به نام خدا

تأثیر کیفیت آب بر کارایی علف‌کش‌ها

ناصر باقرانی

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

www.ganrrc.org.ir

بهمن ماه ۱۳۹۳

مقدمه:

عوامل متعددی مانند کیفیت ماده‌موثره و موادهمراه علف‌کش، نوع سمپاش و نازل‌های مورد استفاده و نیز شرایط محیطی برکارایی علف‌کش‌ها مؤثر هستند. آن‌چه که در این میان مورد بی‌توجهی قرار گرفته است " کیفیت آب" مورد نیاز برای سمپاشی می‌باشد. آب خالص در طبیعت وجود ندارد و به‌همین دلیل وجود مقادیر مختلف ناخالصی در آن می‌تواند درجات متفاوتی از کیفیت آب را به‌وجود آورد. مواد موجود در آب به‌صورت‌های قابل‌حل و غیرقابل‌حل وجود دارند. مواد قابل‌حل موجب سختی، قلیائیت و یا شوری آب می‌شوند، درحالی‌که مواد غیرقابل‌حل باعث کدورت آن می‌گردند.

سختی آب:

آب‌سخت به آبی اطلاق می‌شود که حاوی یون‌های کلسیم (Ca^{++})، منیزیم (Mg^{++})، آهن (Fe^{+++}) و سدیم (Na^{+}) باشد. این یون‌ها همگی دارای بار مثبت بوده و قادر هستند که با ملکول علف‌کش‌هایی که اسیدی بوده و به‌همین علت بنیان آن‌ها دارای بار منفی است، اتصال برقرار نمایند. درجه سختی‌آب برحسب میلی‌گرم‌کربنات‌کلسیم در هرلیتر آب بیان می‌شود. در کشورهای مختلف، مقدار یک درجه سختی‌آب با هم تفاوت دارد. برای نمونه یک درجه سختی‌آب در فرانسه، انگلستان، آلمان و آمریکا به‌ترتیب برابر با ۱۰، ۱۴/۳، ۱۰ و ۱۷/۲ میلی‌گرم‌درلیتر کربنات‌کلسیم درنظر گرفته شده است. امروزه، یک واحد همگانی برای درجه سختی‌آب وضع شده که برابر یک میلی‌اکی‌والان کربنات‌کلسیم (یا ۵۰ میلی‌گرم کربنات‌کلسیم) در هرلیتر آب است.

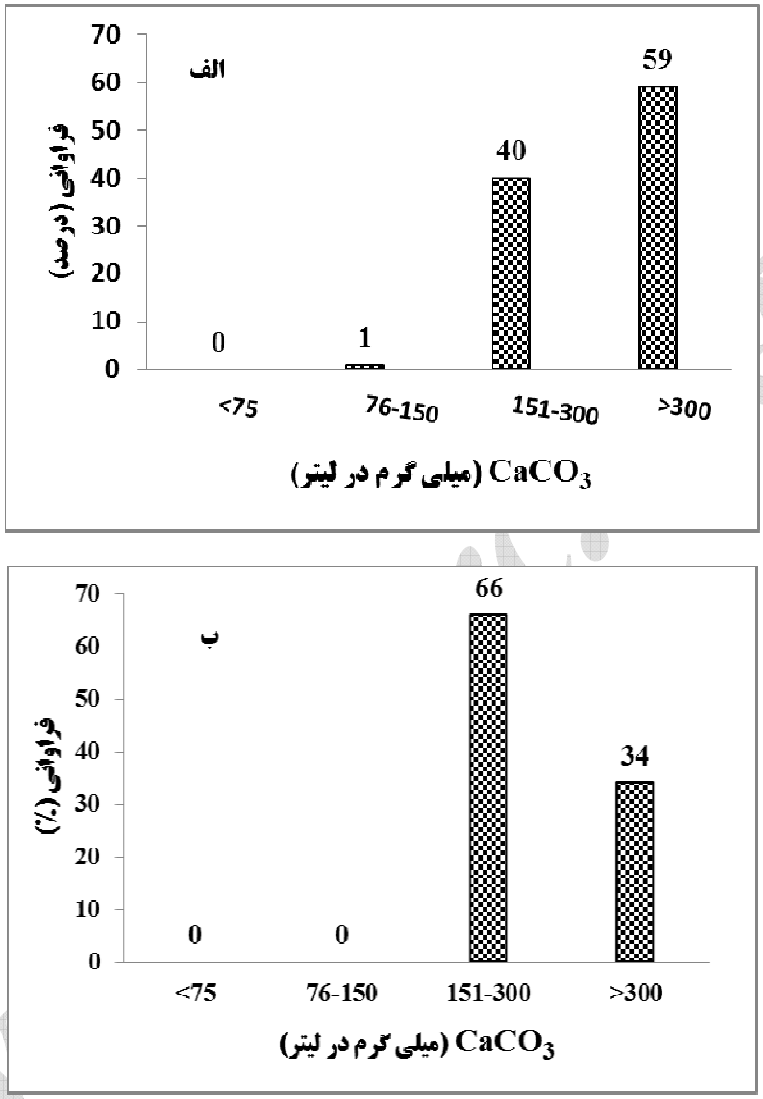
سختی ممکن است موقت یا دائم باشد. سختی‌موقت به‌واسطه وجود بیکربنات‌های کلسیم و منیزیم است و عامل سختی‌دائم سولفات‌ها، کلرورها و نیترات‌های کلسیم و منیزیم می‌باشند. مجموع سختی‌موقت و دائم را سختی‌کل می نامند. آبی که سختی‌کل آن از ۱/۵ میلی‌اکی‌والان کربنات‌کلسیم کم‌تر باشد (در برخی از منابع یک میلی‌اکی‌والان کربنات‌کلسیم ذکر شده است) آب‌نرم محسوب می‌شود. دسته‌بندی سختی‌آب‌ها بر اساس غلظت کربنات‌کلسیم در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی سختی آب‌ها بر اساس غلظت کربنات‌کلسیم

