Archive of SID

Iranian Journal of Plant Protection Science
Vol 50, No 2, Autumn & Winter 2019-2020 (177-185)
DOI: 10.22059/ijpps.2019.248323.1006820

دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸ (ص۱۸۵-۱۷۷)

تأثیر کیفیت آب بر شاخص‌های پایداری حشره‌کش‌های کلرپایریفوس (EC 40.8%) و ایمیداکلوپرید (SC 35%)

متانت نجفی[1]، احمد حیدری[2*]، محمدرضا تاجبخش[3] و حسین نوری[4]

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲ و ۳. دانشیار و کارشناس، بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

٤. دانشیار، بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۸)

چکیده

آب به‌عنوان حامل مهم در محلول پاشی آفت‌کش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب می‌تواند بر شاخص‌های کنترل کیفی و کارایی انواع آفت‌کش‌ها مؤثر باشد. بر این اساس بررسی خصوصیات آب مناطق مختلف کشور و تأثیر آن بر کیفیت محلول‌های سمی بسیار ضروری است. در این تحقیق یازده نمونه آب از استان‌های مازندران، فارس، اصفهان، مرکزی، گیلان، قزوین، کرمان (از دو منطقه)، خراسان رضوی، یزد و تهران جمع‌آوری شد و تأثیر خصوصیاتی مانند سختی، pH و هدایت الکتریکی آنها بر شاخص‌های پایداری فرمولاسیون‌های دو حشره‌کش کلرپایریفوس و ایمیداکلوپراید مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بررسی سختی آب نشان داد نمونه آب از منطقه کرمان با ppm ۲۲۵۵ و منطقه شیراز با ppm ۷٤٤ دارای بالاترین میزان سختی و نمونه آب منطقه گیلان با ppm ٦۰ کمترین درجه سختی را دارا بودند. بررسی پایداری امولسیون کلرپایریفوس در نمونه‌های آب نشان داد در مناطق قزوین، گیلان و خراسان رضوی با سختی آب پایین، کرمینگ نیز در محلول سمی تشکیل نشد در حالیکه در مناطق با سختی بالا مانند نمونه‌های آب کرمان، شیراز و یزد، میزان کرمینگ بالا بود. پایداری تعلیق سوسپانسیون ایمیداکلوپراید در نمونه‌های آب در مقایسه با حد استاندارد نشان داد پایداری ایمیداکلوپراید در نمونه آب کرمان، شیراز و یزد غیر قابل قبول و در نمونه‌های آب سایر مناطق قابل قبول بود.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته آب، حشره‌کش، سختی آب، کنترل کیفی.

Investigation on the effects of water quality on chlorpyriphos (EC 40.8%) and imidacloprid (SC 35%) stability indexes

Metanat Najafi[1], Ahmad Heidari[2*], Mohammad Reza Tajbakhsh[3] and Hossein Noori[4]

1. Former M. Sc. Student, Department of Pesticide Researches, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran
2. Associate Professor and Expert, Department of Pesticide Researches, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran
4. Associate Professor, Department of Pesticide Researches, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran

(Received: Apr. 7, 2018 - Accepted: Jun. 8, 2019)

ABSTRACT

Water is an important carrier for pesticide spraying. Physical and chemical properties of water can affect the quality control indexes and the efficiency of diluted pesticides. So, the study of the water characteristics in different regions of the country is very important. For this purpose, water samples from Mazandaran, Fars, Isfahan, Markazi, Guilan, Qazvin, Kerman (two regions), Khorasan Razavi, Yazd and Tehran provinces were collected. The effects of water hardness, pH and electrical conductivity (ec) on the quality control of two insecticides chlorpyrifos (EC 40.8%) and imidacloprid (SC 35%) as prevalent and highly-consumption formulations in the country were studied. The results of water hardness test showed that water sample from Kerman with 2255 ppm and then the water of Fars with 744 ppm had the highest hardness and sample of water in Guilan region with 60 ppm had the lowest degree of hardness in water tested areas. The emulsion stability of chlorpyrifos in water samples from Qazvin, Guilan and Khorasan Razavi (with low water hardness), showed no creaming, while in provinces which hardness was high, including Kerman, Fars and Yazd, creaming at diluted insecticides were high. The suspensibility of imidacloprid in water samples showed that suspension in water from Kerman, Fars and Yazd samples was unacceptable and suspensions from the other areas were acceptable.

Keywords: Insecticides, quality control, water hardness, water pH.

* Corresponding author E-mail: Heidari419@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عوامل مختلفی بر کارایی سموم در کنترل آفات تأثیر می‌گذارند. یکی از این عوامل، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مورد استفاده برای تهیه محلول سمی است (Devkota, 2116). در این میان شاخص‌هایی مانند سختی، pH و هدایت الکتریکی آب مورد استفاده برای تهیه محلول سمی اهمیت زیادی دارد.

غلظت مواد معدنی موجود در آب مانند کلسیم، منیزیم و آهن، بر کیفیت آب بسیار تأثیر گذار است. از نظر فنی سختی آب به میزان مجموع یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب اتلاق می‌گردد، هر چه غلظت این مواد و مواد معدنی مشابه بیشتر باشد، سختی آب به همان میزان بیشتر است. در مقابل، آب سبک به آبی اتلاق می‌گردد که در آن یون‌های کلسیم و منیزیم با یون‌های سدیم یا پتاسیم جایگزین می شود.

