

بررسی اثر متقابل شاخص‌های کنترل کیفی سموم و کیفیت آب

حسین نوری^{۱*} و متانت نجفی^۲

*۱- دانشیار، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

drhn55@gmail.com

۲- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران،

metanat.najafi@yahoo.com

*نویسنده مسئول: حسین نوری

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶

Study on interaction of poisons quality control indicators and water quality

Hossein Nori^{1*} and Metanat Najafi²

1* - Associated professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran, drhn55@gmail.com

2- Graduated MS.c, Department of Entomology, Agriculture college, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, metanat.najafi@yahoo.com

*Corresponding author: Hossein Nori

Received: May 2017

Accepted: June 2017

Abstract

One of the most important factors that affect on the toxic solution is water quality. Water makes up 95 percent or more of the toxic solution. In this study, water samples of Mazandaran Province - Noor, Fars Province - Shiraz, Isfahan Province - Shahin Shahr city, Markazi province - Mamuniyeh City, Gilan Province - Amlash City, Qazvin Province - Farsian region, Kerman Province - Kerman city, Hossein-Abad region and water piping of Shahrak, Khorasan razavi Province – Bakharz region, Chahar tagh village, Yazd Province – Yazd city and Tehran province – Shahriyar city were collected. Three common formulations in the country were studied. The formulations include, WP formulation (Captan fungicide), WG formulation (Tribenuron- methyl herbicide) and SL formulation (Glyphosate herbicide).

In laboratory parameters, including water hardness, pH and EC were measured in samples of water collected. Physicochemical parameters of quality control on toxic solution consisting of all water samples and formulations were measured. Water sample, Code W-10 with hardness 2255 ppm has the highest and water sample code W-7 with hardness 60 ppm has the least water hardness.

Keywords: Formulation, Poisons, Water hardness

چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل جهت تهیه محلول سمی، کیفیت آب است. آب اغلب نود و پنج درصد یا بیشتر از محلول سمی را تشکیل می‌دهد. در این تحقیق نمونه‌های آب از استان مازندران- شهر نور، استان فارس- شهر شیراز، استان اصفهان-شهرستان شاهین شهر، استان مرکزی- شهر مأمونیه، استان گیلان-شهر املش، استان قزوین-شهر فارسین، استان کرمان- شهر کرمان منطقه حسین‌آباد برزگری و آب لوله کشی شهرک، استان خراسان رضوی- باخرز روستای چهار طاق، استان یزد- شهر یزد و استان تهران- شهر یار جمع‌آوری شدند. سه فرمولاسیون رایج و پر مصرف سموم کشور مورد مطالعه قرار گرفت. این فرمولاسیون‌ها شامل فرمولاسیون WP (قارچ کش کاپتان)، فرمولاسیون WG (علف‌کش تری بتورون متیل) و فرمولاسیون SL (علف‌کش گلیفوزیت) بود. در آزمایشگاه پارامترهای مختلف شامل سختی آب، pH و EC در نمونه‌های آب جمع‌آوری شده اندازه‌گیری شد. پارامترهای فیزیکوشیمیایی کنترل کیفی، روی محلول سمی متشکل از تمامی نمونه‌های آب و فرمولاسیون‌های مختلف اندازه‌گیری گردید. نمونه آب کد W-10 با درجه سختی (ppm) ۲۲۵۵ دارای بالاترین و نمونه آب کد W-7 با درجه سختی (ppm) ۶۰ کمترین درجه سختی نمونه‌های آب مورد آزمایش از مناطق مختلف کشور را دارا بودند.

کلمات کلیدی: آب سخت، سموم، فرمولاسیون،

فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۵، دوره ۱۱، شماره ۳ و ۴، صص ۳۴-۲۳

فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۵، دوره ۱۱، شماره ۳ و ۴، صص ۳۴-۲۳

مقدمه و کلیات

جدول ۱: طبقه بندی کیفیت آب بر اساس میزان غلظت مجموع یون‌های

کلسیم و منیزیم (ppm)

Table 1: Water quality classification based on the total concentration of calcium and magnesium ions(ppm)

Water quality classification (The World Health Organization)	Concentration (ppm)
0-114	Light
114-342	Relatively hard
342-800	Hard
>800	Very hard

ذرات خاک رس، ذرات مواد معدنی، ذرات مواد آلی و پلانکتون‌ها و سایر ارگان‌های ذره‌بینی که به صورت معلق در آب وجود دارند و مانع عبور نور از آب می‌شوند سبب ایجاد کدورت در آب می‌گردند. کدورت را براساس شدت نور پراکنده شده به وسیله نمونه، با شدت نور پراکنده شده به وسیله نمونه رفرانس استاندارد تحت شرایط کنترل شده مقایسه می‌کنند. هرچه شدت نور پراکنده شده در زاویه ۹۰ درجه مسیر نور برخورد کننده بیشتر باشد، کدورت بالاتر است، حباب هوا، رنگ، شیشه آلات کثیف از جمله عوامل تداخل کننده می‌باشند. کدورت را با دستگاهی به نام توربیدیمتر اندازه‌گیری می‌کنند (Hefny, 1984). وجود املاح کلسیم و منیزیم سبب سختی آب‌ها می‌شود سختی بر دو نوع است سختی کربناته و سختی غیرکربناته. برخی املاح دیگر نظیر آهن و منگنز و 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 به صورت کربنات و بی‌کربنات باشد به آن سختی کربناته و اگر به صورت سولفات، کلراید، نیتрат، 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 قلیابیت کربنات و بی‌کربنات باشد مقدار سختی برابر است با قلیابیت کل و سختی کربناته نامیده می‌شود و اگر مقدار

مولکول آب بهترین حلال‌هاست. با وجودی که آب را اغلب "حلال جهان" می‌نامند همه مواد در آب حل نمی‌شوند. موادی که واجد گروه‌های غیر قطبی یا هر دو قطبی و غیر قطبی با آرایش ویژه‌ای در مولکول خود هستند، در آب نامحلول‌اند. این مولکول‌ها در آب خود را چنان آرایش می‌دهند که بخش قطبی آن‌ها در سطح یا مجاورت آب قرار گرفته و بخش‌های غیر قطبی دور از آب واقع می‌شوند. در این حالت نیروهای هیدروفوب نیروهای اصلی در حفظ و نگه داری این ساختار است (Gaskin & Holloway, 1992).

