Archive of SID

بررسی اثر اسیدیته آب روی کارایی حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید علیه پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* در شرایط صحرایی

بنت‌الهدی مرادی[۱]، زهرا شیبانی تذرجی[۲*] و مهدی بصیرت[۳]

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

۲ - *نویسنده مسوول: استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران (zsheibani2001@yahoo.com)

۳ - پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۱

چکیده

یکی از مسائل مهمی که روی کارایی حشره‌کش‌ها بر علیه پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae) مهم‌ترین آفت از گروه آفات درجه اول پسته ایران، موثر است، اسیدیته آبی است که برای سم‌پاشی استفاده می‌شود. در این پژوهش اثر حشره‌کش‌های اسپیروتترامات (مونتو® SC 10%) و ایمیداکلوپراید (کنفیدور® SC 35%) به‌همراه ترکیبات کاهنده اسیدیته آب (رکتیفایر® و سیترال pH®)، بر کاهش انبوهی جمعیت تخم و پوره‌ی پسیل معمولی پسته در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار بررسی شد. نمونه‌برداری یک روز قبل و ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از سم‌پاشی انجام شد. نتایج نشان داد که اضافه نمودن سیترال pH و رکتیفایر، تاثیر معنی‌داری بر افزایش کارایی حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید، برای کاهش جمعیت تخم نداشت و تنها در هفت روز بعد از سم‌پاشی، ترکیب ایمیداکلوپراید + رکتیفایر (۹۱/۵۸ درصد کاهش جمعیت تخم) سبب افزایش معنی‌دار کارایی آن شد. نتایج تاثیر تیمارهای مختلف روی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته نشان داد که در تمام زمان‌های نمونه‌برداری میزان تاثیر حشره‌کش به‌همراه مواد کاهنده اسیدیته بیش‌تر از میزان تاثیر کاربرد حشره‌کش به‌تنهایی بود، اما تاثیر آن‌ها معنی‌دار نبود و فقط در سه و هفت روز بعد از تیمار، ترکیب رکتیفایر توانست تاثیر حشره‌کش ایمیداکلوپراید را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد، به‌طوری‌که درصد کاهش جمعیت پوره در تیمار ایمیداکلوپراید + رکتیفایر در روزهای مذکور نمونه‌برداری ۹۰/۱۳ و ۹۳/۲۳ درصد ثبت شد.

کلیدواژه‌ها: اسپیروتترامات، ایمیداکلوپراید، بافر، رکتیفایر، سیترال pH، کیفیت آب، هیدرولیز

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصول‌های باغی و کالاهای صادراتی ایران، از اهمیت اقتصادی ویژه‌ای بین محصولات کشاورزی برخوردار است (Amirghasemi and Soozani, 2008). آفات پسته از دیر باز از عمده مسائل کاهش تولید پسته در ایران بوده‌اند، زیرا از تنوع و گستردگی خاصی از نظر تعدد گونه و نحوه خسارت و روش مبارزه برخوردار هستند. در شرایط فعلی، پسیل معمولی

www.SID.ir

Archive of SID

پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae)، یکی از مهم‌ترین آفات در باغ‌های پسته کشور است. این آفت در همه مناطق پسته‌کاری کشور، جمعیت بالایی دارد و به‌طور تقریبی همه ساله خسارت اقتصادی قابل توجهی ایجاد می‌کند (Mehrnejad, 2002). با توجه به این‌که جمعیت این آفت هر ساله در حد طغیانی است، بنابراین ناگزیر به استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی هستیم. چند نسلی بودن و توانایی تولید مثل بالای این آفت، همچنین رعایت نکردن آستانه زیان اقتصادی و سم‌پاشی‌های بدون آگاهی توسط کشاورزان و استفاده مداوم از حشره‌کش‌ها در طی چندین سال باعث ایجاد مقاومت، از بین رفتن دشمنان طبیعی و طغیان این آفت و وجود باقی‌مانده حشره‌کش در محصول شده است (Mehrnejad, 2002). بنابراین انجام تحقیق‌هایی روی روش‌های افزایش کارایی حشره‌کش‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد (Panahi et al., 2013).

یکی از مسائل مهمی که روی عدم کارایی حشره‌کش‌ها موثر است، اسیدیته (pH) آبی است که حشره‌کش به آن اضافه شده و در نهایت روی درختان سم‌پاشی می‌شود. متأسفانه آبی که از اغلب چاه‌های کشاورزی استان‌های پسته‌خیز کشور برداشت می‌شود، قلیایی بوده و اسیدیته آن بالا است (Jamalizadeh, 2011). اسیدیته بالای آب مورد استفاده در سم‌پاشی، موجب شکسته شدن فرمولاسیون حشره‌کش‌های مورد استفاده و کاهش تاثیر آن‌ها روی آفت می‌شود. در اسیدیته بالاتر از هفت (آب‌های قلیایی) تاثیر بسیاری از حشره‌کش‌های ارگانوفسفات و کاربامات‌ها، روی آفت کاهش پیدا می‌کند (Green and Cahill, 2003; Green and Hale, 2005). هیدرولیز بالاتر متیل پاراتیون و آزینفوس متیل در اسیدیته ۱۱ نسبت به اسیدیته خنثی گزارش شده است (Farran et al., 1988). همچنین نشان داده شده است که فوکسیم، پاراتیون و متیل پاراتیون با افزایش اسیدیته بیشتر هیدرولیز می‌شوند (Rotich et al., 2006). لذا استفاده از مواد کاهنده اسیدیته آب می‌تواند باعث افزایش کارایی حشره‌کش‌ها شود.

نتایج پژوهشی در رابطه با اثر کشندگی حشره‌کش اسپیروتترامات[1] به‌همراه برخی ترکیبات فعال کننده سطح غیر یونی از جمله صابون سیترال[2] و اکتیواتور سیترال[3] روی پسیل معمولی پسته *A. pistaciae* نشان داد که جمعیت پوره‌ها در تیمارهای مختلف، طی روزهای اول تا هفتم پس از محلول‌پاشی، کاهش یافته است (Alipour et al., 2018).

