

## اندازه‌گیری باقیمانده حشره کش ایمیداکلوپرید در خیار

خلیل طالبی جهرمی

دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ پذیرش مقاله ۸۴/۱/۲۴

### خلاصه

میزان باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در برگ و میوه خیار مورد بررسی قرار گرفت. سمپاشی بوته های خیار با محلول ایمیداکلوپرید به نسبت ۵۲/۵، ۸۴/۰ و ۱۶۸/۰ گرم در هکتار انجام شد. باقیمانده ایمیداکلوپرید پاشیده شده، در میوه و در مواردی در برگ خیار تا سه الی چهار هفته قابل اندازه‌گیری بود. در میوه خیار که به فاصله دو ساعت بعد از سمپاشی به نسبت ۸۴ گرم در هکتار، نمونه برداری شده بود، به طور متوسط ۲/۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم باقیمانده یافت گردید. در فواصل ۱، ۳، ۱۰ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی، میزان باقیمانده به ترتیب ۱/۲، ۰/۵۶، ۰/۱۹ و ۰/۰۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خیار بود. در برگ هایی که دو ساعت بعد از سمپاشی برداشته شده بود، به طور متوسط ۷/۴۶ میلی‌گرم ایمیداکلوپرید در هر کیلوگرم برگ خیار یافت گردید، که به ۰/۸۲ میلی‌گرم ایمیداکلوپرید در هر کیلوگرم برگ، در روز چهاردهم رسید. در خیاری که بوته های آن به نسبت ۱۶۸ گرم در هکتار، سمپاشی شده بود، یک روز بعد از سمپاشی، باقیمانده ۲/۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که به ۰/۹۳ و ۰/۵۷ در روزهای سوم و پنجم کاهش یافت و در روز دهم به ۰/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. در برگ های این تیمار، دو ساعت بعد از سمپاشی باقیمانده، ۱۶/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نمونه های برگي که در روزهای یکم، سوم و پنجم بعد از سمپاشی برداشته شده بود به ترتیب حاوی ۱۱/۲۰، ۵/۷۳ و ۳/۶۷ میلی‌گرم ایمیداکلوپرید در کیلوگرم بود. روند کاهش همچنان ادامه یافت و به حدود یک میلی‌گرم در کیلوگرم در روز هفتم رسید. در صورت مصرف ایمیداکلوپرید به نسبت ۵۲/۵ گرم در هکتار، باقیمانده حشره کش در روزهای اول، سوم، پنجم، هفتم و دهم به ترتیب ۰/۰۶۷، ۰/۰۴۹، ۰/۰۵۰، ۰/۰۳۸ و ۰/۰۰۶ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خیار بود. نتایج به دست آمده نشان داد که مصرف دز بالاتر و نیز دو بار سمپاشی با ایمیداکلوپرید منجر به تجمع باقیمانده در میوه خیار نمی‌شود.

### واژه‌های کلیدی: ایمیداکلوپرید، باقیمانده حشره کش، خیار، دوره پیش برداشت

#### مقدمه

ترکیب روی گرده افشان‌ها وجود دارد (۶) ولی خصوصیات زیست محیطی و سم‌شناختی، فعالیت سیستمیک قوی علیه دامنه گسترده‌ای از آفات در گیاهان زراعی گوناگون و سرانجام چگونگی تأثیر خاص آن بر آفات که می‌تواند پاسخی به مشکل مقاومت باشد، از ویژگی‌های این حشره‌کش است. این ترکیب به صورت تماسی و گوارشی عمل می‌کند. ایمیداکلوپرید در گیاه نفوذ کرده و از طریق ساقه به سمت بالای گیاه حرکت می‌کند.