ضایعات شامل مواد معلق یا شناور آب می‌باشند، مانند برگ‌ها، چوب‌ها و دانه‌ها، عمدتاً تنها در آبی یافت می‌شود که از دریاچه‌ها یا نهرها دست می‌آید. تصفیه مناسب آب می‌تواند این ضایعات را از آب خارج کند. مواد جامد مانند گل ولای و بقایای مواد عالی می‌توانند در آب معلق باشند اما در صورتیکه آب برای مدتی ساکن بماند در انتهای مخزن ته نشین می‌شوند. اصطلاح "گل آلود" عبارتی است که برای آبی بکار می‌رود که در آن مواد جامد معلق بصورت شناور در آب قرار دارند (Eaton, 1950). غلظت مواد معدنی مانند کلسیم، منیزیم و آهن در آب، جهت توصیف کیفیت آب بسیار حائز اهمیت است. از نظر فنی سختی آب به میزان مجموع یون‌های کلسیم و منیزیم، موجود در آب اتلاق می‌گردد. هر چقدر غلظت این مواد و مواد معدنی مشابه بیشتر باشد، سختی آب به همان میزان بیشتر است. در مقابل آن، آب سبک به آبی اتلاق می‌گردد که در آن یون‌های کلسیم و منیزیم با یون‌های سدیم یا پتاسیم جایگزین می‌شود.

می‌یابد تا مقدار آن از نظر اکسی‌والان برابر مقدار جسم حل شده شود. نقطه اکسی‌والان نقطه‌ای است که در آن، مقدار محلول استاندارد افزوده شده از نظر شیمیایی برابر با مقدار حجم مورد نظر در محلول مجهول است. این نقطه را نقطه پایان عمل از نظر تئوری یا نقطه هم‌ارزی نیز می‌گویند (Anonymous, 2013). یکی از عواملی که توجه خاصی به آن نمی‌شود، کیفیت آبی می‌باشد که جهت اسپری کردن محصول استفاده می‌شود. آب اغلب نود و پنج درصد یا بیشتر از محلول سمی را تشکیل می‌دهد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که کیفیت آب مورد استفاده برای اسپری کردن، بر روی چگونگی عملکرد آفت کش‌ها تأثیر می‌گذارد. پارامترهای کیفیت آب مانند اسیدیته و مواد معدنی حل شده در آن می‌توانند بر روی مواد تشکیل دهنده فعال و یا افزودنی آفت کش تأثیر متقابل بگذارند. کیفیت نامناسب آب می‌تواند از طریق کاهش حلالیت و کاهش جذب، از سوی آفت مورد نظر، روی آفت کش اثر نامطلوب داشته باشد و منجر به عملکرد نامناسب آفت کش شده و نیاز به سمپاشی مجدد را به همراه داشته باشد. بررسی کیفیت آب بسیار حائز اهمیت است. صرف زمان جهت بررسی کیفیت آب مورد استفاده در مخزن اسپری می‌تواند فواید فراوانی در پی داشته باشد (Doneen, 1967). آفت کش‌ها دارای شاخص‌هایی می‌باشند که ضریب جذب خاک ((kd و ضریب جذب کربن آلی خاک ((koc نامیده می‌شوند. هر دو این ضرایب نشان دهنده استحکام پیوند (جذب یا چسبندگی) آفت کش با ذرات خاک و ذرات معلق در آب است؛ این فرآیند جذب نامیده می‌شود. علف کش‌ها که دارای مقادیر kd یا koc بالایی هستند، قادرند پیوند بسیار محکمی با خاک و همچنین رسوبات و مواد آلی موجود در

سختی بیش از این باشد سختی غیرکربناته نامیده می‌شود. سختی را می‌توان به کمک تکنیک‌های اسپکتروفوتومتری و یا تیتراسیون شیمیایی، که برای تعیین مقادیر یونهای کلسیم و منیزیم در یک نمونه خاص انجام می‌گیرد، اندازه‌گیری کرد و می‌تواند از صفر تا چند صد و یا حتی چندین هزار قسمت در میلیون تغییر نماید. اگرچه حد قابل قبول سختی بر طبق عادت یا حساسیت مصرف کننده تغییر می‌کند. در اغلب استانداردها، مقدار حداکثر ۵۰۰ میلی گرم در لیتر برای آب آشامیدنی توصیه می‌شود (Anonymous, 2013). آب سخت آبی است که حاوی غلظت بالایی از مواد معدنی محلول در آب شامل منیزیم، کلسیم، سدیم و آهن است. شاخص‌های ساده نشان دهنده سختی آب، کف نکردن صابون و یا لکه‌های روی شیشه و یا سطح برگ پس از تبخیر است. واحد اندازه‌گیری سختی آب ppm یا تعداد دانه‌ها در گالن است. 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. اگر غلظت کاتیون‌های موجود در آب سخت بیش از ۴۰۰ ppm 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 تشکیل شده موجب انسداد نازل سم‌پاش می‌گردد (Petroof, 2005). سختی آب را به روش تیتراسیون می‌توان اندازه‌گیری نمود. تیترا کردن از روش‌های تجزیه حجمی است. در تجزیه حجمی ابتدا جسم را حل کرده و حجم معینی از محلول را با محلول دیگری که غلظت آن مشخص است که همان محلول استاندارد نامیده می‌شود، می‌سنجند. افزایش محلول استاندارد، آنقدر ادامه