بنابراین نظر به این‌که یکی از دلایل کاهش اثر برخی از حشره‌کش‌ها، کیفیت پایین آب استفاده شده برای سم‌پاشی و به‌ویژه اسیدیته آب است و از آن‌جایی‌که استفاده از اسیدها برای کاهش اسیدیته آب مصرفی باعث کاهش غیرقابل کنترل اسیدیته شده و ممکن است روی کارایی حشره‌کش و نیز ادوات سم‌پاشی تاثیر منفی داشته باشد، لذا در این تحقیق تاثیر استفاده از مواد کاهنده اسیدیته (سیترال pH و رکتیفایر[4]) به‌عنوان بافر روی کارایی دو حشره‌کش اسپیروتترامات (مونتو®[5]) و ایمیداکلوپراید[6] (کنفیدور®[7]) برای کاهش جمعیت تخم و پوره پسیل معمولی پسته در شرایط باغ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش

این مطالعه در شرایط صحرایی در یک قطعه باغ پسته رقم احمدآقایی به مساحت یک هکتار در باغ‌های چهره آزاد توکل آباد بیاض به مختصات جغرافیایی "30°44'47 N و "55°24'24 E در سال ۱۳۹۵ در شهرستان رفسنجان

1- Spirotetramat
2- Citral Soap
3- Citral Activator
4- Rectiphier
5- Movento
6- Imidacloprid
7- Confidor

www.SID.ir

Archive of SID

انجام شد. ارتفاع باغ از سطح دریا ۱۴۱۷ متر است. هیچ‌گونه سم‌پاشی در این باغ آلوده به پسیل معمولی پسته، صورت نگرفته بود. دور آبیاری باغ ۳۶ روز، سن درختان ۳۵ سال، فاصله درختان روی ردیف سه متر و بین ردیف‌ها شش متر بود. برای نمونه‌برداری اولیه از این باغ، ۱۰۰ برگچه به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد پوره آفت روی آن‌ها شمارش شد. زمانی‌که میانگین آلودگی بالای ۱۵ عدد در هر برگچه بود، آزمایش انجام شد. یعنی زمانی که جمعیت پسیل معمولی پسته در آن در حد زیان اقتصادی (۳۰/۷-۷/۷ عدد پوره به ازای هر برگچه برای رقم فندقی) (Hassani et al., 2009) بود. به‌طور کلی سم‌پاشی درختان پسته برای کنترل پسیل معمولی پسته با استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی، بایستی قبل از مرحله حساس درخت پسته نسبت به خسارت پسیل معمولی پسته یعنی قبل از مرحله به مغز رفتن (اواخر خرداد- اوایل تیرماه) انجام گیرد (Mehrnejad, 2014). بنابراین سم‌پاشی ترکیب‌های شیمیایی در ۲۵ خرداد ماه سال ۱۳۹۵ یعنی قبل از دوره بحرانی رشد مغز پسته انجام شد.

تیمارهای آزمایش عبارت بودند از : ۱- آب (شاهد)، ۲- ایمیداکلوپراید (کونفیدور®، 35% SC، شرکت بایر آلمان)، ۴۰۰ میلی‌گرم در هزار لیتر آب، ۳- ایمیداکلوپراید ۴۰۰ میلی‌گرم در هزار لیتر آب + رکتیفایر (بافر، جنوبگان، شرکت صنایع شیمیایی کرمان زمین)، ۲۵۰ گرم در هزار لیتر آب، ۴- ایمیداکلوپراید ۴۰۰ میلی‌گرم در هزار لیتر آب + سیترال pH (بافر، شرکت صنایع کیاسم کارمانیا)، یک لیتر در هزار لیتر آب، ۵- اسپیروتترامات (مونتو®، 10% SC، بایر آلمان)، ۵۰۰ میلی‌لیتر در هزار لیتر آب، ۶- اسپیروتترامات ۵۰۰ میلی‌لیتر در هزار لیتر آب + رکتیفایر، ۲۵۰ میلی‌گرم در هزار لیتر آب و ۷- اسپیروتترامات ۵۰۰ میلی‌لیتر در هزار لیتر آب + سیترال pH، ۱ لیتر در هزار آب. برای همه ترکیبات مورد استفاده، از غلظت توصیه شده مزرعه‌ای شرکت سازنده استفاده شد.

روش انجام آزمایش

این پژوهش با هفت تیمار و چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. هر واحد آزمایشی از هفت درخت تشکیل شده بود و بین واحدهای آزمایشی چهار درخت به‌عنوان فاصله در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از بادبردگی حشره‌کش‌ها روی واحدهای آزمایشی مجاور از دو پرده پارچه‌ای استفاده شد. در ابتدا درختان پسته تیمار شاهد آب‌پاشی شده و سپس حشره‌کش‌های شیمیایی به‌تنهایی و همراه با ترکیبات کاهنده اسیدیته آب سم‌پاشی شدند. میزان اسیدیته آب مخزن سم‌پاش قبل و بعد از اضافه کردن کاهنده‌های اسیدیته با استفاده از pH متر اندازه‌گیری شد. میزان اسیدیته آب مخزن سم‌پاش قبل از اضافه‌کردن ترکیبات کاهنده به مقدار هفت بود. ولی بعد از اضافه‌کردن رکتیفایر و سیترال pH یک واحد کاهش یافت و عدد شش را نشان داد. برای سم‌پاشی از سم‌پاش پشت تراکتوری سرلانس‌دار با مخزن ۱۰۰۰ لیتر و نازل با پاشش یکنواخت دورانی استفاده شد. سم‌پاشی‌ها در ساعت پنج تا هفت صبح انجام شده و کلیه تیمارها به‌طور تصادفی در یک روز سم‌پاشی شدند.