ایمیداکلوپرید یک حشره‌کش جدید می‌باشد که در سال ۱۹۹۲ معرفی شده است و در ایران مصرف می‌شود. این ترکیب از نظر ساختمانی به گروه ایمیدها و یا نیترومتیلن‌ها تعلق دارد که دارای سابقه‌ای در کنترل آفات نیستند (۲). برخی ویژگی‌ها، حداقل در مواردی این ترکیب را به ابزاری در مدیریت تلفیقی آفات تبدیل کرده است. گرچه گزارشاتی در مورد اثرات این

فرمولاسیون مایع ایمیداکلوپرید را در دز متداول نیم و ربع دز روی گیاه برنج پاشیده‌اند. میزان باقیمانده در برگ در روز اول سم پاشی برای دزهای به کار برده شده به ترتیب ۲/۰، ۰/۶ و ۰/۲ پی پی ام بوده است. این میزان ۴۰ روز بعد از سم پاشی به ۰/۰۵ پی پی ام رسیده است.

در یک آزمایش باقیمانده این حشره کش روی انبه اندازه گیری شده است. اگر انبه را یک بار در مرحله خوشه دهی و بار دیگر ۲۱ روز بعد با غلظت ۰/۴، ۰/۸ و ۱/۲ میلی لیتر در لیتر سم پاشی کنند، در مرحله تشکیل هسته، به ترتیب دارای ۰/۲۰۹، ۰/۳۸۹ و ۰/۵۶۳ پی پی ام باقیمانده خواهد بود. این مقدار به ۰/۱۵۶، ۰/۲۷۴ و ۰/۳۱۱ پی پی ام در زمان رسیدن میوه کاهش می یابد (۱۱).

لودویکو ولی (۲۰۰۲) باقیمانده ایمیداکلوپرید را در دانه قهوه اندازه گرفته‌اند. پس از پنج بار سم پاشی گیاه با این ترکیب به میزان ۴۵ گرم ماده موثر در هکتار میزان باقیمانده در دانه های سبز برشته و منجمد شده به ترتیب ۰/۳۷، ۰/۱۶۰ و ۰/۵۰۳ میکروگرم در گرم تعیین گردیده است. میزان تجزیه ایمیداکلوپرید در خاک بسیار کم است به طوری که نیمه عمر آن بین ۴۸ تا ۱۹۰ روز می باشد (۶).

اندازه گیری باقیمانده این حشره کش در مواد غذایی و به ویژه در محصولات کشاورزی اهمیت فراوان دارد، چون حشرات مکنده خسارت قابل توجهی به این گونه محصولات نظیر انواع میوه و سبزی در مزرعه و در کشت های گلخانه ای وارد می کنند. در این مقاله نتایج یک آزمایش که به منظور بررسی باقیمانده این حشره کش روی خیار در شرایط مزرعه انجام شده است، گزارش می گردد.

### مواد و روش ها

در یک قطعه زمین در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج، خیار رقم دامینوس (Daminus) کشت گردید. برای این منظور چندین ردیف، هر کدام به طول ۱۵ متر انتخاب و در دو طرف آن به فاصله ۴۰ سانتیمتر از یکدیگر اقدام به کشت خیار گردید.

این ترکیب در گیاه متابولیت شده و به ۶-کلرونیکوئینیک اسید تبدیل و سپس مزدوج می شود (۷). به علت مصرف این حشره کش روی گیاهان وجود باقیمانده این ترکیب مورد توجه قرار گرفته است.

باقیمانده ایمیداکلوپرید در گیاه گوجه فرنگی اندازه گیری شده است. گوجه فرنگی را در دو نوبت با غلظت های ۲۰ و ۴۰ گرم ماده موثر در هکتار سم پاشی نموده‌اند. سم پاشی اول در هنگام گل دهی و سم پاشی دوم ۱۵ روز بعد صورت گرفته است. میزان باقیمانده اولیه برای دو غلظت فوق الذکر به ترتیب ۰/۳۵ و ۲/۴۰ میلی گرم بر کیلو گرم اندازه گیری شده است. در این گزارش آمده است که میزان باقیمانده ترکیب با گذشت زمان رو به کاهش نهاده به طوری که در روز دهم بعد از سم پاشی، میزان آن قابل اندازه گیری نبوده است (۵). تجزیه نوری ایمیداکلوپرید در سطح برگ گوجه فرنگی بسیار سریع بوده و بیش از ۱۰ درصد ترکیب اولیه را شامل می شود (۱۲).