منیزیم (Mg^{++})، کلسیم (Ca^{++})، سدیم (Na^{+}). زمانی که آفت کش با یون‌هایی با بار مثبت مانند کلسیم یا منیزیم ترکیب گردد، ویژگی‌های شیمیایی آفت کش تغییر می‌کند. در برخی موارد، مولکولی که دارای تغییر شیمیایی شده است ممکن است قادر نباشد: در آب حل شود، به داخل بافت برگ نفوذ کند، به مکان فعالیت آفت نفوذ کند تا عملکرد بیولوژیکی آن را مختل سازد، یا در مجموع به عنوان یک آفت کش عمل کند (Ford & Tucker, 1974). بررسی کیفیت آب، تضمین کننده بهترین عملکرد کاربرد اسپری می‌باشد. با استفاده از فیلتر کردن و لایه گیری، می‌توان مواد جامد معلق را در برخی کاربردها حذف کرد؛ در غیر این صورت، یافتن یک منبع آبی دیگر ضروری به نظر می‌رسد. با استفاده از آزمون ظرف شیشه‌ای در خصوص آب راکد، می‌توان احتمال بروز مشکل را در صورت وجود مواد جامد معلق نشان داد. ترکیبات آب مانند سختی، pH و آهن در چاه‌هایی که نسبتاً به یکدیگر نزدیک‌اند، می‌توانند بسیار متفاوت باشند. آنچه در آب حل شده است به ترکیب و ویژگی خاک و سنگ بستر اصلی بستگی دارد. عمق چاه و نوع سفره آبدار بر روی کیفیت آب تأثیر دارند. هرچاه از نظر ترکیبات شیمیایی و تیرگی آب موجود در آن منحصر به فرد می‌باشد (Eaton, 1950). هدف از تغییر وضعیت آب، به حداکثر رساندن بازدهی آفت کش می‌باشد. بطور اجمالی، بهبود دهنده‌های سختی آب ((Water conditioner به منظور حذف مشکلات مربوط به سختی آب به محلول اسپری یا مخزن مخلوط اضافه می‌گردند. از بافر pH جهت بالابردن یا پایین آوردن مقدار pH، بسته به محدوده مطلوب مورد نظر جهت عملکرد بهینه، استفاده می‌شود. اصلاح pH یا حل مشکل

آب داشته باشند. بنابراین، هر چقدر رسوبات و مواد آلی در آب بیشتر باشد، علف کش کمتری جهت پیوند با خاک یا بافت گیاهی در دسترس آنها قرار می‌گیرد (Buhler & Burnside, 1983). 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 کنداکتیویمتر اندازه‌گیری و براساس واحد میکروموس بر سانتی‌متر گزارش می‌نمایند. با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی می‌توان به کیفیت آب و طبقه‌بندی آن پی برد. مقدار کل مواد جامد محلول را می‌توان از ضرب قابلیت هدایت الکتریکی در ضریب تجربی ($0/55 - 0/7$) تخمین زد که بستگی به ترکیبات محلول و درجه حرارت اندازه‌گیری شده دارد (FAO, 1974). سختی آب می‌تواند تأثیر منفی بر روی برخی آفت کش‌ها داشته باشد. همانطور که در آهن ربا می‌بینیم، هر قطبی، قطب مخالف را جذب می‌کند، مولکول‌های آفت کش با بار منفی به مولکول‌های آهن، کلسیم و منیزیم با بار مثبت (یون مثبت) در آب سخت می‌چسبند. پیوند آفت کش‌ها با این مواد معدنی مولکول‌هایی را بوجود می‌آورد که نمی‌توانند وارد آفت مورد نظر می‌شوند، یا به میزان بسیار ناچیزی وارد می‌شوند، یا در محلول ته نشین می‌شوند (Hanan & Talbani, 1970). در صورتیکه یون‌های مثبت زیر، در آب وجود داشته باشند، باعث بروز مشکلاتی می‌شوند و باعث سخت شدن آب می‌گردند. فهرست آن‌ها را به ترتیب دارا بودن بیشترین پتانسیل برای پیوند با آفت کش‌ها عبارت است از آلومینیوم (Al^{+++})، آهن (Fe^{+++}, Fe^{++}).

ترتیب زیر به آن افزود. پودرهای قابل خیس شدن و سیالات خشک (قبلاً باید مخلوط شده باشند)، مایعات و سیالات، امولسیون تغلیظ شونده، میکرو کیسول‌ها، سورفاکتانت. در صورتی که تردید دارید، از شیوه "بطری شیشه‌ای (Jar Method)" استفاده کنید، تا اطمینان یابید که محصولات هماهنگ می‌باشند. بسیاری از برچسب‌ها در مورد چگونگی نحوه انجام آزمایشات «بطری شیشه‌ای (Jar Method)»، پیشنهادات خاصی مطرح کرده‌اند (FAO, 1965). فاکتورهای زیادی وجود دارند که اسپری آفت‌کش‌ها را موفقیت‌آمیز می‌کند. آب به عنوان مهم‌ترین حامل آفت‌کش‌ها معرفی می‌شود. مسئله مهم این است که بدانیم کیفیت آبی که در اسپری آفت‌کش استفاده می‌شود می‌تواند به طور مستقیم روی اثربخشی آفت‌کش تأثیر بگذارد. مواد جامد معلق آب سخت، EC، سختی و pH می‌توانند میزان کارایی آفت‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. کلسیم و منیزیم قسمت عمده سختی آب را تشکیل می‌دهند. کلسیم به صورت آهک یا هیدروکسید کلسیم در عملیات سبک کردن آب و برای کنترل خورندگی آب از طریق تصحیح pH به کار می‌رود. pH بالا و سختی آب با هم عمل کرده و سبب کاهش اثربخشی آفت‌کش‌ها می‌شود. pH بالا سبب تجزیه آفت‌کش شده و غلظت بالای کاتیون‌ها در این مرحله با عوامل تجزیه شده آفت‌کش اتصال برقرار می‌کند که مجموعاً سبب کاهش اثربخشی آفت‌کش روی گیاه هدف خواهد شد. عموماً برای آفت‌کش‌ها pH بین ۴-۷ مناسب است. برخی از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها به هیدرولیز قلیایی حساس هستند (Deer & Beard, 2001).