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از جمعیت آفت در شش نوبت شامل یک روز قبل از سم‌پاشی و ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی انجام شد. هر برگ پسته شامل ۵ برگچه است که یک برگچه انتهایی، دو برگچه در سمت راست (بالا و پایین) و دو برگچه در سمت چپ (بالا و پایین) قرار گرفتند. در هر نوبت نمونه‌برداری برای هر تکرار، ۱۵ عدد برگچه سمت راست بالایی برگ پسته، به‌طور تصادفی از ارتفاع میانی تاج درخت در هر چهار جهت جغرافیایی انتخاب و چیده شد. در مجموع برای هر تیمار ۶۰ عدد برگچه جدا شد. نمونه‌ها در پاکت پلاستیکی و داخل یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس، تعداد تخم‌ها و پورهای زنده پسیل معمولی پسته

www.SID.ir

Archive of SID

(Talebi Jahromi, 2011) در سطح رویی و زیری هر برگچه با استفاده از استریومیکروسکپ (مدل ZSM1001، شرکت صا ایران) شمارش و برای هر تیمار و تکرار به‌طور جداگانه ثبت شد. میانگین جمعیت آفت در هر واحد آزمایشی و در هر تکرار محاسبه شد. سپس با استفاده از فرمول هندرسون - تیلتون (فرمول ۱) درصد تاثیر هر یک از تیمارهای حشره‌کش در مقایسه با شاهد در هر واحد آزمایشی محاسبه شد (Henderson and Tilton, 1955).

فرمول ۱
$$M = (1 - \frac{Ta}{Ca} \times \frac{Cb}{Tb}) \times 100$$

Ta: متوسط تعداد حشرات در تیمار بعد از سم‌پاشی، Ca: متوسط تعداد حشرات در شاهد بعد از سم‌پاشی، Cb: متوسط تعداد حشرات در شاهد قبل از سم‌پاشی، Tb: متوسط تعداد حشرات در تیمار قبل از سم‌پاشی

تجزیه و تحلیل آماری

درصد تاثیر تیمارهای مختلف با استفاده از رابطه $(x + \sqrt{0.5})$ نرمال شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3.1 تجزیه و تحلیل شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز آماری شد. مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال آماری پنج درصد انجام شد.

نتایج

درصد تاثیر تیمارهای مختلف بر کاهش جمعیت تخم پسیل معمولی پسته

نتایج نشان داد که درصد تاثیر تیمارهای مختلف - حشره‌کش روی کاهش جمعیت تخم در روز سوم ($F_{5,15}$= 3.01, P= 0.044, CV= 12.78)، هفتم ($F_{5,15}$= 3.69, P= 0.022, CV= 4.44) و ۱۴ ($F_{5,15}$= 8.48, P= 0.029, CV= 7.59) پس از سم‌پاشی، معنی‌دار بود، درحالی‌که همه‌ی حشره‌کش‌های مورد مطالعه در روز ۲۱ ($F_{5,15}$= 20.55, P= 0.186, CV= 8.71) و ۲۸ ($F_{5,15}$= 107.49, P= 0.117, CV= 12.18) پس از سم‌پاشی، فاقد اثر معنی‌دار روی کاهش انبوهی جمعیت تخم بودند (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین درصد تاثیر (± خطای معیار) تیمارهای مختلف حشره‌کش بر کاهش جمعیت تخم پسیل معمولی پسته *A. pistaciae* در روزهای مختلف بعد از سم‌پاشی

Table 1- Mean percentage efficiency (± SE) of different treatments on egg population of *A. pistaciae* at different days after spraying.

Treatment	Days after treatment				
	3	7	14	21	28
Spirotetramat	66.26±3.82^{ab}	86.01±1.39^{ab}	92.6±2.54^{a}	70.62±3.05^{a}	67.65±2.8^{a}
Spirotetramat + Rectiphier	65.81±2.64^{ab}	87.68±4.45^{ab}	88.19±3.19^{ab}	82.01±2.29^{a}	70.93±4.01^{a}
Spirotetramat + Citral	70.02±3.85^{a}	82.3±3.06^{b}	88.8±3.2^{ab}	84.11±4.97^{a}	71.75±2.46^{a}
Imidacloprid	50.05±4.59^{b}	82.07±2.5^{b}	75.08±5.39^{b}	72.19±1.93^{a}	66.17±4.99^{a}
Imidacloprid + Rectiphier	64.01±6.35^{ab}	91.58±2.59^{a}	85.67±4.97^{ab}	83.17±3.03^{a}	56.22±5.52^{a}
Imidacloprid + Citral	67.51±3.42^{ab}	83.86±2.12^{b}	83.58±1.8^{ab}	81.3±3.97^{a}	72.16±3.65^{a}

The means followed by different letters within each column are significantly different (P < 0.05, Tukey's test)

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار اسپیروتترامات + سیترال pH با ۷۰/۰۲ درصد تاثیر کاهش جمعیت تخم، بیش‌ترین تاثیر و تیمار ایمیداکلوپراید با ۵۰/۰۵ درصد کاهش جمعیت تخم آفت، ضعیف‌ترین حشره‌کش در روز سوم پس از سم‌پاشی بود. گرچه اسپیروتترامات + سیترال تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها به‌جز ایمیداکلوپراید نداشت و همچنین تیمار ایمیداکلوپراید تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها به‌جز اسپیروتترامات + سیترال نشان نداد. نتایج نشان داد که هفت روز پس از سم‌پاشی، بیش‌ترین درصد تاثیر تیمارها، مربوط به تیمار ایمیداکلوپراید+ رکتیفایر با ۹۱/۵۸ درصد کاهش جمعیت تخم بود که با تیمارهای ایمیداکلوپراید، اسپیروتترامات + سیترال pH و ایمیداکلوپراید + سیترال pH دارای تفاوت معنی‌داری بود (جدول ۱). در ۱۴ روز پس از سمپاشی تیمار اسپیروتترامات با ۹۲/۶ درصد کاهش جمعیت تخم موثرترین حشره‌کش بود، گرچه تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها به‌جز ایمیداکلوپراید نداشت و تیمار ایمیداکلوپراید با ۷۵/۰۸ درصد کاهش جمعیت تخم کم‌ترین تاثیر را روی کاهش جمعیت تخم داشت اما از نظر تاثیر با همه تیمارها به‌جز اسپیروتترامات در یک گروه آماری قرار گرفت. در زمان استفاده از این حشره‌کش‌ها به همراه مواد کاهنده اسیدیته، در روز ۲۱ پس از سم‌پاشی، درصد تاثیر تیمار اسپیروتترامات بر کاهش جمعیت تخم تا حدودی نسبت به سایر تیمارها بیش‌تر بود، اما معنی‌دار نبود. در ۲۸ روز پس از سم‌پاشی، براساس آزمون توکی همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. میانگین درصد تاثیر تیمارهای مختلف بر کاهش جمعیت تخم از ۵۶/۲۲ تا ۷۲/۱۶ درصد متغیر بود (جدول ۱).