سختی آب بر دو نوع است: سختی کربناته و سختی غیرکربناته. برخی املاح دیگر نظیر آهن، منگنز، آلومینیوم، باریوم، استرانسیم و روی که به ندرت در آب یافت می‌شود، می‌توانند سختی آب را بالا ببرند ولی در هر حال سختی کل مربوط به غلظت کاتیون‌های کلسیم و منیزیم است. چنان‌چه املاح این کاتیون‌ها به‌صورت کربنات و بی‌کربنات باشد به آن سختی کربناته و اگر به‌صورت سولفات، کلراید، نیترات، فسفات و ... باشند به آن سختی غیرکربناته می‌گویند. سختی بر حسب میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر بیان می‌شود. وقتی سختی از لحاظ عددی بزرگ‌تر از مجموع قلیاییت کربنات و بی‌کربنات باشد مقدار سختی برابر است با قلیاییت کل و سختی کربناته نامیده می‌شود و اگر مقدار سختی بیش از این باشد سختی غیرکربناته نامیده می‌شود. سختی را می‌توان به‌کمک تکنیک‌های اسپکتروفتومتری و یا تیتراسیون شیمیایی، که برای تعیین مقادیر یون‌های کلسیم و منیزیم در یک نمونه خاص انجام می‌گیرد، اندازه‌گیری کرد. این مقدار می‌تواند از صفر تا چند صد و یا حتی چندین هزار قسمت در میلیون تغییر نماید. اگرچه حد قابل‌قبول سختی بر طبق عادت یا حساسیت مصرف‌کننده تغییر می‌کند ولی در اغلب استانداردها، مقدار حداکثر ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای آب آشامیدنی توصیه می‌شود (Burgess, 2003).

شاخص‌های ساده‌ای برای نشان‌دادن سختی آب وجود دارد که از جمله آن می‌توان به کف‌نکردن صابون در آب و یا لکه‌های روی شیشه و یا سطح برگ پس از تبخیر آب اشاره کرد. واحد اندازه‌گیری سختی آب ppm یا تعداد دانه‌ها در گالن است[1]. با توجه به شاخص سازمان بهداشت جهانی هر آبی که مواد معدنی درون آن بالاتر از ۳۴۲ ppm باشد به آن آب سخت اطلاق می‌گردد.

سختی آب می‌تواند تأثیر منفی بر روی برخی آفت‌کش‌ها داشته باشد. مولکول‌های آفت‌کش با بار منفی به مولکول‌های آهن، کلسیم و منیزیم با بار مثبت در آب سخت می‌چسبند. زمانی‌که مولکول آفت‌کش با یون‌هایی با بار مثبت ترکیب گردد، ویژگی‌های شیمیایی آفت‌کش تغییر می کند (Ford & Tucker, 1974). در این موارد ممکن است قادر نباشد در آب حل شده یا به داخل بافت برگ و یا به مکان فعالیت آفت نفوذ کند. در این موارد عملکرد بیولوژیکی آن مختل شده و در مجموع نمی‌تواند به‌عنوان یک آفت‌کش عمل کند (Hanan & Talbani,1970; Bernards *et al.*, 2005).

شاخص هدایت الکتریکی[2] آب نیز یکی از فاکتورهای تأثیر گذار بر کیفیت آفت‌کش در محلول سمی است. هدایت الکتریکی معیاری از توان آب برای هدایت جریان الکتریکی می‌باشد که این ویژگی با کل غلظت مواد یونیزه شده در آب (یون‌های مثبت و منفی) و دمایی که اندازه‌گیری در آن انجام می‌شود مرتبط می‌باشد. هدایت الکتریکی آب را با دستگاهی به نام کنداکتیویتی متر اندازه‌گیری و براساس واحد میکروموس بر سانتی‌متر گزارش می‌نمایند. با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی می‌توان به کیفیت آب و طبقه‌بندی آن پی برد (FAO, 1974).

اسیدیته یا pH آب نیز یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر کیفیت آفت‌کش‌های محلول در آب است (Green & Cahill, 2003). pH بالا و سختی آب با هم

1. Grains of calcium and magnesium per gallon of water. One grain (65 milligrams) is approximately 17.1 ppm
2. Electrical conductivity

www.SID.ir

Archive of SID

عمل کرده و سبب کاهش اثربخشی آفت‌کش‌ها می‌شود. pH بالا سبب تجزیه آفت‌کش شده و غلظت بالای کاتیون‌ها در این مرحله با عوامل تجزیه‌شده آفت‌کش اتصال برقرار می‌کند که مجموعاً سبب کاهش اثربخشی آفت‌کش روی گیاه هدف خواهد شد. عموماً برای آفت‌کش‌ها pH بین ۷-۴ مناسب است. برخی از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها به هیدرولیز قلیایی حساس هستند (Deer & Beard, 2001).

برخی از گروه‌های حشره‌کش‌ها در محیط‌های آبی قلیایی (دارای pH بالای ۷) از خود نوعی برهمکنش به نام هیدرولیز قلیایی[1] را نشان می‌دهد که موجب کاهش میزان تأثیر ماده مؤثره حشره‌کش می‌گردد (Fishel & Ferrell, 2007). سرعت این هیدرولیز بستگی به ماهیت شیمیایی حشره‌کش، pH مخلوط آب و حشره‌کش و طول مدت زمانی که آفت‌کش در تماس با آب مورد نظر است، دارد. ماهیت قلیایی آب‌ها بیشتر مربوط به یون‌های بی‌کربنات (CO_3^{-2}) و کربنات (HCO_2^{-1}) موجود در آب می‌باشد (Fishel & Ferrell, 2007).