سختی آب به ملزومات یا محدودیت‌های ویژه نوشته شده بر روی برچسب آفت‌کش و همچنین گونه‌های آفت مورد نظر بستگی دارد (Gaskin & Holloway, 1992). pH بین ۴ و ۷ برای حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و اکثر علف‌کش‌ها ضروری است. علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره مانند Hormone, Classic, Stead fast زمانیکه با آبی با pH ۷-۸ بکار می‌روند بهتر عمل می‌کنند. در صورتی که از علف‌کشی با اسید ضعیف استفاده کنیم، سختی آب به میزان ۱۵۰ ppm افزایش می‌یابد. زمانی که از علف‌کش‌ها استفاده می‌کنیم، سطح آهن تا سقف ۲۵ ppm و سختی آهن مثبت به میزان ۴۰۰ ppm افزایش می‌یابد. برای علفهای هرزی مانند گاو پنبه و یا علف هرز سلمه تره (بدون در نظر گرفتن سختی آب، زیرا این در برگ این علف‌ها و سایر گونه‌های علف هرز به میزان کافی Ca^{++} وجود دارد تا باعث شود میزان عملکرد این علف‌کش‌ها کاهش یابد) از علف‌کش‌هایی با خاصیت اسیدی ضعیف استفاده کنید، مانند گلیفوسیت، و گلیفوسینات. زمانی که میزان KOC محصول آفت‌کش به بیش از ۸۰۰ رسید، اطمینان حاصل کنید که آب کاملاً شفاف و صاف است. این مقدار برای گلیفوسیت مناسب است که در آن تیرگی و گل‌آلودگی باعث کاهش بازدهی می‌گردد (Zand et al., 1999). زمانی که همه اجزاء مخلوط در محلول سمی، هماهنگ بوده و همچنین زمانی که در توالی‌های مناسب به مخزن افزوده شوند، محلول آفت‌کش بهترین نحوه عملکرد را دارا خواهند بود. همواره می‌بایست به برچسب آفت‌کش در مورد نحوه استفاده مناسب آن در مخزن، رجوع نمود. ابتدا باید آب را به داخل یک مخزن کاملاً تمیز ریخت و سپس آفت‌کش‌ها را در صورت نیاز، به

فرآیند پژوهش

نمونه آبهای مورد مطالعه: نمونه آب های مورد مطالعه در این تحقیق از استان مازندران (نور- نمونه برداری از آب شالیزار)، استان فارس (شیراز- نمونه برداری از آبی که برای آبیاری مزارع استفاده می شود)، استان اصفهان (شاهین شهر- آب مزارع)، استان مرکزی (مأمونیه- آب چاه مورد استفاده در مزارع)، استان گیلان (املش- آب مزارع)، استان قزوین (فارسیان- چاه آب کشاورزی)، استان کرمان در دو منطقه شامل (کرمان منطقه حسین آباد 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 می شود) جمع آوری شده است.

فرمولاسیون های سموم مورد آزمایش: در این تحقیق تأثیر آب مناطق مختلف بر ۵ نوع فرمولاسیون رایج و بر مصرف سموم کشور مورد مطالعه قرار گرفت. این فرمولاسیون ها شامل فرمولاسیون WP (قارچ کش کاپتان)، فرمولاسیون WG (علف کش تری بنورون متیل) و فرمولاسیون SL (علف کش گلیفوزیت) بود.

آب استاندارد مورد استفاده: آب استاندارد با درجه سخت مورد نظر در این پروژه (WHO standard Standard Water D (Hard Water) مطابق با دستور العمل (1970) CIPAC (MT18.1) تهیه شد. مقدار $CaCl_2$ ۰/۴۰۳ گرم نمک و $MgCl_2$ ۰/۱۳۹ گرم نمک در یک لیتر آب مقطر ریخته شد و با هم زن شیشه ای نمک ها در آب به طور کامل حل گردیدند.

روش بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب های مناطق مختلف:

تعیین سختی: سختی آب به روش تیتراسیون اندازه گیری شد. تیتراسیون از روش های تجزیه حجمی است. ابتدا جسم را حل کرده و حجم معینی از محلول را با محلول دیگری که غلظت آن مشخص است که همان محلول استاندارد نامیده می شود، می سنجند. در تیتراسیون محلول استاندارد به طور آهسته از یک بورت به محلول حاوی حجم مشخص یا وزن مشخص از ماده حل شده اضافه می شود. افزایش محلول استاندارد، آنقدر ادامه می یابد تا مقدار آن از نظر اکسی والان برابر مقدار جسم حل شده شود. نقطه اکسی والان نقطه ای است که در آن، مقدار محلول استاندارد افزوده شده از نظر شیمیایی برابر با مقدار حجم مورد نظر در محلول مجهول است. این نقطه را نقطه پایان عمل از نظر تئوری یا نقطه هم ارزی نیز می گویند در عمل تیتراسیون، محلول استاندارد را از یک بورت به محلولی که باید غلظت آن اندازه گرفته می شود، می افزایند و این عمل تا وقتی ادامه دارد تا واکنش شیمیایی بین محلول استاندارد و تیتراشونده کامل شود. سپس با استفاده از حجم و غلظت محلول استاندارد و حجم محلول تیتراشونده، غلظت محلول تیتراشونده را حساب می کنند.

تعیین EC آب: میزان EC نمونه ها با EC متر اندازه گیری شد. بعد از روشن کردن دستگاه، الکتروود آن را با آب مقطر شسته و خشک نموده سپس الکتروود با هوا کالیبره شد و با قراردادن الکتروود در نمونه آب، EC مربوط به نمونه یادداشت و الکتروود مجدد با آب مقطر شستشو گردید. آب مقطر مورد استفاده برای استاندارد سازی دارای هدایت پایینی در قیاس با نمونه های اندازه گیری شده بود و دارای مشخصات به شرح جدول زیر بود:

parameter	high	medium	Low
$\mu\text{mhos/cm}$ (conductivity)	<0.1	<1	10

استاندارد ریخته شد سپس ۵ cc از سم کلرپیریفوس با کمک پیپت شیشه‌ای برداشته و به استوانه اضافه شد. با گذاشتن درپوش، استوانه ۱۰ بار به صورت 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 سانتی‌گراد قرار گرفت. میزان کرم و روغن تشکیل شده بعد از گذشت زمان‌های مذکور یادداشت شد. لازم به توضیح است که بعد از گذشت ۲۴ ساعت استوانه یک بار به صورت ۱۸۰ درجه تکان داده شد و مجدداً در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت قرار گرفت. همین روش کار برای تمامی نمونه‌های آب مناطق مختلف انجام شد.

