نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، زمستان 1394، ص. 539-531

Journal of Plant Protection
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 531-539

بررسی تغییرات pH آب در مخزن سمپاش بر کارایی علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه

کمال حاج محمدنیا قالی باف[1*] - محمدحسن راشد محصل[2] - مهدی نصیری محلاتی[3] - اسکندر زند[4]

تاریخ دریافت:1392/09/16
تاریخ پذیرش:1394/08/07

چکیده

به منظور بررسی تغییرات اسیدیته آب (شامل هفت سطح pH معادل 4، 5، 6، 7، 8، 9 و 10) در مخزن سمپاش گلایفوسیت (Roundup®, 41% SL) و نیکوسولفورون (Cruse®, 4% SC) در کنترل علف های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*)، دو آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل 7×2 و در قالب طرح کاملا تصادفی با 6 تکرار (به انضمام 3 گلدان شاهد علف هرز برای هر سطح pH) در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال 1390 اجرا شد. گلایفوسیت و نیکوسولفورون به ترتیب در مقادیر 158 و 22 گرم ماده مؤثره در هکتار (بدون مویان) به صورت پس رویشی در مرحله 3 تا 4 برگی علف های هرز در حجم سمپاشی 250 لیتر در هکتار اعمال شدند. نتایج نشان داد که بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی (درصد شاهد) علف های هرز به طور معنی داری ($P\leq0/01$) تحت تأثیر تغییرات pH محلول علف کش ها قرار گرفتند. علف کش نیکوسولفورون در pH های 7 و 8 آب مخزن سمپاش بیشترین تأثیر را در کنترل علف هرز سوروف ایجاد کرد، در صورتی که بیشترین کارایی نیکوسولفورون بر گاوپنبه در pH=8 به دست آمد. این در حالی بود که علف کش گلایفوسیت در اسیدیته آب معادل 7-6 و 6 بهترین کنترل را به ترتیب روی علف های هرز سوروف و گاوپنبه نشان داد. در مجموع، pH های قلیایی تر آب برای کارایی نیکوسولفورون در مقایسه با گلایفوسیت مناسب بودند. نتایج این آزمایش، نقش pH آب مخزن سمپاش بر کارایی علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه را مورد تأکید قرار داد.

واژه های کلیدی: پس رویشی، زیست توده، کیفیت محلول، مویان

مقدمه

بر اساس تحقیقات انجام شده، عوامل متعددی بر جذب، انتقال و کارایی علف کش ها تأثیرگذارند که از جمله این عوامل می توان به مؤلفه های فیزیکی نظیر جهت گیری برگ، شکل برگ، اندازه برگ، ضخامت کوتیکول برگ و کرک دار بودن آن، عوامل فیزیولوژیکی مانند مرحله رشد گیاه و میزان شادابی آن، و عوامل محیطی مثل بارندگی پس از سمپاشی، رطوبت نسبی، باد، دما و کیفیت آب مورد استفاده در سمپاشی اشاره کرد (32).

تغییرات کیفیت منابع آب طبیعی بدین علت است که آب های جاری با عبور از میان خاک ها و سنگ ها، مواد طبیعی را در خود حل کرده و به ذخایر آب های زیرزمینی منتقل می کنند (12). از عوامل کیفیت آب در این خصوص که بر جذب و انتقال برخی علف کش ها تأثیر می گذارند می توان به سختی آب، اسیدیته (pH) آب، میزان یون بی کربنات، کدورت آب، مواد آلی و سایر مواد موجود در آن اشاره داشت (3، 9، 10 و 13). pH، مقیاسی شیمیایی برای اندازه گیری غلظت یون هیدروژن (H^+) در آب است. هنگامی که مولکول آب شکسته (هیدرولیز) می شود، به یون هایی با بار مثبت به نام هیدروژن (H^+) و یون هایی با بار منفی به نام هیدروکسید (OH^-) تجزیه می گردد. هر چه میزان یون هیدروژن آب بیشتر باشد، آن آب خاصیت اسیدتری دارد و بالعکس (21). pH مخلوط سم، حلالیت و پایداری یونی علف کش ها را کنترل می کند، بنابراین بر جذب و فعالیت بیولوژیکی آن ها با تعیین فرم علف کش، تأثیرگذار است. هنگامی که pH محلول سم کمتر از pK_a (ثابت تفکیک یونی) علف کش قرار گیرد، افزایش pH می تواند حلالیت علف کش را افزایش داده و فعالیت علف کش را بهبود بخشد، به خصوص هنگامی که محدودیت جذب ناشی از حلالیت علف کش باشد (14).

1، 2 و 3- به ترتیب کارشناس ارشد آموزشی و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Hajmohamadnia@staff.um.ac.ir)
4- استاد پژوهش، بخش تحقیقات علف های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی ایران

علف کش های سولفونیل اوره ای[1] به واکنش های مختلف هیدرولیز، حساسیت های متفاوتی نشان می دهند. واکنش تخریبی اصلی در این گروه از علف کش ها، شکافتن پل سولفونیل اوره ای وابسته به pH است (2). علاوه بر این، حلالیت آب سولفونیل اوره ها نیز وابسته به pH است (28). در تحقیقی، ویکاری و همکاران (29) دریافتند که هیدرولیز علف کش ریم سولفورون در محلول آبی با افزایش pH تا 7 کاهش یافته و سپس تحت شرایط قلیایی دوباره افزایش نشان داد. تحقیقات قبلی نشان دادند که جذب علف کش تریفلوکسی سولفورون به داخل برگ های برخی علف های هرز می تواند تحت تأثیر pH حامل سم قرار گیرد (15). کیفیت آب به نظر بر سمیت گلایفوسیت نیز تأثیرگذار است؛ چرا که تغییر کارایی این علف کش در مزرعه و گلخانه مشهود است، سمیت گلایفوسیت با کاهش حجم سمپاشی معمولا افزایش یافته و همچنین استفاده از آب مقطر به عنوان حلال گلایفوسیت کارایی آن را بهبود می بخشد (4).