نوع آب	مقدار کربنات‌کلسیم (میلی‌گرم‌درلیتر)
نرم	کم‌تر از ۷۵
سختی متوسط	۷۶ تا ۱۵۰
سخت	۱۵۱ تا ۳۰۰
بسیار سخت	بیش‌تر از ۳۰۰

بررسی سختی‌آب (براساس غلظت کربنات‌کلسیم) در ۴۶۲ حلقه چاه استان گلستان (شکل ۱- الف) نشان می‌دهد که کلاس آب در ۴۰ و ۵۹ درصد چاه‌ها به‌ترتیب سخت و خیلی‌سخت می‌باشد. وضعیت در ۴۳۷ منبع آب

سطحی نیز بهتر از این نیست؛ زیرا به‌ترتیب ۶۶ و ۳۴ درصد منابع آب‌سطحی نیز سخت و خیلی‌سخت هستند (شکل ۱- ب). نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که سختی آب منابع زیرزمینی استان گلستان در طی فصول مختلف تغییر چندانی نمی‌نماید؛ ولی در ۱۰ سال گذشته سختی‌آب‌ها حدود ۲۵ درصد افزایش یافته است.



شکل ۱- فراوانی سختی آب منابع آب زیرزمینی (الف) و سطحی (ب)
براساس غلظت کربنات‌کلسیم در استان گلستان

شدت عوارض ناشی از آب سخت بستگی به pH و درجه‌حرارت آب، خواص ماده‌موثره، فرمولاسیون علف‌کش و مدت زمان تماس آب با سم دارد. باتوجه به‌این‌که سختی بیش از ۴۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر برای مصرف علف‌کش‌ها مناسب نیست، باید درخصوص استفاده از مواد اصلاح‌کننده سختی آب اهتمام بیشتری به‌عمل آید. از راه‌حل‌های توصیه‌شده برای کاهش اثرات آنتاگونیستی آب‌های سخت می‌توان به‌موارد ذیل اشاره نمود.

۱- استفاده از مویان‌های غیریونی: مواد افزودنی در سه گروه فعال‌کننده‌ها (Activator)، بهبوددهنده کاربری (Utility modifier) و بهبوددهنده قطره (Spray modifier) تقسیم‌بندی می‌شوند. بااین‌که در مورد نوع دسته‌بندی ترکیباتی که در هر گروه به‌کار رفته، اختلاف نظرهایی وجود دارد؛ اما به‌طورکلی فعال‌کننده به‌ماده‌ای اطلاق می‌شود که فعالیت آفت‌کش را بهبود بخشد. بهبوددهنده‌ی‌کاربری را می‌توان ماده‌ای دانست که ویژگی‌های فرمولاسیون را اصلاح می‌نماید و بهبوددهنده قطره، ایجاد تغییر در خصوصیات فیزیکی قطره‌سمی را بر عهده دارد. مویان‌های غیریونی جزو مواد افزودنی فعال‌کننده محسوب می‌شوند. این مویان‌ها در آب یونیزه نمی‌شوند و مصرف آن‌ها، نوعی حفاظت فیزیکی علف‌کش در برابر کاتیون را به‌وجود می‌آورد. مقدار توصیه شده این مویان‌ها حداقل ۱۰۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰ لیتر آب می‌باشد.

۲- کاهش حجم آب سمپاشی: بسته به نوع سمپاش مورد استفاده، نوع و مرحله رشدی گیاه‌زراعی و علف‌هرز، سختی‌آب و غیره، ممکن است مقدار آب مورد استفاده در سمپاشی متفاوت باشد. بااین‌حال، در صورت مواجهه با آب‌های سخت، توصیه شده است که از حداقل آب برای این منظور استفاده شود. افزودن بی‌مورد بر مقدار آب سمپاشی می‌تواند مقدار کاتیون را در آب افزایش داده و ضمن افزایش احتمال برخورد آن‌ها با ملکول‌های علف‌کش، تعداد بیشتری از آن‌ها را نیز غیرفعال نماید. هم‌چنین، باید توجه داشت که کاهش غلظت سم در واحد سطح می‌تواند میزان جذب آن را توسط علف‌هرز کاهش دهد.

۳- استفاده از حداکثر مقدار توصیه شده علف‌کش: برای بسیاری از علف‌کش‌ها دامنه مصرف حداقل تا حداکثر معین شده است. توصیه می‌شود که درصورت استفاده از آب‌سخت برای سمپاشی، از حداکثر دز توصیه شده استفاده شود تا ملکول‌های غیرفعال‌شده علف‌کش تا حدودی جبران شود.

۴- کاربرد فوری علف‌کش پس از اختلاط با آب‌سخت: یکی از توصیه‌های مهم برای کاهش اثر کاتیون‌ها بر ملکول علف‌کش این‌است‌که فرصت کافی برای انجام واکنش بین آن‌ها در مخزن سمپاش وجود نداشته باشد. درضمن، هر چه آب گرم‌تر باشد، به‌دلیل تأثیر دما بر افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی، نقش زمان اهمیت بیشتری پیدا می‌نماید.