تست کف (Presisten Foaming): بر اساس روش MT (47.2, CIPAC Handbook F, p.126, 2000) یک گرم سموم مورد آزمایش با ۹۵ cc آب سخت استاندارد درون یک استوانه مدرج ۱۰۰ cc 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 قرائت شد. این روش کار برای اندازه‌گیری میزان کف در تمامی نمونه‌های آب مناطق مختلف تکرار شد.

تر شونده‌گی (Wettability): بر اساس روش MT (53.31.CIPAC 1, p.967) حدود ۵ گرم کاپتان و سم‌تری بنورون متیل درون یک بشر ۱۰۰ cc محتوی آب سخت ریخته شد. مدت زمان پخش شدن کامل سم درون آب اندازه‌گیری شد.

پایداری تعلیق (Suspensibility): بر اساس روش (CIPAC.MT 15) حدود ۰/۵ گرم از سم کاپتان، سم‌تری بنورون متیل و ایمیداکلوپراید درون یک بشر ۱۰۰ cc محتوی مقداری آب سخت ریخته و با کمک

تعیین pH: میزان pH نمونه‌ها در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران با استفاده از PH متر، به روش زیر اندازه‌گیری شد. بعد از روشن کردن دستگاه، الکتروود آن را با آب مقطر شسته و خشک نموده سپس محلول بافر ۷ سپس ۴ و در آخر بافر ۹/۲ را زیر الکتروود قرار گرفت و این عمل برای هر سه محلول بافر دیگر نیز تکرار شد. سپس الکتروود را شسته و خشک نموده و با قرار دادن نمونه آب، pH مربوط به نمونه یادداشت و الکتروود مجدد با آب مقطر شستشو گردیده و در داخل محلول بافر ۴ قرار داده شد.

روش کنترل کیفی آفت کش‌های مورد مطالعه:

بررسی پارامترهای کنترل کیفی هر کدام از فرمولاسیون‌ها (سموم)، ابتدا با آب استاندارد و سپس با نمونه آب جمع‌آوری شده از هر منطقه مطابق روش توصیه شده انجام شد.

شکل ظاهری نمونه: برای بررسی شکل ظاهری، نمونه مورد نظر از سموم مورد آزمایش درون بشر MI ۲۵۰ خالی ریخته شد و با مشاهده چشمی وضعیت ظاهری نمونه بررسی شد. نمونه مورد نظر کاملاً شفاف و هیچگونه عدم یکنواختی در آن دیده نشد.

تست pH: بر اساس روش ۷۵ CIPAC 3, MT (Handbook J, p.131, 2000) یک گرم از سموم مورد آزمایش درون استوانه مدرج وزن و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ cc رسانده شد سپس برای حل شدن کامل محلول به مدت یک دقیقه استوانه تکان داده شد. سپس pH محلول شیری رنگ حاصل با pH متر اندازه‌گیری شد.

پایداری امولسیون ۵٪ (Emulsion stability): بر اساس روش (CIPAC: F.MT 183) ابتدا درون یک استوانه مدرج ۱۰۰ cc، مقدار ۹۵ cc آب سخت

داده پس از طی زمان ۱۸ ساعت، وضعیت سیلندر را از جهت دو فاز شدن مواد، رسوب کردن و یا کدر شدن مایع درون سیلندر مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس روش (CIPAC. MT 47.2) یک گرم سم گلایفوزیت با ۹۵ cc آب سخت استاندارد درون یک استوانه مدرج ۱۰۰ cc 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 قرائت شد. این روش کار برای تمامی نمونه‌های آب مناطق مختلف تکرار شد.

نتایج و بحث

۱- نتایج آزمایشات کنترل کیفی نمونه‌های آب: پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل سختی، pH و EC نمونه‌های آب جمع آوری شده از استان مازندران - نور، استان فارس - شیراز، استان اصفهان - شاهین شهر، استان مرکزی - مأمونیه، استان گیلان - املش، استان قزوین - فارسین، استان کرمان - حسین آباد برزگری و آب لوله کشی شهرک، استان خراسان رضوی - باخرز، استان یزد - یزد و استان تهران - شهریار در آزمایشگاه شیمی مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران، به شرح زیر اندازه گیری و نتایج در جدول ۲ درج گردید.

هم زن شیشه‌ای کاملاً سم در آب حل گردید، محتویات بشر به یک استوانه مدرج ۲۵۰cc منتقل و با آب سخت به حجم رسانده شد. در ادامه با گذاشتن درپوش، استوانه ۳۰ بار به صورت ۱۸۰ درجه تکان داده شد، سپس محلول حاصل به مدت نیم ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. بعد از گذشت زمان مذکور حدود ۹۰٪ (۲۲۵ cc) از محلول تخلیه و باقی مانده به درون یک بشر ۵۰ cc که قبلاً وزن شده بود منتقل شد. برای خشک شدن باقی مانده سم، بشر درون انکوباتور در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. در نهایت بعد از خشک شدن، بشر مجدداً وزن شد. با داشتن اختلاف وزن دو بشر در دو حالت قبل و بعد و با کمک فرمول زیر درصد قابلیت تعلیق محاسبه گردید.