کومار و دیک شیت (۲۰۰۱) باقیمانده ایمیداکلوپرید را در برگ کلم اندازه گرفته‌اند. میزان باقیمانده اولیه پس از سم پاشی با مقادیر ۲۰ و ۴۰ گرم در هکتار به ترتیب ۱/۶۷ و ۲/۸۹ میلی گرم بر کیلو گرم بوده است. در فاصله یک روز بعد از سم پاشی این میزان به ترتیب به ۱/۱۳ و ۱/۸۶ واحد کاهش یافت. میزان باقیمانده در روز هفتم بعد از سم پاشی برای غلظت های فوق به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۷۹ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه گیری شده است.

اگر ایمیداکلوپرید را در جعبه های نشاء برنج به نسبت یک گرم ماده خالص در ۱۸۰۰ سانتیمتر مربع مصرف کنند، نیمه عمر آن سه روز خواهد بود و باقیمانده آن در اندامهای هوایی برنج در روز دهم ۱۰/۱۹ و در روز بیست و چهارم به ۰/۳۲۹ میلی گرم در کیلو گرم خواهد رسید (۷). همچنین در اندازه گیری هایی که تا ۹۴ روز بعد از سم پاشی انجام شده میزان باقیمانده در برگ بیشتر از غلاف بوده است. در همین آزمایش محلول ایمیداکلوپرید محتوی ۲۰ میلی گرم ماده خالص را در ساقه گیاه خیار تزریق نمودند. اندازه گیری نشان داد که میزان باقیمانده در گیاه، در روز اول ۰/۹۸۲ و در روز هفتم ۰/۰۰۶ پی پی ام بوده است. چوی و همکاران (۲۰۰۱)

بوسیله دستگاه تبخیر کننده دوار به مدت نیم ساعت تبخیر شد تا قسمت اعظم متانول خارج گردد. محلول باقیمانده دو بار هر بار توسط ۵۰ میلی لیتر هگزان نرمال استخراج شد و لایه هگزان که حاوی ناخالصی ها بود، حذف گردید. پس از این مرحله محلول بمدت ۱۰ دقیقه تبخیر شد و مجدداً دو بار هر بار با ۵۰ میلی لیتر دی کلرومتان استخراج گردید. دی کلرومتان حاصل به آرامی از درون سدیم سولفات خشک گذرانده شد و بعد تبخیر گردید به نحوی که حجم نهایی آن به ۰/۳ میلی لیتر رسید. استخراج باقیمانده از خیار پوست کند و پوست خیار نیز به روش بالا انجام گرفت.

یک صفحه کروماتوگرافی ۲۰ در ۲۰ سانتیمتر انتخاب شد و نمونه های تغلیظ شده به موازات محلول استاندارد در مقادیر ۱۰ تا ۳۰ میکرولیتر توسط یک میکروپیپت روی صفحه گذاشته شد. بعد از اتمام نمونه گذاری، صفحه در تانک محتوی اتیل استات:تر نفت(۷۵:۲۵ حجمی) قرار گرفت. پس از نفوذ و بالا رفتن حلال در صفحه به میزان ۱۵ سانتیمتر، صفحه کروماتوگرافی خارج شد و در زیر هود خشک گردید. در مرحله بعد لایه سیلیکاژل حاوی ایمیداکلوپرید جدا گردید و باقیمانده موجود به کمک ۵ میلی لیتر اتیل استات شستشو داده شد.

برای اندازه گیری کمی و کیفی ایمیداکلوپرید دستگاه HPLC مدل شیماتزو مجهز به کامپیوتر و چاپگر مورد استفاده قرار گرفت. از ستون C18 (150X4 mm ID) برای جدا کردن ایمیداکلوپرید استفاده شد. فاز متحرک محلول آب:استونیتریل (۳۰:۷۰) با سرعت ۰/۶ میلی لیتر در دقیقه بود. طول موج دتکتور روی ۲۷۰ نانومتر تنظیم گردید. در این شرایط زمان بازداری ایمیداکلوپرید معادل ۵/۲۴ دقیقه بوده است.