۵- استفاده از موادافزودنی معدنی بهبوددهنده آب: سولفات‌آمونیوم یکی از موادمعدنی قابل دسترس، بی‌خطر، ارزان و مؤثر در کاهش اثرسوء کاتیون‌ها بر ملکول سموم می‌باشد. سولفات‌آمونیوم خالص به‌صورت کریستال‌های آبدار سفیدرنگ با وزن‌ملکولی ۱۳۲/۱۴ گرم می‌باشد. قابلیت حلالیت این ماده در آب در دمای ۲۰ درجه‌سانتیگراد ۷۶۰ گرم‌درلیتر است. سولفات‌آمونیوم در مقدار توصیه‌شده، موجب تغییر محسوسی در pH آب نمی‌گردد؛ ولی با تفکیک به کاتیون‌آمونیوم و آنیون‌سولفات، نقش بهبوددهنده خود را ایفا می‌نماید. آنیون‌سولفات با اتصال به کاتیون‌های موجود در آب سخت، موجب کاهش غلظت یون‌های آزاد درون آب شده و احتمال برخورد علف‌کش با آن‌ها را کاهش می‌دهد. کاتیون‌آمونیوم نیز می‌تواند با اتصال به ملکول علف‌کش، آن را در مقابل کاتیون‌های قوی‌تر دو و سه ظرفیتی محافظت نماید.

www.ganrrc.org.ir

مقدار سولفات‌آمونیوم موردنیاز بسته به سختی‌آب متفاوت است (جدول ۲). باتوجه‌به درجه سختی منابع آب‌سطحی و زیرزمینی در استان گلستان، بهتر است مقدار یک کیلوگرم سولفات‌آمونیوم برای هر ۱۰۰ لیتر آب درنظر گرفته شود. در اینجا ذکر این نکته حائز اهمیت است که اختلاط کودهای مایع یا جامد همراه با سموم علف‌کش ممکن است از جهاتی مفید باشد؛ ولی قطعاً باتوجه به فراوانی آب‌های سخت و خیلی‌سخت در استان، این اختلاط می‌تواند مشکل کیفیت آب‌ها را حادتر نماید. به‌عبارت‌دیگر، اختلاط کود و علف‌کش زمانی مفید است که با آب نرم یا متوسط انجام شده باشد و درحال‌حاضر بیش‌تر منابع آبی استان فاقد چنین خصوصیتی هستند.

جدول ۲- مقدار سولفات‌آمونیوم خالص مورد نیاز برای اصلاح سختی آب

مقدار کربنات‌کلسیم (میلی‌گرم‌درلیتر)	سولفات‌آمونیوم موردنیاز (گرم در ۱۰۰ لیتر آب)
کم‌تر از ۲۵۰	۳۰۰
۲۵۰ - ۵۰۰	۶۰۰
۵۰۰ تا ۱۰۰۰	۹۰۰
بیش‌تر از ۱۰۰۰	۱۵۰۰

pH آب:

تجزیه موادآلی، اسیدکربنیک و باران‌های اسیدی موجب افزایش اسیدیته آب‌ها شده و برعکس‌آن، وجود یون‌های کربنات ($CO3^{-}$)، بی‌کربنات ($HCO3^{-}$)، فسفات ($PO4^{-3}$) و هیدروکسید (OH^{-}) موجب قلیائیت آب‌ها می‌شوند. اسیدی بودن آب موجب کاهش کارایی علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره مثل گرانستار، توتال، شوالیه، آتلانتیس و اتللو می‌گردد. هم‌چنین، قلیابودن آن، موجب کاهش کارایی علف‌کش‌های اسیدی خواهد شد. تحقیقات نشان داده است که وجود بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر یون بی‌کربنات، کارایی علف‌کش‌های اسیدی را مختل می‌نماید. باتوجه‌به ماهیت اسیدی بیش‌تر علف‌کش‌ها، احتمال تفکیک ملکول آن‌ها در آب‌های قلیایی وجود دارد. اسیدها در حالت عادی (پروتونه) خاصیت چربی‌دوستی دارند، ولی به‌محض تفکیک‌شدن (یونیزه) آب‌دوست می‌شوند. ترکیبات آب‌دوست از لایه چرب کوتیکول برگ به‌سختی عبور می‌نمایند و به‌دلیل خنثی شدن مکانیزم تله‌یونی در خارج از سلول، عبور آن‌ها از غشا سلول نیز با مشکل مواجه می‌شود.

بسته به‌ماهیت شیمیایی علف‌کش، میزان اسیدی بودن ماده‌موثره آن‌ها متفاوت است. علف‌کش‌ها کاملاً یونیزه نمی‌شوند و برای بیان شدت اسیدی بودن آن‌ها به‌جای pH از شاخص ثابت‌تفکیک (PK_a) استفاده می‌شود. ثابت‌تفکیک درواقع نشان می‌دهد که در کدام pH نیمی از ملکول‌های علف‌کش به‌صورت تفکیک‌نشده و نیمی‌دیگر به‌صورت تفکیک‌شده (یونیزه) وجود دارند. مقدار PK_a علف‌کش‌هایی که به‌طور عمده در استان گلستان مصرف می‌شوند در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ثابت تفکیک برخی از علف‌کش‌های پرمصرف