درصد تاثیر تیمارهای مختلف بر کاهش جمعیت پوره‌ی پسیل معمولی پسته

نتایج نشان داد که درصد تاثیر تیمارهای مختلف حشره‌کش روی کاهش جمعیت پوره‌ی پسیل معمولی پسته در سه روز ($F_{5,15}$= 9.93, P= 0.0002, CV= 6.91)، هفت روز ($F_{5,15}$= 12.09, P< 0.0001, CV= 3.67)، ۱۴ روز ($F_{5,15}$= 8.19, P= 0.0007, CV= 6.34)، ۲۱ روز ($F_{5,15}$= 3.51, P= 0.026, CV= 7.06) و ۲۸ روز ($F_{5,15}$= 2.74, P= 0.049, CV= 7.89) پس از سم‌پاشی، معنی‌دار بود (جدول ۲).

تیمار ایمیداکلوپراید + رکتیفایر با ۹۰/۱۳ درصد تاثیر در کاهش جمعیت پوره، موثرترین حشره‌کش و تیمار ایمیداکلوپراید با ۶۵/۴۴ درصد تاثیر در کاهش جمعیت پوره‌ی آفت ضعیف‌ترین حشره‌کش در روز سوم پس از سم‌پاشی بود. هفت روز پس از سم‌پاشی، بیش‌ترین درصد تاثیر در کاهش جمعیت پوره مربوط به تیمار ایمیداکلوپراید + رکتیفایر به‌میزان ۹۳/۲۳ درصد بود و کم‌ترین درصد کاهش جمعیت پوره‌ی پسیل معمولی پسته در تیمارهای اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید به‌ترتیب با ۸۱/۱۶ و ۷۸/۵۲ درصد مشاهده شد که با دیگر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری بودند (جدول ۲).

تیمار اسپیروتترامات + سیترال با ۹۷/۱ درصد تاثیر در کاهش جمعیت پوره، موثرترین حشره‌کش بود، درحالی‌که تیمار ایمیداکلوپراید با ۷۴/۰۸ درصد تاثیر در کاهش جمعیت پوره، کم‌ترین تاثیر را در روز ۱۴ پس از سم‌پاشی روی کاهش جمعیت پوره داشت.

در بین همه‌ی تیمارهای مورد استفاده، تیمار اسپیروتترامات + سیترال با ۹۲/۸۸ درصد تاثیر در کاهش جمعیت پوره، موثرترین تیمار و تیمار ایمیداکلوپراید با مقدار ۷۶/۴۷ درصد تاثیر، کم اثرترین حشره‌کش روی کاهش جمعیت پوره‌ی در روز ۲۱ پس از سم‌پاشی بود. در ۲۸ روز پس از سم‌پاشی، بیش‌ترین و کم‌ترین درصد تاثیر بر کاهش جمعیت پوره مربوط به حشره‌کش اسپیروتترامات + رکتیفایر با مقدار ۷۶/۵۷ درصد و تیمار ایمیداکلوپراید با مقدار ۶۳/۰۳ درصد بود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین درصد تاثیر (± خطای معیار) تیمارهای مختلف حشره‌کش بر کاهش جمعیت پوره پسیل معمولی پسته *A. pistaciae* در روزهای مختلف بعد از سم‌پاشی

Table 2- Mean percentage efficiency (± SE) of different treatments on nymph population of *A.pistaciae* at different days after spraying.

Treatment	Days after treatment				
	3	7	14	21	28
Spirotetramat	71.58±2.88^{bc}	81.16±0.39^{c}	88.51±1.43^{ab}	82.77±3.15^{ab}	71.28±2.13^{ab}
Spirotetramat + Rectiphier	76.21±2.07^{bc}	90.21±1.1^{ab}	89.68±3.36^{ab}	85.1±2.88^{ab}	76.57±1.21^{a}
Spirotetramat + Citral	73.34±1.33^{bc}	85.23±1.1^{bc}	97.1±0.83^{a}	92.88±2.1^{a}	73.68±2.07^{ab}
Imidacloprid	65.44±4.48^{c}	78.52±1.28^{c}	74.08±2.44^{c}	76.47±4.88^{b}	63.03±4.48^{b}
Imidacloprid + Rectiphier	90.13±3.21^{a}	93.23±0.79^{a}	81.83±4.01^{bc}	82.65±1.93^{ab}	68.9±3.88^{ab}
Imidacloprid + Citral	77.76±1.76^{b}	85.26±2.95^{bc}	84.52±2.53^{bc}	80.16±2.12^{ab}	72.16±2.84^{ab}

The means followed by different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test)