درصد بازیابی به روش بالا روی خیارهایی که فاقد هرگونه باقیمانده‌ای بوده و سم‌پاشی نشده بود، اندازه گیری شد. برای این منظور به نمونه‌های خیار در سطح یک قسمت در میلیون ایمیداکلوپرید استاندارد اضافه گردید. سپس با روش ذکر شده

بعد از رویش گیاه و آبیاری با دور سه روزه، هنگامی که میوه‌های خیار ظاهر شدند، در چندین تیمار متفاوت کارهای سمپاشی آغاز شد. سمپاشی توسط یک دستگاه سمپاش پستی تلمبه ای ۲۰ لیتری به روش زیر انجام گردید:

دریک آزمایش در هنگام صبح، شش ردیف خیار با محلول تهیه شده از فرمولاسیون تجاری ایمیداکلوپرید (Confidor SC35) به نسبت ۸۴ گرم ماده موثر در هکتار سمپاشی گردید(دز توصیه شده). سمپاشی دیگر با غلظت دو برابر یعنی به نسبت ۱۶۸ گرم در هکتار نیز در سه ردیف صورت گرفت. در آزمایش سوم، سه ردیف خیار به نسبت ۵۲/۵ گرم در هکتار سمپاشی شد.

برای تعیین اثر سم‌پاشی‌های مکرر روی تجمع باقیمانده، آزمایش دیگری انجام شد. برای اینکار سه ردیف خیار کشت شده، به نسبت ۸۴/۰ گرم در هکتار سمپاشی گردید و در ۱۴ روز دیگر عمل سمپاشی تکرار شد.

به فاصله دو ساعت بعد از سمپاشی، اولین نمونه خیار و در مواردی برگ برداشته شد. نمونه های خیار بین ۵-۳ کیلوگرم بود. در حدود ۱۰۰-۵۰ گرم برگ هم از جاهای مختلف بوته برداشته و در کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه منتقل شد.

چندین روش برای اندازه گیری باقیمانده ایمیداکلوپرید پیشنهاد شده است (۳، ۷، ۱۰). در این آزمایش روش زیر مورد استفاده قرار گرفت:

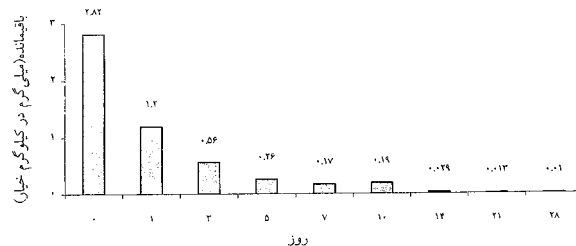
خیار نمونه برداری شده در دستگاه مخلوط‌کن خرد و نرم گردید. سپس ۲۵ گرم از این مخلوط یکنواخت، توزین شد و درون شیشه در بسته جهت استخراج قرار گرفت. در مورد برگ، ۱۵ گرم برگ خرد شده، توزین و در داخل ظرف استخراج ریخته شد. به این نمونه‌ها ۱۵۰ میلی لیتر محلول آب:متانول (۳:۱ حجمی) اضافه شده و به مدت نیم ساعت در دستگاه تکان دهنده مورد استخراج قرار گرفت. بعد از انقضای این مدت مخلوط به کمک پمپ مکش روی صافی چینی صاف گردید. سپس محلول بدست آمده در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتیگراد

استخراج، تصفیه و اندازه‌گیری شد. میانگین در صد بازیابی ۸۹/۷۵ بود.

### نتایج و بحث

وقتی بوته‌های خیار به نسبت ۸۴ گرم در هکتار، که دز توصیه شده این حشره‌کش است سمپاشی شدند باقیمانده آفت‌کش تا سه الی چهار هفته بعد از سمپاشی قابل اندازه‌گیری بود.