تحقیقات صورت گرفته نشان داده است که میزان نیمه عمر و شدت تجزیه ترکیبات فسفره فسفومت، دیالیفور، دیکاپتون، کلرپیریفوس و پاراتیون به‌شدت تحت تأثیر محیط آبی خود بوده و میزان قلیایی بودن محیط موجب کاهش نیمه عمر و افزایش شدت تجزیه آن می‌شود (Freed *et al.*, 1976).

حساسیت برخی آفت‌کش به pH بالای آب بسیار زیاد است، به‌طوری‌که به‌ازای هر یک درجه افزایش pH میزان شکسته شدن سم ۱۰ برابر افزایش می‌یابد. ترکیبات حشره کش در مقایسه با قارچ‌کش و علف کش نسبت به پدیده هیدرولیز حساس ترند و در میان حشره کش‌ها سرعت هیدرولیز ترکیبات فسفره آلی و کاربامات در آب های قلیایی بیشتر است (Holm & Henry, 2005).

تغییرات اقلیمی و به‌تبع آن کاهش نزولات آسمانی طی چند دهه اخیر موجب شده که کیفیت آب مناطق مختلف کشور دستخوش تغییرات زیادی شده که این تغییرات می‌تواند در زمان تهیه محلول سمی بر شاخص‌های کنترل کیفی و در نتیجه کارایی آفت‌کش‌ها تأثیرگذار باشد. خوشبختانه طی سال‌های اخیر ترکیبات مختلف اصلاح‌کننده کیفیت آب بصورت تجاری وارد بازار شده که می‌توانند در زمان تهیه محلول سمی و در زمان کاربرد آفت‌کش‌ها مورد استفاده قرار گیرند (Gaskin & Holloway, 1992). بر این اساس مطالعه در باره خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب‌های مناطق مختلف کشور و نحوه تأثیر آنها بر آفت‌کش‌های مصرفی در راستای مدیریت مصرف بسیار ضروری است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کیفیت آب بر شاخص‌های کنترل کیفی حشره‌کش‌های مورد مطالعه نمونه‌های آب از استان مازندران (شهرستان نور- نمونه برداری از آب شالیزار)، استان فارس (شیراز- آب مزرعه)، استان اصفهان (شاهین شهر- آب مزرعه)، استان مرکزی (مأمونیه- آب چاه مورد استفاده در مزارع)، استان گیلان (املش- آب مزرعه)، استان قزوین (فارسیان- چاه‌آب کشاورزی)، استان کرمان در دو منطقه شامل (کرمان منطقه حسین‌آباد برزگری و آب لوله کشی شهرک که استفاده مزروعی دارد)، استان خراسان رضوی (باخرز روستای چهار طاق)، استان یزد (یزد- چاه آب کشاورزی) و استان تهران (شهریار آب چاه که برای آبیاری زمین های کشاورزی استفاده می‌شود) جمع‌آوری شد.

حشره‌کش‌ها مورد مطالعه شامل کلرپایریفوس (EC 40.8%) و ایمیداکلوپراید (SC 35%) بود. شایان ذکر است که فرمولاسیون EC و SC دو نوع فرمولاسیون رایج در انواع آفت‌کش‌های مصرفی کشور می‌باشند.

برای تهیه آب استاندارد با درجه سختی موردنظر[2] (Standard Water D) از دستورالعمل CIPAC (1970) (MT18.1) استفاده شد. به این منظور مقدار ۰/۴۰۳ گرم نمک $CaCl_2$ و ۰/۱۳۹ گرم نمک $MgCl_2$ در یک لیتر آب مقطر ریخته شد و با هم‌زن شیشه‌ای نمک‌ها در آب به‌طور کامل حل گردید.

1. Alkaline hydrolysis

2. WHO, Standard Hard Water

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین سختی آب

سختی آب مناطق مورد مطالعه به‌روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. تیترکردن از روش‌های تجزیه حجمی است. ابتدا جسم را حل کرده و حجم معینی از محلول را با محلول دیگری که غلظت آن مشخص است (محلول استاندارد) می‌سنجند. در تیتراسیون، محلول استاندارد به‌طور آهسته از یک بورت به محلول حاوی حجم یا وزن مشخص از ماده حل‌شده اضافه می‌شود. افزایش محلول استاندارد آنقدر ادامه می‌یابد تا مقدار آن از نظر اکی‌والان برابر مقدار جسم حل‌شده شود. نقطه اکی‌والان نقطه‌ای است که در آن مقدار محلول استاندارد افزوده شده از نظر شیمیایی برابر با مقدار حجم موردنظر در محلول مجهول است. این نقطه را نقطه پایان عمل از نظر تئوری یا نقطه هم‌ارزی نیز می‌گویند. در عمل تیترکردن، محلول استاندارد را از یک بورت به محلولی که باید غلظت آن اندازه گرفته شود، می‌افزایند و این عمل تا وقتی ادامه دارد که واکنش شیمیایی بین محلول استاندارد و تیترشونده کامل شود. سپس با استفاده از حجم و غلظت محلول استاندارد و حجم محلول تیترشونده، غلظت محلول تیترشونده را حساب می‌کنند.

تعیین EC (هدایت الکتریکی) آب

میزان ec نمونه‌های آب با ec متر اندازه‌گیری شد. بعد از روشن‌کردن دستگاه، الکترود آن با آب مقطر شسته و خشک شد. سپس الکترود با هوا کالیبره شد و با قراردادن الکترود در نمونه آب، EC مربوط به نمونه یادداشت و الکترود مجدد با آب مقطر شست‌وشو گردید. آب مقطر مورداستفاده برای استانداردسازی دارای هدایت الکتریکی پایینی (کمتر از ۰/۱ میکروموس بر سانتی‌متر) در قیاس با نمونه‌های اندازه‌گیری شده بود.