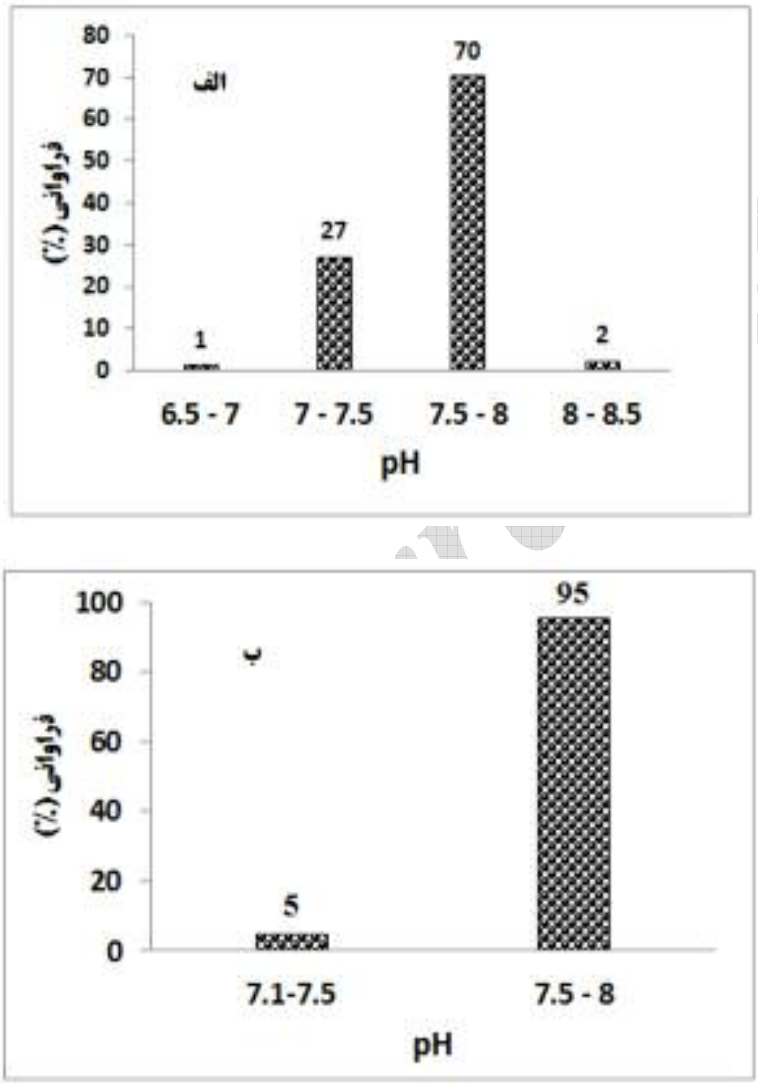
توصیف	PK_a	طیف سموم
اسید قوی	<۳/۵	همه سموم قابل‌حل در آب (توفور-دی، لونترل، بازاگران، رانداپ، گراماکسون، پرسوئیت، دوپلوسان‌سوپر، توردون، دیالن‌سوپر) + پوماسوپر + سنکور+ استومپ
اسید نسبتاً قوی	۳/۶-۴/۵	دیم‌ها + دن‌ها (آکسیال)
اسید ضعیف	۴/۵-۶	فوپ‌ها + دی نیتروآنیلین‌ها + اکسیدازول‌ها
اسید خیلی ضعیف	>۶/۱	سولفونیل‌اوره‌ها

اسیدهای‌قوی هیدروژن خود را به‌راحتی از دست نمی‌دهند و به‌همین علت نیز در دامنه pH آب‌های موجود، حساسیت زیادی نسبت به قلیایی بودن آب نشان نمی‌دهند. اسیدهای نسبتاًقوی نظیر سلکت‌سوپر، نابو-اس و آکسیال با PK_a کمتر از ۵، بیش از سایر علف‌کش‌ها نسبت به pH آب واکنش نشان می‌دهند و قرارگرفتن آن‌ها در آب قلیایی (و حتی خنثی) موجب یونیزه‌شدن این گروه می‌گردد. دی‌نیتروآنیلین‌ها (ترفلان، سونالان و استومپ) و اکسیدازول‌ها (رونستار و تاپ‌استار) اسیدضعیف به‌حساب می آیند و چندان به pH بالای آب حساسیت ندارند. بسیاری از فوپ‌ها (تاپیک، گالانت‌سوپر، پنترا و ...) نیز با این که اسیدقوی هستند؛ ولی ملکول آن‌ها به‌صورت پیش‌علف‌کش با بنیان‌های متیل، اتیل و غیره الحاق شده‌اند و به‌همین دلیل به‌راحتی تفکیک نمی‌شوند و درنتیجه حساسیت زیادی هم به pH آب ندارند. این قاعده کلی است و موارد استثنایی مثل ایلوکسان نیز وجود دارد. اسیدهای خیلی‌ضعیف تا خنثی مانند علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره، در آب‌قلیایی پایدار هستند. نیمه‌عمر هیدرولیزآبی در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد) برخی از علف‌کش‌های پرمصرف در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- نیمه‌عمر هیدرولیزآبی برخی از علف‌کش‌های پر مصرف

	نیمه‌عمر هیدرلیز (روز)		
	pH=5	pH=7	pH=9
پوماسوپر	۱۹	۲۳	۰/۶
تاپیک	۲۶	۴	۰/۰۷
آکسیال	۲۵	۱۵	۰/۳
ایلوکسان	۳۶۳	۳۲	۰/۵۲
گرانستار	۱	۱۶	پایدار
آپیروس	۴۸	۱۶۴	۱۴۷
آتلانتیس	۳/۵	۲۵۳	۳۱۸
یو-۴۶	پایدار	پایدار	پایدار
دوپلوسان‌سوپر	پایدار	پایدار	پایدار
برومایسید ام.آ.	۳۴	۱۱	۱/۷

بررسی pH آب در ۴۶۲ حلقه چاه استان گلستان (شکل ۲-الف) نشان می‌دهد که فقط آب یک‌درصد چاه‌ها برای مصرف علف‌کش‌های اسیدی تا حدودی مناسب است و در ۷۳ درصد موارد نیز اصلاً برای مصرف این‌گونه علف‌کش‌ها مناسب نیست. وضعیت pH آب در ۴۳۷ منبع آب‌سطحی نیز نشان می‌دهد که در ۹۵ درصد موارد، pH در محدوده ۷/۵ تا ۸ قرار دارد (شکل ۲-ب).