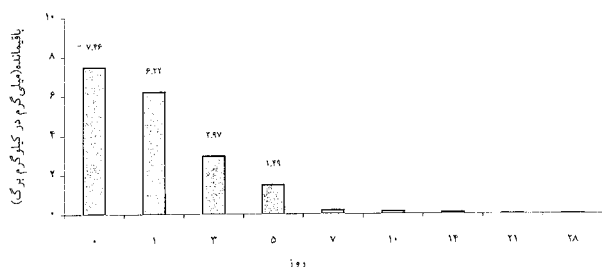
در میوه خیار که به فاصله دو ساعت بعد از سمپاشی نمونه برداری شده بود، به طور متوسط ۲/۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم باقیمانده یافت گردید (شکل ۱). این میزان حشره‌کش در روزهای بعد کاهش نشان داد به طوری که یک روز بعد از سمپاشی میزان باقیمانده به ۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خیار رسید. سه روز بعد از سمپاشی نمونه میوه برداشت شده دارای کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم باقیمانده بود. نمونه‌هایی که در روزهای بعد برداشت شد میزان کمتری باقیمانده را نشان داد. ده روز بعد از سمپاشی باقیمانده اندازه‌گیری شده ۰/۰۹ و چهارده روز بعد از سمپاشی ۰/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و بالاخره نمونه‌هایی که به فاصله ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سمپاشی مورد تجزیه قرار گرفتند دارای مقدار ناچیزی باقیمانده ایمیداکلوپرید بودند.



شکل ۱- میزان باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در میوه خیار، در روزهای مختلف پس از سمپاشی گیاه به نسبت ۸۴/۰ گرم در هکتار

به موازات نمونه برداری از میوه خیار، باقیمانده موجود در برگ خیار هم اندازه‌گیری شد. نمونه‌های برگ که دو ساعت بعد از سمپاشی برداشته شده بود، به طور متوسط دارای ۷/۴۶ میلی‌گرم ایمیداکلوپرید در هر کیلوگرم بود (شکل ۲). بعد از یک روز میزان باقیمانده ایمیداکلوپرید کاهش یافته و به حدود ۶/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. در روزهای بعد سرعت تجزیه این

حشره‌کش در برگ افزایش داشت به طوری که سه روز بعد از سمپاشی نمونه دارای ۲/۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم باقیمانده بود که این میزان در روز پنجم بعد از سمپاشی به ۱/۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. اندازه‌گیری باقیمانده در نمونه‌هایی که ۷ روز بعد از سمپاشی برداشته شده بود نشان داد که نمونه‌ها به طور متوسط دارای ۰/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم باقیمانده بودند، که در روز دهم به ۰/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت. روند کاهش میزان باقیمانده در روزهای بعد هم ادامه یافت به طوری که در روز چهاردهم ۰/۰۸۲ میلی‌گرم ایمیداکلوپرید در یک کیلوگرم برگ یافت گردید. باقیمانده‌ای که در هفته‌های بعد اندازه‌گیری شد ناچیز بوده و تغییرات آن قابل ملاحظه نبود.



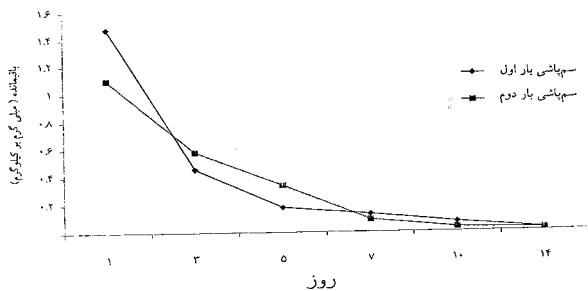
شکل ۲- میزان باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در برگ خیار، در روزهای مختلف پس از سمپاشی گیاه به نسبت ۸۴/۰ گرم در هکتار

از آنجا که ممکن است در بعضی موارد دز مصرفی توسط کشاورزان بالاتر از دز توصیه شده باشد، یک آزمایش هم با دز دو برابر انجام گردید تا میزان باقیمانده در این حالت هم مشخص گردد. نمونه‌برداری به فواصل زمانی مشابه آزمایش اول صورت گرفت و نمونه‌های میوه خیار با همان روش مورد تجزیه قرار گرفتند.