تعیین pH نمونه‌های آب

میزان pH نمونه‌های آب در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران با استفاده از PH متر مدل Consort C830 تعیین شد.

روش کنترل کیفی حشره کش‌های مورد مطالعه

پارامترهای کنترل کیفی هر کدام از حشره‌کش‌های مورد مطالعه، ابتدا با آب استاندارد و سپس با نمونه آب جمع‌آوری‌شده از هر منطقه مطابق روش توصیه‌شده بررسی شد.

تعیین پایداری امولسیونی ۵ درصد کلرپایریفوس (EC 40.8%)

براساس روش (CIPAC: F. MT 36.1) ابتدا درون یک استوانه مدرج با حجم ml ۱۰۰، مقدار ml ۹۵ آب سخت استاندارد ریخته شد سپس ml ۵ از حشره کش کلرپایریفوس با کمک پیپت شیشه ای برداشته و به استوانه اضافه شد. با گذاشتن درپوش، استوانه ۱۰ بار به‌صورت ۱۸۰ درجه تکان داده شد. در نهایت استوانه برای ۳۰ دقیقه، ۲ ساعت، ۲۴ ساعت و سپس نیم ساعت بعد از گذشت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. میزان کرمینگ و رسوب تشکیل شده بعد از گذشت زمان های مذکور یادداشت شد. لازم به توضیح است که بعد از گذشت ۲۴ ساعت استوانه یک بار به‌صورت ۱۸۰ درجه تکان داده شد و مجدداً در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت نیم ساعت قرار گرفت. همین روش کار برای تمامی نمونه‌های آب مناطق مختلف انجام شد.

تست پایداری کف برای حشره‌کش کلرپایریفوس (EC 40.8%) و ایمیداکلوپراید (SC 35%)

برای کلرپایریفوس (EC 40.8%) از روش CIPAC: F. (MT 47.3) (وزن مولکولی ۳۵۰/۶) و برای ایمیداکلوپراید (SC 35%) از روش CIPAC (F, MT 47.2, p: 152) (وزن مولکولی ۲۵۵/۷) استفاده شد. بدین منظور یک گرم از حشره‌کش‌های مورد آزمایش با ml ۹۵ آب سخت استاندارد درون یک استوانه مدرج cc ۱۰۰ مخلوط شد. با گذاشتن درپوش، استوانه را ۳۰ مرتبه به حالت ۱۸۰ درجه تکان داده و سپس بعد از گذشت یک دقیقه میزان کف ایجاد شده اندازه‌گیری شد. این روش کار برای اندازه‌گیری میزان کف در تمامی نمونه‌های آب مناطق مختلف تکرار شد. (حد استاندارد پایداری کف حداکثر ۲۰ میلی‌لیتر بعد از یک دقیقه برای کلرپیریفوس و برای ایمیداکلوپراید مقدار استاندارد حداکثر معادل ۴۰ میلی‌لیتر است).

www.SID.ir

Archive of SID

پایداری تعلیق ایمیداکلوپراید (SC 35%)

براساس روش (CIPAC: K. MT) 184 حدود ۰/۵ گرم از حشره‌کش ایمیداکلوپراید درون یک بشر ۱۰۰cc محتوی مقداری آب سخت ریخته و با کمک هم‌زن شیشه‌ای کاملاً سم در آب حل گردید، محتویات بشر به یک استوانه مدرج ۲۵۰ml منتقل و با آب سخت به حجم رسانده شد. در ادامه با گذاشتن درپوش، استوانه ۳۰ بار به‌صورت ۱۸۰ درجه تکان داده شد. سپس محلول حاصل به‌مدت نیم ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. بعد از گذشت زمان مذکور حدود ۹۰ درصد (۲۲۵ ml) از محلول تخلیه و باقی مانده به درون یک بشر ۵۰ ml که قبلاً وزن شده بود منتقل شد. برای خشک شدن باقی مانده سم، بشر درون انکوباتور در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. در نهایت بعد از خشک‌شدن، بشر مجدداً وزن شد. با داشتن اختلاف وزن دو بشر در دو حالت قبل و بعد و با کمک رابطه (۱) درصد قابلیت تعلیق محاسبه گردید.

رابطه ۱) درصد قابلیت تعلیق =

$$\frac{111 \times \left[\text{وزن نمونه} - \left(\text{وزن اولیه بشر} - \text{وزن ثانویه بشر}\right)\right]}{\text{وزن نمونه}}$$

حد استاندارد پایداری تعلیق حداقل ۹۵ درصد در ۳۰ دقیقه است.

نتایج

نتایج آزمایشات کنترل کیفی نمونه‌های آب

در این تحقیق پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، شامل سختی، pH و هدایت الکتریکی نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف اندازه‌گیری شد (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج بررسی سختی آب نشان داد نمونه آب از منطقه کرمان (کد W-10) با درجه سختی ppm ۲۲۵۵ و بعد از آن آب منطقه شیراز با سختی ppm ۷۴۴ دارای بالاترین و نمونه آب منطقه گیلان با درجه سختی ppm ۶۰ کمترین درجه سختی را در نمونه‌های آب مناطق مورد آزمایش دارا بودند. نمونه آب کرمان دارای بالاترین میزان منیزیم (ppm ۸۶) و نمونه آب گیلان (ppm ۳) دارای کمترین میزان منیزیم بود. نمونه آب کرمان همچنین دارای بالاترین میزان کلسیم (ppm ۷۵۹) و نمونه آب گیلان با (ppm ۱۹) غلظت یون کلسیم دارای کمترین میزان کلسیم بودند.