شکل ۲- فراوانی pH آب منابع آب زیرزمینی (الف) و سطحی (ب) در استان گلستان.

مواردی که به‌عنوان راهکار برای تخفیف اثر سختی‌آب عنوان شد، در جهت کاهش اثر نامطلوب pH نیز کاربرد دارد. البته استفاده از مواد اصلاح‌کننده pH آب و نیز سولفات‌آمونیوم نتایج مفیدتری به‌دنبال خواهد داشت. سولفات‌آمونیوم (در محدوده‌ای که مصرف می‌شود) موجب تغییر pH نمی‌گردد؛ ولی یون‌های آن موجب رفع اثرات

آنتاگونیستی یون بی‌کربنات بر ملکول علف‌کش می‌گردد. اصلاح‌کننده‌های pH که به‌صورت تجاری عرضه می‌شوند، خاصیت بافری داشته و از کاهش بیش از حد pH آب جلوگیری می‌نمایند. لازم به‌ذکر است که مواد اصلاح‌کننده pH، میزان اسیدیته آب را تا حدی بالا می‌برند که برای مصرف فوری علف‌کش مناسب باشد و پس از آمیختن آن‌ها با آب باید سم را مصرف نمود. به‌علاوه، هرگز ازترکیبات معدنی مانند اسیدسولفوریک، کلریدریک یا نیتریک برای کم نمودن pH استفاده نکنید.

شوری آب:

شوری مهم‌ترین و متداول‌ترین معیار تعیین‌کننده کیفیت آب قلمداد می‌شود. اصطلاح شوری، معرف غلظت یون‌ها و ملکول‌های محلول در آب است. ترکیباتی که معرف شوری آب هستند غالباً مرکب از کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و آنیون‌های کلراید (Cl^-)، سولفات ($SO4^{-2}$)، کربنات و بی‌کربنات می‌باشند. پتاسیم (K^+) و نیترات (NO_3^-) در درجه‌دوم اهمیت هستند و به‌ندرت از عوامل مهم شوری محسوب می‌شوند. به‌همین‌جهت، در ارزیابی کیفی آب‌های شور از سنجش این یون‌ها و سایرین مانند بُر (B) صرف‌نظر می‌شود.

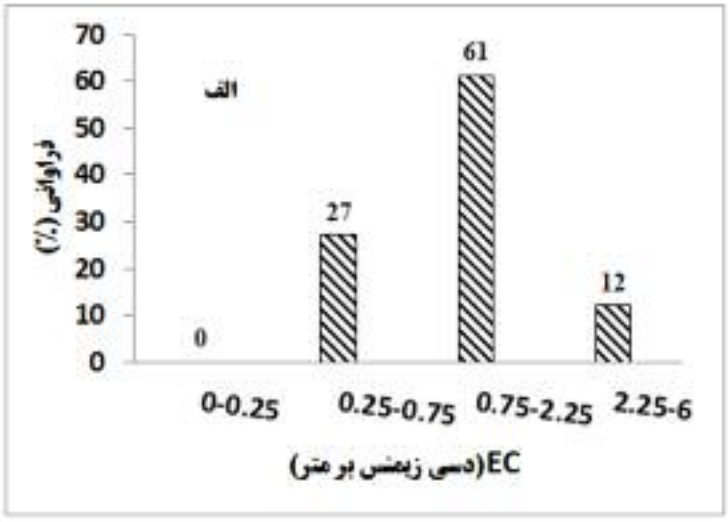
ازآنجاکه یون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم از عوامل ایجاد سختی آب‌ها نیز به‌شمار می‌روند، می‌توان نتیجه گرفت که همه آب‌های شور، سخت نیز هستند ولی هر آب سختی الزاماً شور نیست. معیارهای سنجش شوری، هدایت‌الکتریکی (Electrical Conductivity) و یا باقی‌مانده خشک (Total Dissolved Solids) هستند. واحد اصلی EC در سیستم متریک "میلی‌موس‌برمتر" و در سیستم بین‌المللی "زیمنس‌برمتر" است. واحدهای مذکور به‌راحتی به‌یکدیگر قابل تبدیل می‌باشند. به‌عنوان مثال یک دسی‌زیمنس‌برمتر معادل یک میلی‌موس‌برسانتی‌متر است. باقی‌مانده‌خشک برحسب میلی‌گرم‌درلیتر (mg/l) یا قسمت‌درمیلیون (ppm) توصیف می‌شود. درواقع اگر آب را از کاغذ صافی گذرانده و آب زلال به‌دست آمده با حرارت تبخیر شود، آنچه در ظرف باقی می‌ماند نمک‌هایی است که در آب محلول بوده‌اند و به‌نام باقی‌مانده خشک (TDS) نامیده می‌شود. این روش در صورتی که آب فاقد بی‌کربنات باشد، روش ساده و نسبتاً دقیقی است؛ ولی درصورت وجود این یون، حدود نیمی‌از آن در اثر حرارت از بین رفته و مقدار TDS واقعی به‌دست نمی‌آید. بین شاخص‌های هدایت الکتریکی (EC) و باقی‌مانده‌خشک (TDS) روابط تجربی زیر حاکم است.