بحث

تغییرات اسیدیته آب به بالاتر از هفت موجب هیدرولیز قلیایی برخی حشره‌کش‌ها و در نتیجه کاهش تاثیر آن‌ها می‌شود. این تغییرات به‌دلیل شکسته شدن مولکول‌های تشکیل دهنده حشره‌کش به مولکول‌های کوچک‌تر و ترکیب آن‌ها با مولکول‌های بیشتری از آب می‌باشد. آب‌های قلیایی ذرات حشره‌کش را شکسته، در نتیجه واکنش‌های ناخواسته‌ای انجام شده که ممکن است ترکیبات ایجاد شده جدید خاصیت حشره‌کشی یا کنه‌کشی مناسب نداشته باشند و منجر به کاهش تاثیر عملیات سم‌پاشی شوند. هرچند برخی از حشره‌کش‌ها نیز ممکن است دستخوش هیدرولیز اسیدی شده که در اسیدیته پایین‌تر از هفت اتفاق می‌افتد (Deer and Beard, 2001). به‌طورکلی جذب بالاتر ترکیب‌های شیمیایی توسط گیاهان در اسیدیته پایین آب، به‌دلیل حفظ بیش‌تر ساختار مولکولی ترکیب است (Matocha et al., 2006). قلیاییت آب‌ها به دلیل وجود کربنات‌ها، بی‌کربنات‌ها، هیدروکسیدها و فسفات‌ها است. در بین این مواد، کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها نقش عمده‌ای در قلیاییت آب‌ها ایفا می‌کنند. اگر غلظت یون بی‌کربنات (HCO_3^-) در آب از ۵۰۰ قسمت در میلیون تجاوز نماید، فعالیت برخی حشره‌کش‌ها کاهش می‌یابد. استفاده از فعال‌کننده‌های سطح و مواد افزودنی باعث اصلاح کیفیت آب، اثرگذاری بیش‌تر سم‌پاشی و کاهش مصرف حشره‌کش می‌شود (Petroff, 2000; Brown, 2001). در یک پژوهش، از نمونه آب‌های مناطق پسته‌خیز با سختی کل متفاوت (از ۴۱۰ تا ۷۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و هدایت الکتریکی متفاوت (از ۱/۴ تا ۲۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) برای سنجش میزان پایداری امولسیون حشره‌کش‌های تیودان، اتیون، تفلوبنزورون + فوزالون و آمیتراز استفاده شد. نتایج نشان داد که اولین علائم ناپایداری امولسیون حشره‌کش‌های ذکر شده به‌ترتیب در سختی‌های کل آب ۱۸۵۰، ۱۳۵۰، ۲۲۰۰، ۱۷۵۰، ۹۵۰، ۶۰۰ و ۱۱۷۰ میلی‌گرم بر لیتر، مشاهده شد. امولسیون این حشره‌کش‌ها به‌ترتیب در سختی‌های کل آب ۲۹۵۰، ۴۰۵۰، ۴۰۵۰، ۴۰۵۰، ۲۳۷۰، ۲۳۷۰، ۵۳۲۵ و ۱۱۷۰ میلی‌گرم بر لیتر و بالاتر همگی ناپایدار بودند. همچنین در آب‌های با هدایت الکتریکی بیش‌تر، میزان ناپایداری این حشره‌کش‌ها افزایش یافت (Basirat et al., 2007). همچنین رابطه بین سختی کل آب (۸۹/۴، ۶۴۳/۶، ۱۲۹۰/۴ و ۱۸۶۲/۷ میلی‌گرم بر لیتر) و

www.SID.ir

Archive of SID

درصد تاثیر حشره‌کش اسپیروتترامات روی پوره پسیل معمولی پسته نشان داد که با افزایش سختی کل آب درصد تاثیر این حشره‌کش روی پوره پسیل کاهش یافت. بیشترین درصد تاثیر مربوط به تیمار استفاده از آب با سختی کل ۸۹/۳۶ میلی‌گرم بر لیتر برای کاربرد حشره‌کش اسپیروتترامات بود که با تیمار استفاده از آب با سختی کل ۶۴۳/۶ میلی‌گرم بر لیتر برای سم‌پاشی این حشره‌کش اختلاف معنی‌دار نداشت. کم‌ترین درصد تاثیر هم در تیمار استفاده از آب با سختی کل ۱۸۶۲/۷۲ میلی‌گرم بر لیتر برای سم‌پاشی این حشره‌کش مشاهده شد که با تیمار استفاده از آب با سختی کل ۱۲۹۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر برای سم‌پاشی حشره‌کش اسپیروتترامات اختلاف معنی‌دار نداشت (Tahami, 2016).

براساس نتایج این پژوهش استفاده از ترکیب‌های کاهنده اسیدیته آب به‌همراه حشره‌کش‌ها، حداقل تا یک هفته بعد از سم‌پاشی، تاثیر آن‌ها را افزایش داد. البته همان‌طوری که ذکر گردید در اغلب تاریخ‌های نمونه‌برداری ترکیب‌های کاهنده اسیدیته (سیترال pH و رکتیفایر)، تاثیر حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و اسپیروتترامات را افزایش ندادند. این نتیجه نشان می‌دهد که حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و اسپیروتترامات نسبت به اسیدیته هفت حساس نیستند. به‌عبارتی در اسیدیته خنثی خواص خود را حفظ کرده و هیدرولیز نمی‌شوند و به‌خوبی زمانی که کاهنده اسیدیته اضافه گردیده و اسیدیته آب را به حدود شش رسانده عمل کرده‌اند. در تحقیق‌های زیادی به هیدرولیز ترکیبات حشره‌کش در اسیدیته‌های خنثی و قلیایی و پایداری آن‌ها در اسیدیته اسیدی اشاره گردیده است (Aly and Badawy, 1982; Chapman and Harris, 1984; Al-Mughrabi et al., 1992; Jarvis et al., 1998; Devkota et al., 2016). گزارش شده است که حشره‌کش فوکسیم در اسیدیته ۹ و ۴ به‌ترتیب ۸۵ و ۴۱ درصد هیدرولیز می‌شود (Gatidou and Iatrou, 2011). بنابراین در این تحقیق هم اگر اسیدیته ۸ و بالاتر بود میزان هیدرولیز حشره‌کش های مورد استفاده مانند تحقیق مذکور به طور تقریبی به نصف کاهش می‌یافت و در نتیجه کارایی آن‌ها بیشتر می‌شد. دلیل دیگر تاثیر کم ترکیب‌های کاهنده اسیدیته برای افزایش کارایی حشره‌کش‌های مورد استفاده، می‌تواند نیاز به استفاده از غلظت‌های بیش‌تر ترکیب‌های سیترال pH و رکتیفایر برای بالا بردن بازده کاربرد حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و اسپیروتترامات در کاهش جمعیت تخم و پوره پسیل معمولی پسته باشد. گزارش شده است که افزایش غلظت ترکیبات فعال‌کننده سطح غیریونی از جمله صابون سیترال (غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و اکتیواتور سیترال (غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام) به‌همراه اسپیروتترامات روی پسیل معمولی پسته باعث افزایش تاثیر این حشره‌کش و افزایش درصد تلفات شده است (Alipour et al., 2018).