نتایج بررسی میزان هدایت الکتریکی (EC) در نمونه‌های آب در مناطق مختلف کشور نشان داد (جدول ۲) نمونه آب جمع‌آوری‌شده از منطقه کرمان (کد W-10) با هدایت الکتریکی معادل ۱۱۹۰۰ و شیراز با ec معادل ۲۹۲۰ دارای بالاترین و نمونه آب جمع‌آوری‌شده از گیلان با هدایت الکتریکی معادل ۱۲۹ دارای کمترین هدایت الکتریکی در نمونه‌های آب مورد آزمایش از مناطق مختلف کشور بودند.

از نظر میزان pH در نمونه‌های آب مورد مطالعه، نمونه آب کرمان (کد W-10) با pH معادل ۸/۳، آب منطقه شیراز و یزد به ترتیب با pH ۸/۲ و ۸/۱ دارای بالاترین میزان pH و نمونه آب مازندران با pH ۶/۸ و گیلان با pH ۶/۷ دارای کمترین میزان pH بودند.

جدول ۱. نتایج آزمون سختی، میزان منیزیم و کلسیم در نمونه‌های آب مناطق مختلف ایران

Table 1. The results of hardness, magnesium and calcium concentrations in water samples from different regions of Iran

Sample code	Provinces	Hardness	Mg (ppm)	Ca (ppm)
W-1	Qazvin	128	10	34
W-2	Mazandaran	198	18	49
W-3	Tehran	248	22	63
W-4	Markazi	273	21	75
W-5	Kerman (Hosein Abad)	197	24	39
W-6	Isfahan	238	11	77
W-7	Guilan	60	3	19
W-8	Shiraz	744	55	206
W-9	Khorasan razavi	123	3	44
W-10	Kerman (Shahrak)	2255	86	759
W-11	Yazd	620	60	148

جدول ۲. نتایج اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و pH با دستگاه UV-VIS در نمونه‌های مختلف آب

Table 2. The results of EC and pH measurements in various water samples measured by UV-VIS spectrometer

Sample code	Province	EC (µmhos/cm)	pH
W-1	Qazvin	571	7.9
W-2	Mazandaran	384	6.8
W-3	Tehran	581	7.9
W-4	Markazi	1787	8.2
W-5	Kerman (Hosein Abad)	884	7.7
W-6	Isfahan	960	7.3
W-7	Guilan	129	6.7
W-8	Shiraz	2920	8.2
W-9	Khorasan razavi	251	6.8
W-10	Kerman (Shahrak)	11900	8.3
W-11	Yazd	2270	8.1

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج بررسی تأثیر کیفیت آب بر پارامترهای کنترل کیفی دو نوع فرمولاسیون مورد مطالعه

حشره کش کلرپایروفوس (EC 40.8%)

پارامترهای کنترل کیفی محلول حشره‌کش کلرپایریفوس (40.8 % EC) در نمونه‌های آب مناطق مختلف شامل پایداری امولسیون و میزان کرمینگ اندازه‌گیری شد (جدول ۳). استاندارد FAO برای پایداری محلول امولسیون در فرمولاسیون EC آفت‌کش‌ها، حداکثر ۲ میلی‌لیتر کرمینگ می باشد.

بررسی پایداری امولسیون کلرپایریفوس در نمونه‌های آب مناطق مختلف کشور (جدول ۳) نشان داد در نیم ساعت پس از تهیه محلول امولسیون، در نمونه‌های آب قزوین، گیلان و خراسان رضوی کرمینگ دیده نشد و به‌صورت امولسیون یکنواخت مشاهده گردید. بررسی وضعیت سختی آب نشان می‌دهد که در این مناطق سختی آب پایین است. در نمونه‌های آب از مازندران، تهران، مرکزی، کرمان (حسین‌آباد)، اصفهان، شیراز، کرمان (شهرک) و یزد به‌ترتیب ۰/۵، ۱، ۱، ۰/۵، ۰/۷، ۳، ۹ و ۲/۵ میلی‌لیتر کرمینگ دیده شد. همان‌طورکه مشخص است در نمونه‌های آب مناطق کرمان، شیراز و یزد سختی آب نیز بیشتر است. دو ساعت پس از تهیه محلول امولسیون، در نمونه آب منطقه گیلان (با کمترین سختی) بدون کرمینگ و به‌صورت امولسیون یکنواخت مشاهده شد و در نمونه‌های آب قزوین، مازندران، تهران، مرکزی، کرمان (حسین‌آباد)، اصفهان، شیراز، کرمان (شهرک) و یزد به‌ترتیب ۰/۸، ۱/۳، ۱/۵، ۱/۵، ۱/۳، ۱/۵، ۴/۲، ۰/۶۵، ۹ و ۳/۵ میلی‌لیتر کرمینگ مشاهده شد که ارتباط مستقیمی به‌میزان سختی آب در این مناطق دارد. به‌عبارت دیگر چون میزان سختی آب در مناطق کرمان، شیراز و یزد بالاتر بوده میزان کرمینگ نیز افزایش یافته است. تمامی نمونه‌ها ۲۴ ساعت و ۳۰ دقیقه پس از تهیه محلول امولسیون مورد بررسی قرار گرفتند و فقط نمونه آب گیلان بدون کرمینگ و به‌صورت امولسیون کامل مشاهده شد. شرایط نگهداری نمونه‌ها در زمان‌های مورد اشاره ثابت و در انکوباتور با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بود.