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

$$\text{وزن نمونه} = \frac{\text{درصد قابلیت تعلیق}}{\text{وزن نمونه}}$$

پایداری حلالیت (Dilution stability): بر اساس روش (CIPAC.MT 41) مقدار ۹۵ سی سی از آب سخت درون سیلندر ۱۰۰ سی سی ریخته و ۵ سی سی از نمونه به آن اضافه شد سپس نمونه را بدون هم زدن به مدت ۱۸ ساعت در دمای محیط و یا آن ۳۰ درجه سانتیگراد (بر اساس روش کار نمونه) قرار

جدول ۲: نتایج آزمون سختی، میزان منیزیم و کلسیم، در نمونه‌های آب مناطق مختلف

Table 2. The results of hardness, magnesium and calcium concentrations in water samples from different regions

Sample code	Province	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	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	2255	86	759
W-11	Yazd	620	60	148

نمونه آب W-7 با درجه سختی (ppm) ۶۰ کمترین درجه سختی نمونه‌های آب مورد آزمایش از مناطق

نتایج مندرج در جدول ۲ نشان داد: نمونه آب کد W-10 با درجه سختی (ppm) ۲۲۵۵ دارای بالاترین و

مختلف کشور را دارا بودند. نمونه آب W-10 با ۸۶ (ppm) دارای بالاترین میزان منیزیم و نمونه آب W-7 با ۳ (ppm) دارای کمترین میزان منیزیم بودند. نمونه آب W-10 با ۷۵۹ (ppm) دارای بالاترین میزان کلسیم و نمونه آب W-7 با ۱۹ (ppm) دارای کمترین میزان کلسیم بودند.

جدول ۳: نتایج اندازه گیری EC و pH با دستگاه UV-VIS در نمونه‌های مختلف آب

Table 3. EC and pH measurements in various water samples with UV-VIS

Sample code	Province	EC	pH
W-1	Qazvin	571	7.9
W-2	Mazandaran	384	8.3
W-3	Tehran	581	7.9
W-4	Markazi	1787	8.2
W-5	Kerman	884	8.1
W-6	Isfahan	960	7.3
W-7	Guilan	129	7.8
W-8	Shiraz	2920	6.8
W-9	Khorasan razavi	251	8.2
W-10	Kerman	11900	7.4
W-11	Yazd	2270	7.9

۲-۱- نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی علف کش گلايفوزیت (41 % SL) پارامترهای فیزیکوشیمیایی علف کش گلايفوزیت (41 % SL) شامل پایداری حلالیت و تست کف در نمونه‌های آب، اندازه گیری و نتایج در جدول ۴ درج گردید.

نتایج مندرج در جدول ۳ نشان داد نمونه آب W-10 با EC، ۱۱۹۰۰ دارای بالاترین و نمونه آب W-7 با EC، ۱۲۹ کمترین EC نمونه‌های آب مورد آزمایش از مناطق مختلف کشور را دارا بودند. نمونه آب W-2 با pH ۸/۳ دارای بالاترین میزان pH و نمونه آب W-8 با pH ۶/۸ دارای کمترین میزان pH بودند. نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی کنترل کیفی فرمولاسیون‌های مختلف:

جدول ۴: نتایج آزمون پایداری حلالیت و تست کف علف کش گلايفوزیت (41 % SL)

Table 4. Stability of solubility and foam test results on glyphosate (% SL 41)

Sample code	Province	EC	Hardness	Stability of solubility	Foam (ml)
W-1	Qazvin	571	128	Transparent and uniform	2.5
W-2	Mazandaran	384	198	Transparent and uniform	5
W-3	Tehran	581	248	Transparent and uniform	0
W-4	Markazi	1787	273	Transparent and uniform	3
W-5	Kerman	884	197	Transparent and uniform	2
W-6	Isfahan	960	238	Transparent and uniform	2.5
W-7	Guilan	129	60	Transparent and uniform	2
W-8	Shiraz	2920	744	Transparent and uniform	3
W-9	Khorasan razavi	251	123	Transparent and uniform	3
W-10	Kerman	11900	2255	Transparent and uniform	7
W-11	Yazd	2270	620	Transparent and uniform	2
W-12	Standard hard water	-	342	Transparent and uniform	2

۲-۲- نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی علف کش تری بنورون متیل (75 %WG) پارامترهای فیزیکوشیمیایی علف کش تری بنورون متیل (75 %WG) شامل پایداری تعلیق، pH، تست کف و تر شوندگی در نمونه‌های آب، اندازه گیری و نتایج در جدول ۴ درج گردید.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۴، در آزمایش پایداری حلالیت، تغییری در نمونه‌های آب پس از طی زمان ۱۸ ساعت به طور ثابت در آن و در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد دیده نشد و به صورت مایع شفاف و یکنواخت مشاهده گردیدند. با توجه به اینکه حد استاندارد کف در این فرمولاسیون می‌بایست حداکثر ۶۰ ml در نظر گرفته شود، لذا کلیه نمونه‌ها قابل قبول ارزیابی شدند.

جدول ۵: نتایج آزمون قابلیت تعلیق، pH، میزان کف و ترشوندگی علف کش تری بنورون متیل (WG % 75) و مقایسه با سختی و هدایت الکتریکی آبهای مناطق مختلف

Table 5. The results of the suspension ability, pH, foam and wet on 3-Benoron methyl (WG% 75) and compared with the hardness and conductivity of water in different areas

Sample code	Province	EC	Hardness	pH	Foam (ml)	Suspension ability (%)	Wet (Sec)
W-1	Qazvin	571	128	6.96	20	15.55	8
W-2	Mazandaran	384	198	6.85	35	4.44	5
W-3	Tehran	581	248	6.99	30	6.66	9
W-4	Markazi	1787	273	6.82	25	22.22	7
W-5	Kerman	884	197	6.93	22	8.88	6
W-6	Isfahan	960	238	6.86	31	11.11	5
W-7	Guilan	129	60	6.91	23	24.44	4
W-8	Shiraz	2920	744	6.66	50	11.11	9
W-9	Khorasan razavi	251	123	6.93	36	11.11	3
W-10	Kerman	11900	2255	6.65	58	71.10	7
W-11	Yazd	2270	620	6.95	40	106.44	8
W-12	Standard hard water	-	342	-	32	4.44	6
W-13	Distilled water	-	-	7.12	-	-	-

با توجه به حد استاندارد حداکثر ۱۰ ثانیه، کلیه نمونه‌های قابل قبول ارزیابی شدند. با توجه به میزان سختی، هدایت الکتریکی، کف، ترشوندگی و قابلیت تعلیق نمونه آب کدهای W-10 و W-11 از میان نمونه‌های فوق، بهترین نمونه ارزیابی شدند.