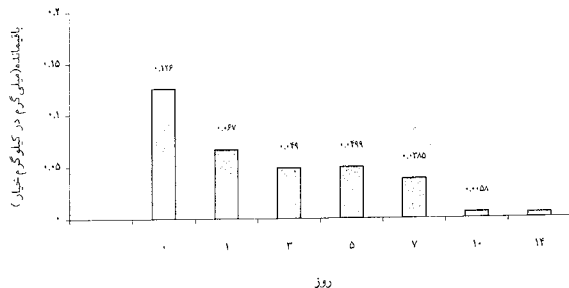
مقدار باقیمانده ایمیداکلوپرید در خیار که یک روز بعد از سمپاشی با دز دو برابر نمونه‌برداری شد، ۲/۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (شکل ۳) که این مقدار روز سوم به ۰/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. ایمیداکلوپرید موجود در خیار در روز پنجم کاهش نشان داد و به ۰/۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. نمونه‌هایی که یک هفته بعد از سمپاشی برداشته شده بود حاوی ۰/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، و بالاخره باقیمانده موجود در نمونه‌های روز دهم ۰/۱۷ میلی‌گرم ایمیداکلوپرید در هر کیلوگرم خیار بود.

در کرت‌هایی که دو هفته بعد برای بار دوم سم‌پاشی شده بود میزان باقیمانده در روز اول ۱/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. سه روز بعد این میزان به ۰/۵۸ و در روز پنجم به ۰/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. نمونه‌های روز هفتم کمتر از ۰/۱ واحد باقیمانده داشت و با ادامه روند کاهش به ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز چهاردهم رسید.

هنگامی که گیاه خیار به نسبت ۵۲/۵ گرم در هکتار، یک بار سمپاشی گردید، نتایج نشان داد که دو ساعت پس از سمپاشی میزان باقیمانده ۰/۱۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (شکل ۶). یک روز بعد از سم‌پاشی میزان باقیمانده ۰/۰۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. با گذشت زمان روند کاهش باقیمانده ادامه یافت به طوری که در روز سوم پس از سمپاشی میزان آن به ۰/۰۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید که تفاوت قابل توجهی با میزان باقیمانده در روز پنجم پس از سمپاشی (۰/۰۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نداشت. در نمونه‌هایی که روز هفتم برداشت شده بود، ۰/۰۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم باقیمانده یافت شد و این مقدار در روز دهم بعد از سمپاشی به ۰/۰۰۵۸ واحد رسید. خیارهایی که ۱۴ روز بعد از سمپاشی نمونه برداری شده بود دارای ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باقیمانده بود.

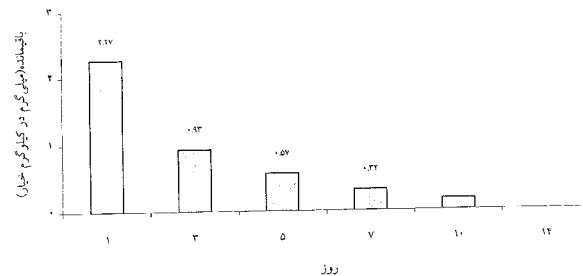


شکل ۵- روند تجزیه ایمیداکلوپرید در میوه خیار پس از یک و دو بار سمپاشی به نسبت ۸۴ گرم در هکتار

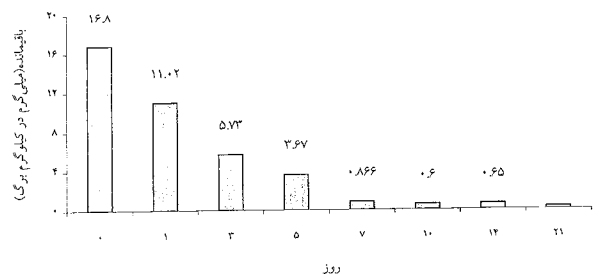


شکل ۶- باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در میوه خیار پس از سمپاشی به نسبت ۵۲/۵ گرم در هکتار

در برگ گیاهی که با دز دو برابر سم‌پاشی شده بود، دو ساعت بعد از سم‌پاشی ۱۶/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم باقیمانده یافت گردید. یک روز بعد از سم‌پاشی این میزان به ۱۱/۰۲ و سه روز بعد از سم‌پاشی به ۵/۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برگ رسید (شکل ۴). کاهش باقیمانده در روزهای بعد همچنان ادامه یافت به نحوی که روز پنجم ۳/۶۷ و روز هفتم ۱/۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم باقیمانده یافت گردید. بعد از این روز باقیمانده کمتر از یک میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و در روز بیستم و یکم ۰/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم باقیمانده در نمونه‌های برگ اندازه‌گیری شد.