با توجه به حد استاندارد پایداری امولسیون (حداکثر ۲ میلی‌لیتر کرمینگ)، نمونه آب از منطقه قزوین، مازندران، تهران، مرکزی، کرمان (حسین‌آباد) اصفهان، گیلان و خراسان رضوی در حد قابل قبول و در نمونه‌های مربوط به مناطق شیراز، کرمان و یزد غیرقابل‌قبول ارزیابی شدند.

حشره کش ایمیداکلوپراید (SC 35%)

پارامترهای کنترل کیفی محلول حشره‌کش ایمیداکلوپراید (35% SC) در نمونه‌های آب مناطق مختلف شامل پایداری تعلیق و تست کف اندازه‌گیری و نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

بررسی میزان کف تولیدی در سوسپانسیون ایمیداکلوپراید در نمونه‌های آب مناطق مختلف کشور (جدول ۴) نشان داد میزان کف تولیدی در کلیه نمونه‌ها در زیر حد استاندارد بوده لذا قابل قبول ارزیابی شدند.

پایداری تعلیق سوسپانسیون ایمیداکلوپراید در نمونه‌های آب مناطق مختلف کشور (جدول ۴) در مقایسه با حد استاندارد توصیه‌شده (پایداری تعلیق در این فرمولاسیون حداقل ۹۵درصد در ۳۰ دقیقه می‌باشد) نشان داد، نمونه آب از مناطق مرکزی، شیراز، کرمان (شهرک) و یزد مردود بوده و نمونه‌های آب از مناطق قزوین، مازندران، تهران، کرمان (حسین آباد)، اصفهان، گیلان و خراسان رضوی قابل قبول می باشند.

جدول ۳. نتایج آزمون پایداری امولسیون حشره‌کش کلرپایریفوس (40.8% EC) در نمونه‌های آب مناطق مختلف و آب استاندارد

Table 3. Emulsion stability test results for chlorpyrifos (EC% 40.8) in water samples of different regions and standard water

Sample code	Province	EC	Hardness	Creaming rate After 0.5 hours (ml)	Creaming rate After 2 hours (ml)	Creaming rate After 24.5 hours (ml)
W-1	Qazvin	571	128	0	0.8	0.8
W-2	Mazandaran	384	198	0.5	1.3	1.3
W-3	Tehran	581	248	1	1.5	1.6
W-4	Markazi	1787	273	1	1.5	1.8
W-5	Kerman (Hosein Abad)	884	197	0.5	1.3	1.3
W-6	Isfahan	960	238	0.7	1.5	1.5
W-7	Guilan	129	60	0	0	0
W-8	Shiraz	2920	744	3	4.2	4.2
W-9	Khorasan razavi	251	123	0	0.65	0.7
W-10	Kerman (shahrak)	11900	2255	9	9	9
W-11	Yazd	2270	620	2.5	3.5	3.8
W-12	Standard hard water			0	0	0

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج آزمون قابلیت تعلیق و میزان کف حشره‌کش ایمیداکلوپراید (35% SC) در نمونه‌های آب مناطق مختلف و آب استاندارد
Table 4. The results of the suspensibility, and foam in imidacloprid (SC% 35) in water samples from different regions and standard water

Sample code	Province	EC	Hardness	Foam (ml)	Suspension ability (%)
W-1	Qazvin	571	128	3.5	96.6
W-2	Mazandaran	384	198	3	95.1
W-3	Tehran	581	248	1	96.8
W-4	Markazi	1787	273	3	92.1
W-5	Kerman(Hosein Abad)	884	197	4	95.3
W-6	Isfahan	960	238	1	96.2
W-7	Guilan	129	60	2	98.1
W-8	Shiraz	2920	744	1	85.3
W-9	Khorasan razavi	251	123	3	97
W-10	Kerman (Shahrak)	11900	2255	-	67.5
W-11	Yazd	2270	620	2	88.1
W-12	Standard water	-	342	1.5	91.6

بحث

براساس شاخص‌های ارائه‌شده توسط Hefny (1984) که سختی آب‌ها را براساس مجموع یون‌های Ca (ppm) و Mg (ppm) رتبه‌بندی کرده است، نمونه آب استان گیلان (املش) در جایگاه آب سبک قرار گرفت. نمونه آب‌های استان قزوین (فارسیان)، استان مازندران (نور)، استان تهران (شهریار)، استان مرکزی (مأمونیه)، استان کرمان (حسین‌آباد برزگری)، استان اصفهان (شاهین‌شهر) و استان خراسان رضوی (باخرز) در جایگاه آب نسبتاً سخت قرار گرفتند. نمونه آب‌های استان فارس (شیراز) و استان یزد (یزد) در جایگاه آب سخت قرار گرفتند. نمونه آب استان کرمان (آب لوله‌کشی شهرک) در جایگاه آب بسیار سخت قرار گرفت.