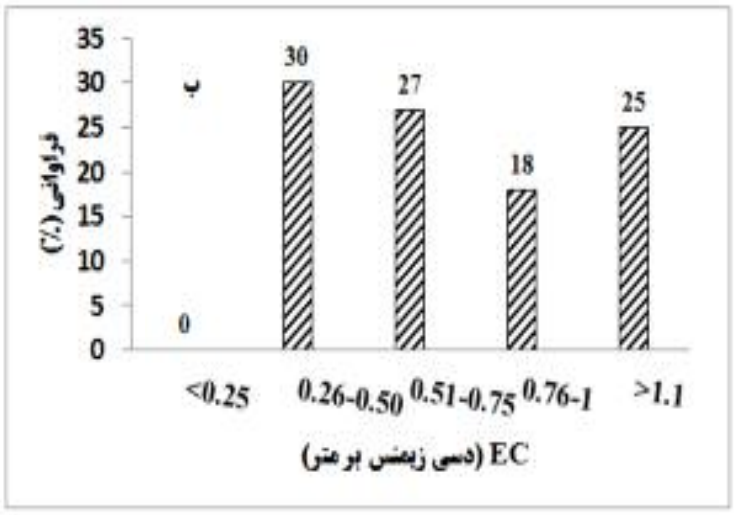
جدول ۵- رابطه هدایت الکتریکی و باقی‌مانده‌خشک

برای $۰/۰۱ < EC < ۵$	
$TDS_{(mg/l)}=640 \times EC_{(ds/m)}$	
$TDS_{(meq/l)}=10 \times EC_{(ds/m)}$	
برای $EC > ۵$	
$TDS_{(mg/l)}=800 \times EC_{(ds/m)}$	

www.ganrrc.org.ir

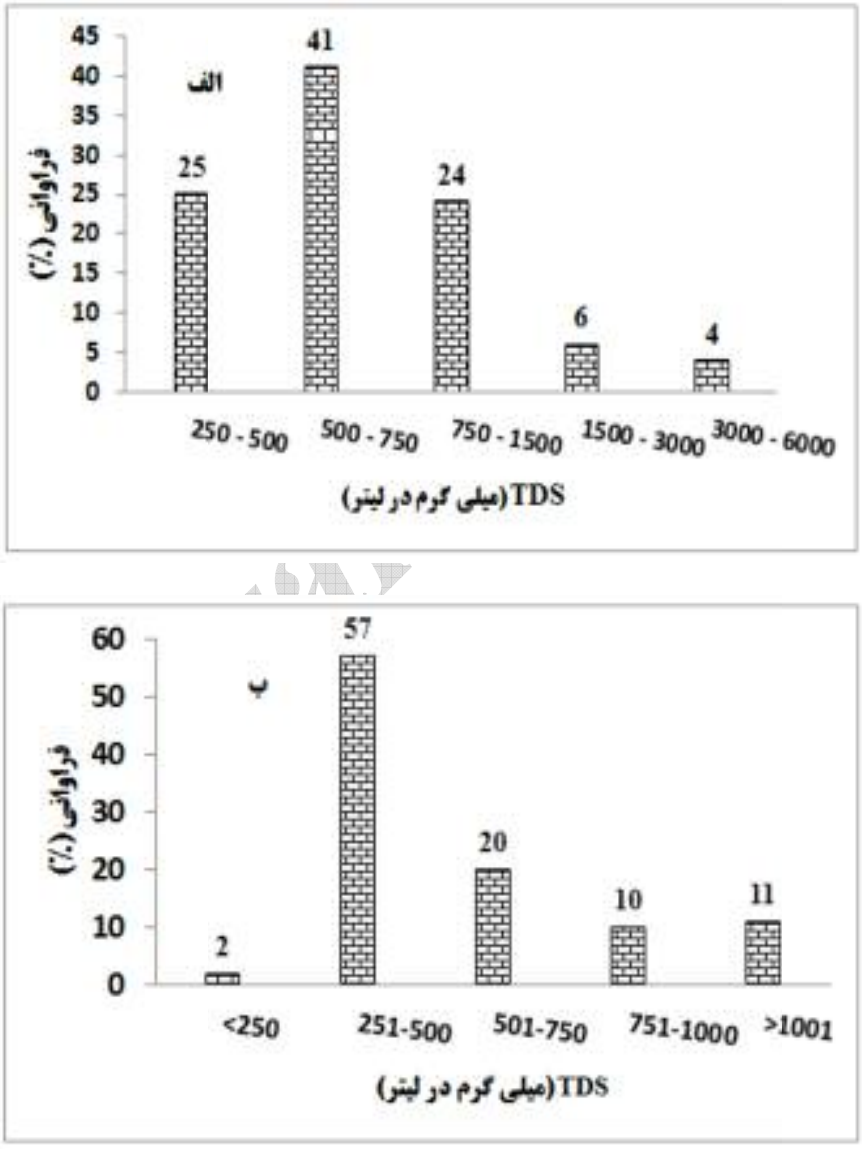
آزمایش‌ها نشان می‌دهند که برای مصرف اکثر سموم، مقدار باقی‌مانده خشک نباید بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر بوده و یا به‌عبارت‌دیگر، EC آب باید کم‌تر از ۰/۷۵ دسی‌زیمنس‌برمتر باشد. این درحالی است که بررسی EC آب در ۴۶۲ حلقه چاه استان گلستان (شکل ۳-الف) نشان می‌دهد که فقط شوری آب ۲۷درصد چاه‌ها کمتر از حدمجاز برای سمپاشی علف‌کش‌ها است و عمدتاً نیز (۶۱درصد) دارای EC بین ۰/۷۵ تا ۲/۲۵ دسی‌زیمنس‌برمتر هستند. وضعیت EC در ۴۳۷ منبع آب‌سطحی نیز نشان می‌دهد که ۵۷درصد این منابع دارای EC کم‌تر از ۰/۷۵ دسی‌زیمنس‌برمتر بوده و در بقیه موارد EC خیلی بیش از این مقدار است (شکل ۳-ب).