بنابراین، اگر میزان اسیدیته آب کم‌تر از شش شده بود، شاید نقش این ترکیبات کاهنده اسیدیته بهتر مشخص می‌شد. در نتیجه پایداری فرمولاسیون اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید بیشتر حفظ شده و تعداد بیشتری از جمعیت تخم و پوره آفت را کاهش می‌دادند. به‌طوری‌که در پژوهشی ثابت شد که حشره‌کش آزادیراختین در محلول‌هایی که حالت اسیدی کمی دارند، مانند اسیدیته چهار و شش آب، در دمای اتاق کاملاً پایدار است، اما در آب‌هایی که به‌شدت اسیدی یا کمی قلیایی هستند، ثبات نداشته و هیدرولیز شده و فعالیت حشره‌کشی خود را از دست می‌دهد (Jarvis et al., 1998). همچنین گزارش شده است که حشره‌کش فوکسیم در اسیدیته چهار نسبت به اسیدیته هفت و نه، کمترین هیدرولیز را داشته است (Gatidou and Iatrou, 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده است که کاربرد علف‌کش سافلوفناسیل[1] در آب با اسیدیته چهار نسبت به کاربرد آن در اسیدیته هفت آب، جمعیت علف‌هرزهای *Ambrosia trifida* L. و *Chenopodium album* L. را ۵۶ درصد بیش‌تر کاهش داده است (Roskamp et al., 2013). همچنین بررسی تاثیر چهار نوع آب با اسیدیته مختلف شامل آب چاه (اسیدیته ۸/۳۸)، آب مقطر (اسیدیته ۶/۲)، آب چاه حاوی فسفریک اسید (اسیدیته ۶) و آب چاه حاوی پروپیونیک اسید (اسیدیته ۶) روی هیدرولیز سایپرمترین نشان داد که بیشترین هیرولیز سایپرمترین ۲۴ ساعت بعد از تیمار در آب چاه اتفاق افتاد. سایپرمترین در آب مقطر با سرعت به نسبت کندتری تجزیه شد. اما تجزیه کمی در آب حاوی فسفریک اسید و پروپیونیک اسید بعد از گذشت یک، چهار و ۲۴ ساعت مشاهده شد. این محققین اشاره کردند که اسیدیته بیش از شش، ثبات سایپرمترین را کاهش داد و قبل از استفاده از آن، باید با کاربرد ترکیبات ذکر شده، اسیدیته آب روی شش تنظیم شود (Al-Mughrabi et al., 1992). همچنین بررسی میزان هیدرولیز کروکران[2]، برومofوس[3] و فنیتروتیون[4] در اسیدیته‌های مختلف نشان داد که این حشره‌کش‌ها در آب‌های اسیدی به نسبت باثبات‌تر هستند، اما با افزایش اسیدیته ثبات آن‌ها کاهش یافت (Aly and Badawy, 1982).

بررسی هیدرولیز حشره‌کش فوکسیم در آب‌های با اسیدیته چهار، هفت و نه نشان داد که این حشره‌کش در تمامی اسیدیته‌ها بی ثبات است. البته میزان هیدرولیز فوکسیم با افزایش اسیدیته بیش‌تر شد. به‌طوری‌که میزان تجزیه آن از ۴۱ درصد (اسیدیته چهار) تا ۸۵ درصد (اسیدیته نه) متغیر بود و نیمه عمر آن از ۱۰ ساعت (اسیدیته نه) تا ۲۰۴ ساعت (اسیدیته چهار) ثبت شد (Gatidou and Iatrou, 2011). شاید میزان هیدرولیز ترکیبات مورد استفاده در این تحقیق نیز چه در کاربرد به تنهایی و چه در کاربرد با ترکیب کاهنده اسیدیته، تقریبا به یک میزان بوده و مانند فوکسیم در اسیدیته‌های مختلف میزان خاصی از ناپایداری را داشته باشند و به همین دلیل اضافه نمودن آن‌ها تاثیری بر افزایش معنی‌دار کارایی حشره‌کش نداشته است. در برخی موارد نقش عوامل زنده در تجزیه حشره‌کش از نقش اسیدیته مهم‌تر است، به طوری‌که روی پایداری ۱۲ حشره‌کش در یک تحقیق که انجام شد، نشان داد که د.د.ت، لیندین و پاراتیون سریع‌تر از بقیه حشره‌کش‌ها در آب معمولی هیدرولیز شدند. اما حشره‌کش‌های مذکور در آب مقطر و آب معمولی استریل شده و آب مقطر استریل شده پایدارتر بودند که نشان دهنده نقش عوامل بیولوژیکی در تجزیه این حشره‌کش‌ها بوده و در این میان نقش تجزیه شیمیایی ترکیبات کلره خیلی جزئی بود. در بررسی مذکور، چهار حشره‌کش دیلدرین، اندرین، اتیون و لپتوفوس با ثبات‌ترین ترکیبات در آب‌های مختلف بودند. اما سایر حشره‌کش‌های فسفره (کلرپیریفوس، دیازینون، مونیفوس) و دو حشره‌کش کاربامات (کربوفوران، کاربریل) در هر چهار نوع آب ناپایدار بودند که نشان‌دهنده اهمیت تجزیه شیمیایی آن‌ها نسبت به تجزیه بیولوژیکی است. این محققین ثابت کردند که پایداری ترکیبات حشره‌کش در محیط، ارتباطی به ساختار شیمیایی آن‌ها ندارد (Sharom et al., 1980). بنابراین ممکن است حشره‌کش‌های مورد استفاده در تحقیق ما نیز هر یک از این رفتارها را داشته باشند که نیاز به تحقیقات گسترده در رابطه با تجزیه بیولوژیکی، شیمیایی، میزان پایداری در اسیدیته های مختلف و ... دارد.