براساس تحقیقات انجام شده حالت بهینهٔ pH برای تهیه محلول سمی حشره‌کش‌ها را معادل 8-6 بیان نموده‌اند (Doneen,1967). براساس نتایج آزمایش حاضر، نمونه آب‌های استان کرمان، شیراز و یزد دارای pH بالا بودند. pH بالاتر یا پایین تر از حد بهینه با تأثیر مستقیم بر نیمه عمر محلول سمی، بر کیفیت و اثربخشی کاربرد سم مؤثر می‌باشد (Guzsvany *et al*., 2006). در مطالعه تأثیر اصلاح pH آب بر کارایی چهار نوع حشره‌کش اکسی دیمتون متیل، دیازینون، استامی پراید و ایمیداکلوپراید روی شته سیاه باقلا نشان داده شد که با اصلاح pH آب می‌توان با کاربرد ۵۰ درصد غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای به نتایج مشابه از نظر کارایی با غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای رسید (Yar Ahmadi & Rajabpour, 2018).

در مطالعه Ghalibaf *et al*. (2016) که به‌منظور بررسی تأثیر تغییرات pH آب بر کارایی چند آفت‌کش انجام شد نشان داد تغییرات pH آب در محلول تهیه شده از آفت‌کش‌ها، کارایی آنها را تحت تأثیر قرار داده است.

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان سختی آب تأثیر زیادی بر پایداری و میزان رسوب محلول سمی تهیه شده از حشره‌کش کلرپیریفوس دارد. به‌طوری‌که در نمونه‌های آب مناطق کرمان، شیراز و یزد که سختی آب بالاتر بود به همان نسبت میزان رسوب نیز افزایش نشان داد درحالی‌که در نمونه آب منطقه گیلان با کمترین میزان سختی آب هیچ نوع رسوبی در محلول تهیه شده مشاهده نشد. همین وضعیت در خصوص میزان کرمینگ ایجادشده مشاهده شد، به‌طوری‌که در نمونه‌های آب مناطق شیراز، کرمان و یزد میزان تولید کرمینگ بیش از ۲ میلی‌متر بود که از شاخص استاندارد FAO (حداکثر ۲ میلی‌متر کرمینگ) عبور کرد. از نقطه‌نظر کاربرد آفت‌کش‌ها اگر غلظت کاتیون‌های موجود در آب سخت بیش از ۴۰۰ppm باشد آن‌ها با مولکول‌های آفت‌کش اتصال برقرار کرده و تشکیل رسوب می‌دهند که این امر باعث کاهش اثر آفت‌کش شده و علاوه بر آن رسوب تشکیل‌شده موجب انسداد نازل سم‌پاش می‌گردد (Petroof, 2005; Holm & Henry, 2005; McMullan, 1996).

تحقیقات Nalewaja *et al*. (1991) نشان داد کاتیون‌های موجود در آب سخت از طریق پیوند با فرمولاسیون آمینی علف‌کش توفوردی سبب تشکیل رسوب بر روی جداره لوله‌ها و خروجی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

سمپاش‌شده و موجبات گرفتگی آن‌ها را فراهم می‌آورند. لازم به ذکر است که تأثیر کیفیت آب بر کارایی آفت‌کش‌ها بستگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها دارد. به‌عنوان مثال آب‌های سخت کارایی برخی علف‌کش‌های اسیدی ضعیف نظیر گلایفوسیت و توفوردی (فرم آمینی) را کاهش می‌دهند (Andresen, 2006; Holm & Henry, 2005; Petroof, 2005). بررسی وضعیت پایداری سوسپانسیون در خصوص حشره‌کش ایمیداکلوپراید نشان داد که میزان پایداری تا حد زیادی وابسته به اسیدیته (pH) آب مورد استفاده برای تهیه محلول سمی است. به‌طوری‌که در نمونه‌های آب با pH پایین‌تر (متمایل به اسیدی) پایداری سوسپانسیون ایمیداکلوپراید بیشتر بوده است و در نمونه‌های با قلیاییت بالاتر پایداری سوسپانسون به مقدار زیادی کاهش یافته است. یافته‌های این تحقیق با نتایج Guzsvany *et al.* (2006) مطابقت دارد. ایشان در تحقیقات خود روی پایداری ترکیبات نئونیکوتینوئید در pHهای مختلف نشان دادند که بعضی از این ترکیبات حشره‌کش مانند ایمیداکلوپراید و تیامتوکسام به‌دلیل داشتن گروه فعال نیتروگوانیدین در مولکول خود در محیط‌های آبی با قلیاییت بالاتر دارای دوام کمتر و برعکس در محیط‌های آبی با خصوصیات نسبتاً اسیدی دارای دوام بیشتری هستند. این در حالی است که بعضی از ترکیبات نئونیکوتینوئید مانند تیاکلوپراید و استامی پراید که دارای گروه فعال سیانوئیمین (Cyanoimine) هستند دارای دوام کمتری در محلول‌های نسبتاً اسیدی هستند.

در مجموع می‌توان نتیجه گیری نمود که کیفیت آب می‌تواند تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی محلول سمی و در نتیجه کارایی آفت‌کش داشته باشد. کیفیت نامناسب آب می‌تواند از طریق تغییر در پایدارای و حلالیت آفت‌کش و یا کاهش جذب توسط گیاه بر روی کارایی آفت‌کش اثر نامطلوب داشته باشد و منجر به عملکرد نامناسب آفت‌کش شود (Whitford, 2009; Hajmohammadnia Ghalibaf *et al.*, 2016).