۳-۲- نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی قارچ کش کاپتان (50% WP)

پارامترهای فیزیکوشیمیایی قارچ کش کاپتان (WP 50%) شامل پایداری تعلیق، pH، تست کف و ترشوندگی در نمونه‌های آب، اندازه گیری و نتایج در جدول ۵ درج گردید.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۵، با توجه به حد استاندارد قابلیت تعلیق که حداقل ۷۰٪ می‌باشد، نمونه آب W-10 و W-11 قابل قبول و W-1، W-2، W-3، W-4، W-5، W-6، W-7، W-8 و W-9 غیر قابل قبول ارزیابی و مردود شدند. با توجه به اینکه حد استاندارد pH در این فرمولاسیون می‌بایست ۸/۵ - ۶ در نظر گرفته شود، کلیه نمونه‌ها قابل قبول ارزیابی شدند. با توجه به اینکه حد استاندارد کف در این فرمولاسیون می‌بایست حداکثر ۶۰ ml در نظر گرفته شود، لذا کلیه نمونه‌ها قابل قبول ارزیابی شدند. میزان ترشوندگی در کلیه نمونه‌ها اندازه گیری شد و

جدول ۶: نتایج آزمون قابلیت تعلیق، pH، میزان کف و ترشوندگی قارچ کش کاپتان (WP 50%) و مقایسه با سختی و هدایت الکتریکی آبهای مناطق مختلف

Table 6. The results of the suspension ability, pH, foam and wet on Captan (50% WP) and compared with the hardness and electrical conductivity of water in different areas

Sample code	Province	EC	Hardness	pH	Foam (ml)	Suspension ability (%)	Wet (Sec)
W-1	Qazvin	571	128	9.28	17	48.88	55
W-2	Mazandaran	384	198	9.25	18	19.99	45
W-3	Tehran	581	248	9.07	17	28.88	47
W-4	Markazi	1787	273	9.02	18	13.33	60
W-5	Kerman	884	197	9.11	10	26.66	62
W-6	Isfahan	960	238	8.78	12	6.66	79
W-7	Guilan	129	60	9.10	7	55.55	40
W-8	Shiraz	2920	744	9.10	4	66.66	60
W-9	Khorasan razavi	251	123	9.18	7	26.66	78
W-10	Kerman	11900	2255	8.89	5.5	99.99	42
W-11	Yazd	2270	620	9	7	28.88	44
W-12	Standard hard water	-	342	-	10	19.99	48
W-13	Distilled water	-	-	9.38	-	-	-

و W-10 قابل قبول و بقیه نمونه‌ها غیر قابل قبول ارزیابی شدند. میزان pH در کلیه نمونه‌ها اندازه گیری شد و بر این اساس که حد استاندارد در این

نتایج مندرج در جدول ۶ نشان می‌دهد با توجه به اینکه حد استاندارد قابلیت تعلیق در این فرمولاسیون حداقل ۶۰٪ می‌باشد، لذا نمونه آب با کدهای W-8

شده و علاوه بر آن رسوب تشکیل شده موجب انسداد نازل سم‌پاش می‌گردد. (Doneen (1967) در بررسی انجام شده، حالت بهینه pH برای محلول سمی حشره کش ها، قارچ کش ها و اکثر علف کش ها را معادل 6-8 بیان نمود. بر اساس نتایج آزمایش حاضر، نمونه آب‌های W-1 استان قزوین- فارسین، W-2 استان مازندران- نور، W-3 استان تهران- شهریار، W-4 استان مرکزی- مأمونیه، W-5 استان کرمان - حسین‌آباد برزگری، W-6 استان اصفهان - شاهین شهر، W-7 استان گیلان - املش، W-8 استان فارس - شیراز، W-9 استان خراسان رضوی - باخرز، W-10 استان کرمان - آب لوله کشی شهرک و W-11 استان یزد - یزد به ترتیب با pH ۷/۹، ۸/۳، ۸/۲، ۸/۱، ۸/۳، ۷/۸، ۶/۸، ۸/۲ و ۷/۴ و ۷/۹ در بهترین حالت برای تهیه محلول سمی بودند. pH بالاتر یا پایین‌تر از حد بهینه با تأثیر مستقیم بر نیمه عمر محلول سمی، بر کیفیت و اثر بخشی کاربرد سم مؤثر می‌باشد. نتایج آزمایش حاضر روی pH محلول سمی علف کش تری بنورون متیل (75 % WG) و نمونه آب‌های W-1 استان قزوین- فارسین، W-2 استان مازندران- نور، W-3 استان تهران- شهریار، W-4 استان مرکزی- مأمونیه، W-5 استان کرمان - حسین‌آباد برزگری، W-6 استان اصفهان - شاهین شهر، W-7 استان گیلان - املش، W-8 استان فارس - شیراز، W-9 استان خراسان رضوی - باخرز، W-10 استان کرمان - آب لوله کشی شهرک و W-11 استان یزد - یزد به ترتیب ۶/۹۶، ۶/۸۵، ۶/۹۹، ۶/۸۲، ۶/۹۳، ۶/۸۶، ۶/۹۱، ۶/۶۶، ۶/۹۳، ۶/۶ و ۶/۹۵ را نشان داد که با یافته‌های پژوهش انجام شده توسط Hefny(1965) نزدیک بود. بر اساس نظر Hefny(1965) علف کش هایی با خاصیت اسیدی

فرمولاسیون می‌بایست حداقل ۶/۵ در نظر گرفته شود، لذا کلیه نمونه‌ها قابل قبول ارزیابی شدند. حد استاندارد کف در این فرمولاسیون حداکثر ۲۵ml می‌باشد، لذا کلیه نمونه‌ها قابل قبول ارزیابی شدند. با توجه به اینکه مطابق با استاندارد فائو حداکثر زمان‌تر شوندگی ۶۰ ثانیه می‌باشد، نمونه آب کدهای W-1، W-2، W-3، W-4، W-7، W-8، W-10، W-11 و W-12 در حد قابل قبول و کدهای W-5، W-6 و W-9 غیرقابل قبول ارزیابی و مردود شدند. در میان نمونه‌های فوق با توجه به میزان هدایت الکتریکی، سختی و قابلیت تعلیق نمونه آب کدهای W-8 و W-10 بهترین نمونه ارزیابی شدند.