شکل ۳- فراوانی EC آب منابع آب زیرزمینی (الف) و سطحی (ب) در استان گلستان.

باقی‌مانده خشک (TDS) منابع آبی استان نیز وضعیتی مشابه EC دارد. باتوجه‌به این‌که آخرین حد مجاز TDS برای مصرف علف‌کش‌ها ۵۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر است، فقط در ۲۵درصد از چاه‌های استان این شرایط وجود دارد (شکل ۴-الف) و در ۷۵درصد مابقی، مقدار باقی‌مانده خشک از ۰/۵ تا ۱۰ برابر حدمجاز می‌باشد. منابع آب‌سطحی به‌دلیل تغذیه از آب‌باران و یا سایر منابع‌آب، دارای شوری کم‌تری نسبت‌به چاه‌ها می‌باشند. در شکل ۴-ب نشان داده شده است که حدود ۶۰درصد آب‌های سطحی شوری کم‌تر از حدمجاز داشته و در ۴۰درصد باقی‌مانده نیز میزان شوری حداکثر دو برابر این مقدار می‌باشد.



شکل ۴- فراوانی TDS آب منابع آب زیرزمینی (الف) و سطحی (ب) در استان گلستان.

کدورت آب:

وجود موادمعلق نامحلول در آب نظیر ذرات رس، سیلت، شن، جلبک‌ها، ریزجانداران، برخی فلزات، موادآلی و غیرآلی می‌تواند موجب کدورت آب گردد. درجه کدورت آب بر اساس شفافیت آن و از وضوح‌کامل تا تیرگی‌کامل طبقه‌بندی می‌شود. این مواد، مسیر خروج محلول‌سمی از نازل را مسدود نموده و کیفیت سمپاشی را کاهش می‌دهند. به‌علاوه، با ماده‌موثره برخی از موادشیمیایی پیوند ایجاد کرده و آن‌ها را غیرفعال نماید. ضرایب جذب‌سطحی خاک (K_d)، جذب‌سطحی کربن‌آلی (K_{oc}) یا جذب‌سطحی موادآلی (K_{om}) برای توصیف شدت پیوند این ذرات با ملکول‌های سموم (علف‌کش) به‌کار می‌روند. بدیهی است علف‌کش‌هایی که دارای ضریب جذب‌سطحی بیش‌تر هستند، با قدرت بیشتری نیز به این ذرات متصل می‌شوند.

ایده استفاده از ضریب جذب‌سطحی دراصل برای پیش‌بینی قابلیت آبشویی (نفوذ به آب‌های‌زیرزمینی) و رواناب‌شدن (انتقال به آب‌های‌سطحی) علف‌کش‌ها می‌باشد؛ ولی از این ضرایب برای تخمین احتمال ایجاد پیوند ملکول علف‌کش در مخزن سمپاش نیز می‌توان استفاده نمود. اصولاً ضریب جذب‌سطحی‌خاک (K_d) از تقسیم مقدار علف‌کش جذب‌شده به‌خاک بر مقدار علف‌کش موجود در آب‌خاک به‌دست می‌آید. چنانچه مقدار K_d بر محتوای کربن‌آلی خاک تقسیم شود، ضریب K_{oc} حاصل خواهد شد و از تقسیم این ضریب بر عدد ۱/۷۲۴ نیز می‌توان به مقدار عددی K_{om} دست یافت. امروزه کاربرد ضریب جذب‌سطحی کربن‌آلی خاک بیش از دو ضریب دیگر می‌باشد. در جدول ۶ مقدار این ضریب برای برخی از علف‌کش‌ها ذکر شده است. به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود بیش‌تر علف‌کش‌های خانواده فنوکسی دارای ضریب‌جذب کربن‌آلی کم‌تر از ۵۰ هستند. به استثنای پوماسوپر، مقدار K_{oc} برای فوپ‌ها و دیم‌ها کم‌تر از ۵۰۰ می‌باشد. حساسیت پوماسوپر به کدورت‌آب از رانداپ نیز بیش‌تر است. در بین علف‌کش‌ها، گراماکسون دارای بیش‌ترین حساسیت به‌کدورت آب است.