اندازه‌گیری نیمه‌عمر حشره‌کش‌های کاربامات و فسفره در اسیدیته ۴/۵ تا ۸ نشان داد که نیمه عمر این حشره‌کش‌ها

1- Saflufenacil
2- Crucron
3- Bromophos
4- Fenitrothion

www.SID.ir

Archive of SID

در اسیدیته هشت بسیار کمتر از سایر اسیدیته‌ها بود. تغییرات نیمه عمر بین اسیدیته ۴/۵ تا ۸ بیش از ۱۰۰۰ برابر برای حشره‌کش‌های آریل کاربامات شامل کربوفوران[1]، کاربارایل[2] و اگزایم کاربامات اگزامایل[3] و حشره‌کش فسفره تری‌کلروفن[4] بود. اما نیمه عمر فوریت[5]، تربوفوس[6]، هپتاکلر[7]، فن‌سولفوتیون[8] و آلدیکارب به‌میزان کمتری تحت تاثیر تغییرات اسیدیته قرار گرفت. نیمه عمر در اسیدیته هشت از یک تا دو روز برای تری‌کلروفن و اگزامایل و تا بیش از یک سال برای فن‌سولفوتیون و سایپرمترین متغیر بود. این تغییرات نشان دهنده رفتارهای بسیار متفاوت حشره‌کش‌ها در اسیدیته‌های مختلف است. اما به‌طورکلی اکثر آن‌ها در اسیدیته بالا هیدرولیز می‌شوند (Chapman and Cole, 1982). لذا ممکن است حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید نیز رفتارهای متفاوتی در اسیدیته‌های مختلف داشته باشند گرچه در اسیدیته شش و هفت به‌جز چند مورد، رفتار تقریبا یکسانی نشان دادند. همچنین تحقیقات نشان داده است که جذب حشره‌کش‌ها به داخل برگ‌های برخی گیاهان می‌تواند تحت تاثیر اسیدیته حامل حشره‌کش قرار بگیرد (Matocha and Senseman, 2007).

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب‌های کاهنده اسیدیته (رکتیفایر و سیترال pH) می‌توانند پتانسیل مناسبی در افزایش کارایی حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید برای کنترل پسیل معمولی پسته داشته باشند. اما در این رابطه نیاز به تحقیق‌های بیشتر و گسترده‌تری است، به‌طوری‌که تاثیر این ترکیب‌ها در اسیدیته‌های مختلف آب مصرفی و همچنین در غلظت‌های متفاوت ترکیب‌های کاهنده اسیدیته (رکتیفایر و سیترال pH) مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رفسنجان برای تامین هزینه‌های این پژوهش قدردانی می‌گردد.

1- Carbofuran
2- Carbaryl
3- Oxamyl
4- Trichlorfon
5- Phorate
6- Terbufos
7- Heptachlor
8- Fensulfothion

www.SID.ir

Archive of SID

REFRENCES

Alipour, A. Alizade, A. and Abbaszadeh, M. 2018. The effects of citral soap and citral activator of nonionic surfactants on spirotetramat insecticide against *Agonoscena pistaciae* in Rafsanjan. Pistachio and Health Journal, 1 (3): 27-32

Al-Mughrabi, K. I., Nazer, I. K., and Al-Shuraiqi, Y. T. 1992. Effect of pH of water from the King Abdallah Canal in Jordan on the stability of cypermethrin. Crop Protection, 11(4): 341-344.

Aly, O. A., and Badawy, M. I. 1982. Hydrolysis of organophosphate insecticides in aqueous media. Environment International, 7(6): 373-377.

Amirghasemi, T. and Soozani, J. 2008. Pistachio or green gold of Iran (planting, growing, harvesting). Agricultural and Natural Resources Engineering Organization Press, Tehran, Iran. P. 177. (In Farsi).

Basirat, M., Tajbakhsh, M. R., and Hosseinifard, S. J. 2007. Effect of the water quality on the emulsion stability of the common pesticides in pistachio orchards of Kerman province. Final report of research project of pistachio research center. 48 pp. (In Farsi with English abstract).

Brown, K. 2001. Environmental impact on herbicide performance. Proceedings of 2nd Annual Manitoba Agronomists Conference. pp. 155-158. University of Manitoba, Winnipeg, Canada. Available on: http://www. umanitoba.ca/faculties/afs/MAC_proceedings/2001/pdf/ brown.pdf; 30.06.2015.

Chapman, R. A. and Cole, C. M. 1982. Observations on the influence of water and soil pH on the persistence of insecticides. Journal of Environmental Science and Health Part B, 17(5): 487-504.

Chapman, R. A. and Harris, C. 1984. The chemical stability of formulations of some hydrolyzable insecticides in aqueous mixtures with hydrolysis catalysts. Journal of Environmental Science and Health Part B, 19(4-5): 397-407.

Deer, H. M. and Beard, R. 2001. Effect of water pH on the chemical stability of pesticides. AG/Pesticides 14: 1-4.

Devkota, P., Spaunhorst, D. J., and Johnson, W. G. 2016. Influence of carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate on mesotrione efficacy. Weed Technology, 30(3): 617-628.

Farran, A., De Pablo, J. and Barceló, D. 1988. Identification of organophosphorus insecticides and their hydrolysis products by liquid chromatography in combination with UV and thermospray-mass spectrometric detection. Journal of Chromatography A, 455: 163-172.

www.SID.ir

Archive of SID

Gatidou, G., and Iatrou, E. 2011. Investigation of photodegradation and hydrolysis of selected substituted urea and organophosphate pesticides in water. Environmental Science and Pollution Research, 18(6): 949-957.