بر اساس نتایج این آزمایش در بررسی پارامتر فیزیکوشیمیایی سختی (مجموع یون‌های Ca(ppm) و Mg(ppm))، نمونه آب W-7 استان گیلان - املش در جایگاه آب سبک قرار گرفت. نمونه آب‌های W-1 استان قزوین- فارسین، W-2 استان مازندران- نور، W-3 استان تهران- شهریار، W-4 استان مرکزی- مأمونیه، W-5 استان کرمان - حسین‌آباد برزگری، W-6 استان اصفهان - شاهین شهر و W-9 استان خراسان رضوی - باخرز در جایگاه آب نسبتاً سخت قرار گرفتند. نمونه آب‌های W-8 استان فارس - شیراز و W-11 استان یزد - یزد در جایگاه آب سخت قرار گرفتند. نمونه آب W-10 استان کرمان - آب لوله کشی شهرک در جایگاه آب بسیار سخت قرار گرفت. این نتایج با پژوهش و شاخص‌های ارائه شده توسط Hefny (1984) منطبق بودند. علاوه بر این بر اساس بررسی‌های Petroof (2005)، اگر غلظت کاتیون‌های موجود در آب سخت بیش از ۴۰۰ppm باشد آن‌ها با مولکول‌های آفت کش اتصال برقرار کرده و تشکیل رسوب می‌دهند که این امر باعث کاهش اثر آفت‌کش

عوامل را برای این عملکرد نامطلوب مقصر بدانند (برای مثال آب و هوا، پایداری و مقاومت)، یا میزان آفت کش را افزایش دهد و بدین طریق از تأثیر آب روی عملکرد محصول چشم پوشی می کند.

منابع

- 1- Anonymous. 2013. Water Quality and Pesticides. Newsletter, 11, 1-14.
- 2- Buhler, D. D. and Burnside, O. C. 1983. Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate efficacy. Weed Sci. 31: 163-169.
- 3- Deer J. and Beard, B. 2001. Effect of water pH on the chemical stability of pesticides. Utah State University Cooperative Extension. performance. 86 p.
- 4- Doneen L. D. 1967. Water quality requirements for agriculture. National Symposium on Quality Standards for National Waters. University of Michigan, Ann Arbor. Educational Series No. 161: 213-218.
- 5- Eaton F. M. 1950. Significance of carbonates in Irrigation waters. Soil Science. 69: 123-133.
- 6- FAO. 1965. Land and Water Resources Survey, Mauritius. Final Report, Volume IV. Geology and Hydrology. FAO, Rome. Report No. FAO/SF: 78/MAR 6.
- 7- FAO. 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
- 8- Ford H. W. and Tucker, D. P. H. 1974. Water quality measurements for drip irrigation systems. Florida Agricultural Experiment Stations Journal Series No. 5598.
- 9- Gaskin, R. E. and Holloway, P. 1992. Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate-mono(isopropylammonium) by polyoxyethylene surfactants. Pesticide Science 34: 195- 206.
- 10- Hanan A. B. and Al-Talbani, K. 1970. Evaluation of water quality in Iraq. First Technical Conference, Arab Federation of Agriculture Engineers. 132-141.
- 11- Hefny K. 1984. Water Data Reports. Research Institute for Groundwater, Cairo. 78 p.
- 12- Petroff R. 2005. Water Effects on Pesticide Performance. Montana State University. 119 p.
- 12- Zand, E., Mosavi, K. and Haidari, A. 1999. Herbicides and methods of their application. Jihad-e- Daneshgahi Publication of Mashhad. 572 p.

ضعیف مانند گلیفوسیت در ترکیب با آب های سخت عملکرد مناسبی دارند. در بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی علف کش گلیفوسیت (41 % SL) شامل پایداری حلالیت و تست کف در نمونه های آب نسبتاً سخت شامل W-1 استان قزوین - فارسین، W-2 استان مازندران - نور، W-3 استان تهران - شهریار، W-4 استان مرکزی - مأمونیه، W-5 استان کرمان - حسین آباد برزگری، W-6 استان اصفهان - شاهین شهر و W-9 استان خراسان رضوی - باخرز، نمونه آب های سخت شامل W-8 استان فارس - شیراز و W-11 استان یزد - یزد و نمونه آب بسیار سخت W-10 استان کرمان - آب لوله کشی شهرک، نتایج بدست آمده توسط Hefny تأیید و هیچ گونه تغییری در محلول سمی رخ نداد و به صورت مایع شفاف و یکنواخت مشاهده گردیدند. ضمناً از نظرمیزان کف مقاوم نیز کلیه نمونه ها قابل قبول ارزیابی شدند. تأثیر کیفیت آب بر روی آفت کش ها فاکتور کوچکی است که تغییر بزرگی بوجود می آورد. در اکثر موارد، آب به عنوان یک ورودی نسبتاً بدون ایراد قلمداد می شود؛ در صورتیکه آب صاف و زلال جاری باشد، به خلوص آن نمی اندیشیم. پارامترهای کیفیت آب مانند سختی، اسیدیته و مواد معدنی حل شده در آن می توانند بر روی مواد تشکیل دهنده فعال و یا افزودنی آفت کش تأثیر متقابل بگذارند. کیفیت نامناسب آب می تواند از طریق کاهش حلالیت و کاهش جذب، از سوی آفت مورد نظر، بر روی آفت کش اثر نامطلوب داشته باشد و منجر به عملکرد نامناسب آفت کش شده و نیاز به سمپاشی مجدد را به همراه داشته باشد. یک کاربر ممکن است آفت کش را مقصر بداند و یک محصول دیگر را در مخزن اسپری مورد استفاده قرار دهد یا ممکن است سایر