جدول ۶- مقادیر جذب کربن‌آلی برخی از علف‌کش‌های پرمصرف

نام تجاری علف‌کش	K_{oc}	نام تجاری علف‌کش	K_{oc}	نام تجاری علف‌کش	K_{oc}
لونترل ۳۰۰	۵	فوکوس	۵۹	رونستار	۳۲۰۰
توردون ۲۲ کا	۱۳	سلکت	۷۴	فوزیلید	۳۳۹۴
ستاف	۲۰	نابو-اس	۷۵	کوبکس	۴۰۰۰
کروز	۳۰	گراسپ	۱۲۰	سونالان	۶۳۶۴
گرانستار	۳۵	گالانت	۱۲۸	رانداپ	۶۹۲۰
یو-۴۶	۳۹	پنترا	۴۷۷	پوماسوپر	۱۱۳۵۴
تیتوس	۵۰	تارگا	۵۴۰	ترفلان	۱۵۸۰۰
پرسوئیت	۵۲	تاپ استار	۱۹۱۵	استومپ	۱۷۵۸۱
بازاگران	۵۵	داکتال	۲۹۶۳	گراماکسون	۱۰۰۰۰۰۰

سپاسگزاری:

بدین‌وسیله از آقای دکتر علیرضا کیانی، عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به‌خاطر ارائه منابع اطلاعاتی مفید و راهنمایی‌های ارزنده در تهیه این مجموعه، تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده:

- افراسیابی‌مهر، ا.، قرخلو، ج.، و باقرانی، ن. ۱۳۹۲. تاثیر کیفیت‌آب بر کارایی علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ‌پروپارژیل در کنترل یولاف‌وحشی و علف‌خونی. پنجمین همایش علوم علف‌های هرز. کرج.
- زند، ا.، موسوی، س. ک.، و حیدری، ا. ۱۳۸۷. علف‌کش‌ها و روش‌های کاربرد آن‌ها با رویکرد بهینه‌سازی و کاهش مصرف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۷۲ صفحه.
- زند، ا.، وردی، ع. ا.، حمامی، ح.، و حیدری، ا. ۱۳۹۳. کاربرد مواد افزودنی به‌همراه مواد شیمیایی کشاورزی، روغن‌ها، مویان‌ها و دیگر مواد افزودنی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۹۶ صفحه.
- عادلی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی کیفی منابع آب شهرستان گرگان با استفاده از GIS و زمین آمار. مجله آمایش جغرافیایی فضا. جلد ۲:۷۴-۵۷.
- کیانی، ع.، و عباسی، ف. ۱۳۸۹. شوری در کشاورزی (چالش ها و راهکارها). انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۸۸ صفحه.
- گلپایگانی، ه.، گوهری‌مقدم، م.، و بوستانی، ف. ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات پارامترهای هیدروشیمیایی آب زیرزمینی دشت گرگان. ژئوشیمی. جلد ۱:۹۸-۹۰.
- موسوی، س. ک.، زند، ا.، و صارمی، ح. ۱۳۸۴. کارکرد فیزیولوژیک و کاربرد علف‌کش‌ها. انتشارات دانشگاه زنجان، ۲۸۶ صفحه.
- نصرتی، ا.، علیزاده، ح. رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۹۰. مطالعه رفع اثرات کاهندگی ناشی از کیفیت آب سمپاشی بر کارائی گلایفوسیت و آمیخته علف‌کشی توفوردی +ام‌سی‌پی‌آ در کنترل شیرین بیان با استفاده از برخی مواد افزودنی. مجله دانش علف‌های‌هرز. جلد ۷: ۶۰-۴۹.

- Andresen, B. 2006. Water quality and pesticide performance. www.quantumlynx. com
- Anonymous. 2007. Safe and effective herbicide use: A handbook for near-water applications. Environment Protection Authority, South Australia.
- Brown, K. 2001. Environmental impact on herbicide performance. Manitoba Agriculture and Food, Box 1149, Carman, MB R0G 0J0.
- Czapar, G. F., Curry, M. P., and Brink, W. H. 2002. Pest management recommendations and water quality concerns: An Illinois agribusiness perspective. Weed Technol. 16: 440-443.
- Fishel, F., and M Ferrell. J.A. 2013. Water pH and the Effectiveness of Pesticides. University of Florida, IFAS Extension.
- Franzen, D. W. and Zollinger, R. K. 1997. Interaction of soil applied herbicides with soil pH. North Dakota state Univ. Extension Service
- Grains Research and Development Corporation. 2012. Water quality for spraying operations. Available from: http:// www.grdc.com.au

www.ganrrc.org.ir

- Heidekamp, A. J., and Lemley, A. T. 2005. Hard water. Water quality program. College of human ecology, Cornell Univ.
- Klokocar‐Smit, Z., D. Indjic, S. Belic, and M. Miloradov. 2002. Effect of water quality on physical properties and biological activity of tank mix insecticide‐fungicide spray. Acta Hort. (ISHS) 579: 551-556.
- McMullan, P. M. and Holm, F. A. 1994. Effect of water quality on postemergence grass herbicide efficacy. Saskatchewan Canola Development Commission report.
- Morris, K., and Jarman, R. 1981. Evaluation of water quality during herbicide applications to Kerr Lake, OK. J. Aquat. Plant Manage. 19: 15-18.
- Penner, D. 2000. Activator adjuvants. Weed Technol. 14: 785-791.
- Petroff, R. 2005. Water effects on pesticide performance. Montana State University.
- Sandín-España, P., Sevilla-Morán, B., Alonso-Prados, J. L., and Santín-Montanyá, I. 2012. Chemical behaviour and herbicidal activity of Cyclohexanedione Oxime herbicides, Available from: http://www.intechopen.com.
- Turner, H. 2008. Melpat Ammonium Sulphate Spray Grade. Technical note. Melpat International, Ltd.
- Williamson, K. 2009. Water quality for mixing herbicides. Alberta Ag-Info Centre.

www.ganrrc.org.ir