Green, J. M. and Cahill, W. R. 2003. Enhancing the biological activity of nicosulfuron with pH adjusters. Weed Technology, 17(2): 338-345.

Green, J. M. and Hale, T. 2005. Increasing the biological activity of weak acid herbicides by increasing and decreasing the pH of the spray mixture. Journal of ASTM International, 2(6): 1-10.

Hassani, M.R., Nouri-Ganbalani, G., Izadi, H., Shojai, M., and Basirat, M. 2009. Economic injury level of the psyllid, *Agonoscena pistaciae*, on pistachio, *Pistacia vera* cv. Ohadi. Journal of Insect Science, 9(1): 1-4.

Henderson, C. F. and Tilton, E. W. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48(2): 157-161.

Jamalizadeh, M. 2011 .The effect of pH on efficiency of used insecticides in pistachio orchard. https://mjamalizadeh.persianblog.ir/DvErXe41EYCa5bAY4q1y.

Jarvis, A. P., Johnson, S., and Morgan, E. D. 1998. Stability of the natural insecticide azadirachtin in aqueous and organic solvents. Pest Management Science, 53(3): 217-222.

Matocha, M. A. and Senseman, S. A. 2007. Trifloxysulfuron dissipation at selected pH levels and efficacy on palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). Weed Technology, 21(3): 674-677.

Matocha, M. A., Krutz, L. J., Senseman, S. A., Koger, C. H., Reddy, K. N., and Palmer, E. W. 2006. Spray carrier pH effect on absorption and translocation of trifloxysulfuron in Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and Texasweed (*Caperonia palustris*). Weed Science, 54(6): 969-973.

Mehrnejad, M. 2002. Pistachio psylla and other important psylla of Iran. Ministry of Agriculture and Agricultural Research, Education and Extension Organization, 102 pp. (In Farsi with English abstract).

Mehrnejad, M. 2014. Pistachio pests, natural enemies and control methods. Sepehr publication. P. 271. (In Farsi).

Panahi, B., Basirat, M. and Hosseinifard, S. J. 2013. The effect of liquid detergent on common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, soil and plant. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6(12): 794-807.

www.SID.ir

Archive of SID

Petroff, R. 2000. Water quality and pesticide performance. From www.scarab.msu.montana.edu.

Roskamp, J. M., Turco, R. F., Bischoff, M., and Johnson, W. G. 2013. The influence of carrier water pH and hardness on saflufenacil efficacy and solubility. Weed Technology, 27(3): 527-533.

Rotich, H. K., Zhang, Z., Zhao, Y. and Li, J. 2004. The adsorption behavior of three organophosphorus pesticides in peat and soil samples and their degradation in aqueous solutions at different temperatures and pH values. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 84(4): 289-301.

Sharom, M. S., Miles, J. R. W., Harris, C. R. and McEwen, F. L. 1980. Persistence of 12 insecticides in water. Water Research, 14(8): 1089-1093.

Tahami, S. E. 2016. Effect of Spirotetramat with different hardness of water on common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Aphalaridae) under field conditions. M. Sc. Thesis, Islamic Azad University, Marvdasht Branch, Marvdasht, Iran. (In Farsi with English abstract).

Talebi Jahromi, Kh. 2011. Pesticides toxicology. Tehran University Press. P. 492. (In Farsi).

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of water pH on efficiency of spirotetramat and imidacloprid against *Agonoscena pistaciae* under field conditions

B. Moradi[1], Z. Sheibani Tezerji[2*] and M. Basirat[3]

1. M.Sc. Student, Department of Entomology, Rafsanjan Branch**,** Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran
2. ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Entomology, Rafsanjan Branch**,** Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran (zsheibani2001@yahoo.com)
3. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

(DOI): 10.22055/PPR.2019.15286

Received: 20 July 2019 Accepted: 1 January 2020

Abstract

Background and Objectives

Water pH is one of the most important factors that affects the inefficiency of insecticides against the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae), as the most important pest in Iran's pistachio orchards.

Materials and Methods

In this study, the effect of insecticides including spirotetramat (Monvento® SC 10%) and imidacloprid (Confidor® SC 35%) and pH reducing agents, such as Rectiphier® and Citral pH®, on the reduction of population density of eggs and nymphs of common pistachio psyllid were investigated under field conditions. The experiment was carried out as randomized complete block design with four replications. The samplings were done one day before and 3, 7, 14, 21 and 28 days after spraying.

Results

The results indicated that adding Rectiphier and Citral pH to the insecticides had no significant effect on increasing the efficacy of spirotetramat and imidacloprid on eggs population of pistachio psyllid, and only on 7 days after spraying, adding of Rectiphier to imidacloprid significantly increased the efficiency of the insecticide, and reduced the amount of oviposition of *A. pistaciae* (91.58%). The results of the effect of different treatments on nymphs population density of *A. pistaciae* showed that the effect of insecticides + pH reducing agents was more than application of insecticides alone, but their effect was not significant, and only on 3 and 7 days after spraying, Rectiphier significantly increased the effect of imidacloprid. The reduction of nymphal population densities in imidacloprid + Rectiphier treatment were 90.13% and 93.23%, on those sampling dates, respectively.

Discussion

PH reducers (Rectifier and Citral pH) could have the potential to increase the efficacy of spirotetramate and imidacloprid or other insecticides to control *A. pistaciae* and produce healthy crops, reduce costs, environmental hazards and side-effects on natural enemies and to minimize application of chemical insecticides. However, more research is needed

www.SID.ir

Archive of SID

with regard to the effect of different compounds of pH reducer, different concentrations of those compounds and also the effect of these compounds on different water pH.

Keywods: *Spirotetramat, Imidacloprid, Buffer, Rectiphier, Citral pH, Water quality, Hydrolysis.*

www.SID.ir