حدود ۱۵۰,۰۰۰ تا ۱,۰۰۰,۰۰۰ است.

پلیمرهایی که در این مقاله گزارش شده اند خواص و مشخصات متفاوتی دارند. مثلاً پلیمرهای PVA حاوی ضدآفت تقریباً انعطاف پذیرند، در صورتی که بیوپلیمرها مانند سلولز و کیتین شامل مواد ضدآفت، نسبتاً سخت و گاهی دارای پیوندهای عرضی می باشند.

پیوندهایی که ضدآفت را به این سه پلیمر متصل کرده اند شامل پیوندهای آوره و استر می شوند. هر یک از این پلیمرها بر طبق نوع پیوند، نوع پلیمر و وجود یا عدم بل شیمیایی باعث آزاد شدن ضدآفت در مقادیر

- [13] Fooladi, M.M., Synthesis of Polymers Containing Biologically Active Moieties, Especial Report of Fuladi Lab. Irvine, California, Nov 1985.
- [14] Fooladi, M.M., Release of Epinephrine from Chitin, Especial Report, Fuladi Research Institute, El Paso, Texas (1988).
- [15] Fooladi, M.M., Microencapsulation. ACS, 44th Southwest Regional Meeting, Nov 30, 1988, Corpus Christi, Texas (1988).

(*High Speed Membrane Osmometer*, ساخت Hewlett-Packard 502) اندازه گیری شد. میزان آزاد شدن ضدآفت و تجزیه آنها توسط گاز کروماتوگرافی (*Tracor Model 220, GC*) و گاز کروماتوگرافی با عملکرد بالا (*Waters Model ALC-200, HPLC*) که دارای یک آشکارساز و یک آشکارساز ضریب شکست است و نوعی دستگاه طیف نورسنج UV (*Cary 17 UV Spectro-Photometer*) در حال انجام است.

نتیجه

پلیمرهایی که در جدول ۱ از آنها یاد شده است هر یک خواص ساختاری ویژه ای دارند که بر میزان آزاد شدن مواد ضدآفت در مجاورت آب یا باکتریها اثر می گذارند. میزان آزاد شدن ضدآفت از هر یک از این پلیمرها در مقاله آینده گزارش خواهد شد. طیف مادون قرمز توسط نوعی دستگاه IR (*PerkinElmer 567*) انجام گرفت.



REFERENCES

- [1] Barrett, B.B., Louisiana Wildlife and Fisheries Commission Report, Cooperative Gulf of Mexico Estuarine Inventory and Study. Hydrology, P. 115 (1971).
- [2] Christmas, J.Y. Ed. Cooperative Gulf of Mexico Estuarine Inventory and Study, Mississippi Pub., Gulf Coast Research Laboratory, P. 12 (1973)
- [3] Kearney, R.C. and Kaufman, D.D., Herbicides, Chemistry, Degradation, and Mode of Action, 2nd Edition, marcel & Dekker, Inc., (1975)
- [4] Problems of Pesticides in Estuaries, American Fish Soc., SPE Pub., No 3, PP. 110 - 115 (1966).
- [5] Butler, P.A. "Pesticides" U.S. Bureau of Commerical Fisheries Report: Contract No 85 (1967).
- [6] O'Brien, R.D., Insecticides. Action and Metabolism, Academic Press, New York (1967).
- [7] A Report on Pesticides, Chemical Eng., Jan 19, 1976.
- [8] Fooladi, M.M., Synthesis, Characterization of Polymers Containig Pendent Pesticides, 38th Southeast Regional Meeting, ACS, Louisville, Kentucky, Nov. 3. (1986)
- [9] Fooladi, M.M., Synthesis, Characterization of Several Vinyl Monomers Containing Pesticides, 15th Northeast Regional Meeting, West Point Military Academy, ACS, New Paltz State University, New Paltz, New York, Jun 24. (1985).
- [10] Fooladi, M.M., Sustained Release Technology, ACS, Southwest Regional Meeting, Texas Tech University. Department of Chemistry, Lubbock, Texas, Dec. 1984.
- [11] Fooladi, M.M., Gordon Research Conference, Membrane Synthesis, New London, New Hampshire, Jun 22, 1986.
- [12] Fooladi, M.M., Controlled Release Technology and its Application. 17th International Australian Polymer Symposium, Jan 37 - Feb 3, 1989, Brisbane, Australia.