شکل ۳- میزان باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در میوه خیار، در روزهای مختلف پس از سمپاشی گیاه به نسبت ۱۶۸ گرم در هکتار



شکل ۴- میزان باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در برگ خیار، در روزهای مختلف پس از سمپاشی گیاه به نسبت ۱۶۸ گرم در هکتار

وقتی گیاه خیار با دز متداول (به نسبت ۸۴ گرم در هکتار) یک بار و دو بار سم‌پاشی گردید، یک روز بعد از سم‌پاشی اول میزان باقیمانده ۱/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (شکل ۵). این میزان در روزهای بعد به شدت کاهش یافت به طوری که در روزهای سوم و پنجم به ترتیب به ۰/۴۵۷ و ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. در نمونه‌هایی که روز هفتم برداشت شده بود، ۰/۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم باقیمانده یافت شد و این مقدار در روز چهاردهم به ۰/۰۱۹ واحد رسید.

نتایج به دست آمده در این آزمایش است. در ایران برای باقیمانده ایمیداکلوپرید در خیار حد اکثر میزان مجاز پیشنهاد نشده است ولی در بعضی کشورها حداکثر میزان باقیمانده مجاز ایمیداکلوپرید برای سبزیجات گروه کدوئیان از جمله خیار ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (۱). بنا براین میتوان انتظار داشت که بین سه تا پنج روز بعد از سمپاشی گیاه خیار (به نسبت ۸۴ گرم در هکتار)، میزان باقیمانده به پایین تر از حد مجاز خواهد رسید. اگر بوته خیار به نسبت ۵۲/۵ گرم در هکتار، سمپاشی شود، دوره پیش برداشت بسیار کوتاه تر خواهد بود.

نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان می دهد که کاربرد متوالی حشره کش ایمیداکلوپرید روی گیاه به تجمع آن منجر نمی شود. این مشاهدات در گزارش های دیگر هم آمده است (۵ و ۹). ویژگی فوق شاید یک امتیاز برای این ترکیب محسوب شود، چون در گلخانه ها معمولاً دفعات سم پاشی بسیار بالاست.

لازم به ذکر است که در سال های اخیر میزان مصرف سبزیجات بالاخص خیار افزایش یافته و در همه فصول حتی زمستان، در فروشگاه های زیادی عرضه می شود. با توجه به اینکه بخش اعظم این محصول در گلخانه ها تولید می گردد و رقم خیار کشت شده در گلخانه ها با رقم مورد بررسی در این آزمایش متفاوت می باشد، بنابراین برای به دست دادن یک تصویر کلی از وضعیت باقیمانده این حشره کش در خیار، اندازه گیری ایمیداکلوپرید روی ارقام دیگر آن ضروری است.

در بیشتر کشورها قوانین و مقررات برای حداکثر مجاز باقیمانده ایمیداکلوپرید تدوین شده است. بر اساس این قوانین حد اکثر مجاز باقیمانده این آفت کش روی گیاهان و محصولات مختلف متفاوت است. باقیمانده ایمیداکلوپرید شامل ترکیب اصلی و نیز متابولیت های آن از جمله مشتقات ۶-کلرو پیریدینیل می باشد. با توجه به اینکه تعیین دوره پیش برداشت و حد اکثر مجاز باید بر اساس نتایج آزمایش های انجام شده باشد، بنابراین با اندازه گیری میزان باقیمانده روی محصولات مشابه و انجام پژوهش های بیشتر، می توان نسبت به تعیین حد مجاز و زمان رسیدن به آن برای آفت کش ایمیداکلوپرید روی سبزیجات، اقدام نمود.

با توجه به اینکه در مواردی مردم پیش از مصرف خیار را پوست می کنند، این سؤال پیش می آید که آیا میزان باقیمانده در پوست خیار بیشتر است یا خیار پوست کنده. به همین منظور بخشی از نمونه هایی که در روزهای مختلف بعد از سمپاشی به آزمایشگاه آورده شده بود، به روش معمول پوست گیری شد و میزان باقیمانده در پوست جدا شده و نیز خیار پوست کنده به طور جداگانه با استفاده از روش ذکر شده در بالا اندازه گیری گردید. نتایج این اندازه گیری در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- توزیع باقیمانده ایمیداکلوپرید در خیار پوست کنده و پوست خیار در روزهای بعد از سم پاشی با دز توصیه شده (۸۴/۰ گرم در هکتار).