نتیجه‌گیری کلی

همان‌طورکه نتایج این تحقیق نشان داد تغییراتی که در کیفیت آب مناطق مختلف اتفاق افتاده ایجاب می‌نماید تا با بررسی دقیق کیفیت آب هر منطقه از روش‌های مناسب (اصلاح‌کننده‌های سختی و pH که به‌صورت تجاری در بازار یافت شده و به تأیید مراجع رسمی رسیده‌اند) برای اصلاح کیفیت آب‌ها برای تهیه محلول سمی استفاده نمود. به این منظور در مناطقی که pH آب بالاست می‌توان از بافرهای مختلف برای تعدیل pH استفاده نمود و تا حد ممکن برای جلوگیری از تجزیه آفت‌کش‌ها، بلافاصله پس از تهیه محلول سمی نسبت به محلول پاشی اقدام نمود.

برای اصلاح سختی آب، ترکیب سولفات آمونیم مناسب است. این ترکیب به‌صورت مایع، کیستالی و گرانولی فرموله شده و با نام‌های تجاری مختلف عرضه شده است. برای استفاده از آن بهتر است ابتدا آب سخت به‌صورت جداگانه با سولفات آمونیوم تیمار شود سپس از این آب برای تهیه محلول سمی استفاده شود.

REFERENCES

1. Andresen, B. (2006). Water quality and pesticide performance. Retrieved October 11, 2017. From: http://www.Quantumlynx.com.
2. Bernards, M. L., Thelen, K. D. & Penne, D. (2005). Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. *Weed Technology*, 19, 27-34.
3. Burgess, P. (2013). *Quality of pesticide spray water*. Retrieved August 5, 2009, from http://*www.agrapoint.ca*.
4. Deer, J. & Beard, B. (2001). *Effect of water pH on the chemical stability of pesticides*. Retrieved March 11, 2018, Utah State University Cooperative Extension, performance. From: https*://digitalcommons.usu.edu*.
5. Devkota, P., Spaunhorst, D. & Johnson, W. G. (2016). Influence of carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate on mesotrione efficacy. *Weed Technology*, 30, 617-628.
6. Doneen, L. D. (1967). Water quality requirements for agriculture. *Ann Arbor. Educational Series*, 161, 213-218.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Fishel, F. M. & Ferrell, J. A. (2007). *Water pH and the effectiveness of pesticides*. PI-156. Retrieved March 20, 2014, Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. From http*://edis.ifas.ufl.edu/pi193.*
8. Food and Agricultural Organization. (1965). *Land and water resources survey, Mauritius*. Final Report, Volume IV. *Geology and Hydrology*. FAO, Rome. Report No. FAO/SF: 78/MAR 6.
9. Food and Agricultural Organization. (1974). *Development and management of water resources*, Jamaica. *Rio Minho-Milk River Basin. Annex III- Water Quality. FAO Report* No. FAO, Rome.AGL: DP/JAM/ 70/512.
10. Ford, H. W. & Tucker, D. P. H. (1974). Water quality measurements for drip irrigation systems. *Florida Agricultural Experiment Stations*, 5598.
11. Freed, V. H., Chiou, C. T. & Scemedding, D. W. (1979). Degration of selected organophosphate pesticides in water and soil. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 27(4), 706-708.
12. Gaskin, R. E. & Holloway, P. (1992). Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate-mono (isopropylaminonium) by polyoxyethylene surfactants. *Pesticide Science*, 34, 195- 206.
13. Ghalibaf, K., Rashed Mohassel, M. H., Nassiri Mahallati, M. & Zand, E. (2016). The investigation of pH variation of water in spray tank on glyphosate and nicosulfuron performance on barnyardgrass and velvetleaf control. *Journal of Plant Protection*, 29 (4), 531-539. (in Farsi)
14. Guzsvany, V., Csanadi, J. & Gaal, F. (2006). NMR study of the influence of pH on the persistence of some neonicotinoids in water. *Acta Chemistry Slovenia*, (53), 52-57.
15. Green, J. M. & Cahill, W. R. (2003). Enhancing the biological activity of nicosulfuron with pH adjusters. *Weed Technology*, 17, 338-345.
16. Hanan, A. B. & Al-Talbani, K. (1970). Evaluation of water quality in Iraq. First Technical Conference, *Arab Federation of Agriculture Engineers*, 132-141.
17. Hefny, K. (1984). *Water data reports*. Research Institute for Groundwater, Cairo.78 p.
18. Holm, F. A. & Henry, J. L. (2005). *Water quality and herbicides*. *Crop Science and Plant Ecology.* Retrieved October 11, 2006, from http*://www.gov.sk.ca*.
19. Mc Mullan, P. M. (1996). Grass herbicide efficacy as influenced by adjuvant, spray solution pH, and ultraviolet light. *Weed Technology*, 10, 72-77.
20. Nalewaja, J. D., Woznica, Z. & Matysiak, R. (1991). 2,4-D amine antagonism by salts. *Weed Technology*, 5, 873-880.
21. Petroff, R. (2005). *Water effects on pesticide performance*. Retrieved October 11, 2006, fromhttp://*scarab.msu.montana.edu*.
22. Tisler, T. Jemec, A., Mozetic, B. & Trese, P. (2009). Hazard identification of imidaclopride to aquatic environment. *Chemosphere*, 76, 907-914.
23. Whitford, F. (2009). *The impact of water quality on pesticide performance, little factor that make big difference*. Purdue University Press. 320 p.
24. Yar Ahmadi, F. & Rajabpour, A. (2018). Efficacy of oxydimethon methyl (EC 25%), diazinon (EC 60%), acetamiprid (WP 20%) and imidachloprid (SC 35%) with pH reducer solution, Lonsul, against *Aphis fabae. Pesticide in Plant Protection Science*, 6(2), 112-125. (in Farsi)

www.SID.ir