نمونه	توزیع باقیمانده ایمیداکلوپرید (درصد)		
	یک روز	سه روز	پنج روز
خیار پوست کنده	۴۰	۴۳	۳۸
پوست خیار	۶۰	۵۷	۶۲

همانطور که در جدول مشاهده می شود یک روز بعد از سمپاشی ۶۰ درصد باقیمانده کل در پوست و ۴۰ درصد آن در خیار پوست کنده موجود است. این میزان در روز سوم در پوست اندکی کاهش می یابد ولی مجدداً در روزهای پنجم و هفتم افزایش یافته و بین ۶۰ تا ۶۵ درصد از کل باقیمانده در پوست وجود دارد.

روند کاهش میزان باقیمانده ایمیداکلوپرید در برگ و میوه خیار نشان می دهد که این حشره کش بعد از مصرف در روی گیاه تحت تاثیر عوامل مختلف به سرعت تجزیه شده و به مقادیر کمتر از یک پی پی ام کاهش می یابد. این عمل هم در برگ و هم در میوه صورت گرفته و حتی برای دز های بالاتر از میزان توصیه شده هم انجام می شود (۵ و ۱۳). ایشی و همکاران (۷) نیمه عمر ایمیداکلوپرید را در خیار ۳ روز بر آورد کرده اند. گرچه نامبردگان محلول ایمیداکلوپرید را به وسیله میکرو سرنگ به داخل ساقه خیار ۳-۲ سانتیمتر بالاتر از یقه تزریق نموده اند، ولی کاهش نسبتاً سریع ایمیداکلوپرید در درون گیاه موید

**REFERENCES**

1. Anonymous .1999. Imidacloprid; Pesticide Tolerance. EPA, 12 PP.
2. Anonymous .1992. Confidor, Technical information, Bayer, 25 pp.
3. Blasco, C., M. Fernandez, P. Yolanda, G. Font, & J. Manes. 2002. Simultaneous determination of imidacloprid, carbendazim, methiocarb and hexathiazox in peaches and nectarines by liquid chromatography-mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 461: 109-116.
4. Choi, B.R., S. W. Li, Y. H. Song, & Y. B. Ihm. 2001. Residual effect of imidacloprid on *N. Lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Korean Journal of Applied Entomology* 40: 83-88.
5. Dikshit, A. & D. C. Pachauri. 2000. Persistence and bioefficacy of beta-cyfluthrin and imidacloprid on tomato fruits. *Plant Protection Bulletin* 52: 1-3.
6. Felsot, A.S. 2001. Imidacloprid: insecticide on the move. *Agricultural and Environmental News*. 186: p13.
7. Ishii, Y., I. Kobori, Y. Araki, S. kurogochi, K. Iwaya, & S. kagabu. 1994. HPLC Determination of the new insecticide imidacloprid and its behavior in rice and cucumber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42:2917-2921.
8. Kumar, R. & A. K. Dickshit. 2001. Assessment of imidacloprid in brassica environment. *Journal of Environmental Science and Health* 36: 619-629.
9. Lodevico, R.G. & Q. X. Li. 2002. Determination of total imidacloprid residues in coffee by gas chromatography-mass spectrometry. *Analytical Letters* 35: 315-326.
10. MacDonald, L. & T. Meyer. 1998. Determination of imidacloprid and triadimefon in white pine by gas chromatography/mass spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46:3133-3138.
11. Sharma, D. & M. Awashi. 1998. Persistence of imidacloprid in mango fruits. *Horticultural Ecosystem* 4: 75-77.
12. Scholz, K. & F. Reinhard. 1999. Photolysis of imidacloprid (NTN 33893) on the leaf surface of tomato plants. *Pesticide Science* 55: 633-675.
13. Wamhoff, H. & V. Schneider. 1999. Photodegradation of imidacloprid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 1730-1734.