برای بررسی تأثیر اثرات pH آب مخزن سمپاش روی علف کش ها، انجام آزمایش های کارایی کنترل علف های هرز روشی مناسب است. از طرفی گونه ای مختلف علف های هرز ممکن است مقادیر متفاوتی از یون ها را در بافت خود داشته باشند که با کیفیت محلول علف کش ها واکنش های متفاوتی نشان دهند (14). علف هرز باریک برگ سوروف [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.] از خانواده گندمیان (Poaceae) و علف هرز پهن برگ گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) از خانواده پنیرک (Malvaceae) با خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت، در طیف کنترل علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون قرار می گیرند. با توجه به این که آب به عنوان مهمترین حلال در کاربرد این علف کش ها مطرح است، بنابراین به نظرمی رسد که ویژگی های کیفیت آب اضافه شده به مخزن سمپاشی، مانند اسیدیته (pH)، ممکن است در کارایی این علف کش ها مؤثر باشد (6، 8، 18 و 32). با توجه به موارد مذکور، آزمایش های پایه ای حاضر با هدف بررسی تغییرات pH آب مخزن سمپاش بر کارایی علف کش های گلایفوسیت (رانداپ)[2] و نیکوسولفورون (کروز)[3] در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه در شرایط گلخانه ای طراحی و اجرا شد.

مواد و روش ها

بذور علف هرز سوروف و گاوپنبه در سال 1389 از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد جمع آوری شد. جهت بهبود جوانه زنی، بذور سوروف بعد از خراش دهی پوشش بذر (26) با سمباده، به مدت 3 دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم 1 درصد قرار گرفتند و سپس دو بار با آب مقطر شستشو داده شدند. بذور علف هرز گاوپنبه نیز در آب 100 درجه سانتی گراد به مدت 1 دقیقه قرار گرفتند و سپس دو بار با آب مقطر شستشو داده شدند و در دمای آزمایشگاه خنک شدند (25). با انجام تیمارهای مذکور، جوانه زنی بذور سوروف و گاوپنبه به بیش از90 درصد رسید. تعداد 8 بذر جوانه دار علف های هرز در گلدان های 2 لیتری محتوی ترکیبی از ماسه: خاک مزرعه: خاکبرگ (1:2:1) در عمق مناسب نشاء شدند. بعد از سبز شدن، بوته ها در مرحله یک برگ حقیقی به 5 بوته در هر گلدان تنک شدند. گلدان ها در گلخانه در شرایط 16 ساعت روشنایی با نور طبیعی و تکمیلی (به کمک لامپ بخار سدیم) در دمای 25 تا 27 درجه سانتی گراد، و 8 ساعت تاریکی (دمای 16 تا 18 درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. آبیاری نیز بر حسب نیاز گیاه از زیر گلدان ها انجام می شد.

کارایی علف کش ها در کنترل علف های هرز در دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل 7×2 در قالب طرح کاملا تصادفی با 6 تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال 1390 مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش ها، 7 سطح pH آب با مقادیر معادل 4، 5، 6، 7 ، 8، 9 و10 به عنوان حلال علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه، با استفاده از بافرهای آماده شرکت مرک آلمان[4] برای هر سطح pH تهیه شد (16). استفاده از بافر آماده برای هر سطح pH بدین منظور بود تا علاوه بر ثبات تغییرات pH آب در ترکیب با علف کش ها در طی آزمایش، پاسخ حاصل از تغییرات pH محلول علف کش نیز بدون دخالت یون ها باشد (4). سه گلدان شاهد از هر علف هرز نیز برای هر سطح pH (سمپاشی بافر به تنهایی بدون کاربرد علف کش) منظور شدند. علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون به ترتیب در مقادیر ثابت 158 و 22 گرم ماده مؤثره در هکتار با توجه به شاخص ED_{50} حاصل از آزمایش مقدماتی (11) به صورت پس رویشی در مرحله 3 تا 4 برگ حقیقی علف های هرز (17 و 27) توسط سمپاش متحرک ریلی مدل MATABI با نازل بادبزنی 8001 و میزان خروجی250 لیتر در هکتار و با فشار پاشش 200kPa سمپاشی شدند. همچنین برای هیچ یک از علف کش ها از مویان استفاده نشد.

به منظور تعیین درجه تأثیر تیمارهای صورت گرفته، چهار هفته پس از سمپاشی بوته های علف هرز، تعداد گیاه زنده باقی مانده در هر گلدان یادداشت شده (7) و به صورت درصدی از کل گیاهان داخل گلدان (تعیین درصد بقاء) محاسبه شدند (معادله 1). ارتفاع بوته، سطح

1- Sulfonylurea
2- Nicosulfuron (Crouse®)
3- Glyphosate (Roundup®)
4- E. Merck, D-6100 Darmstadt, F. R. Germany

برگ (به کمک دستگاه LAM شرکت ΔT)، وزن تر و خشک بخش هوایی تک بوته علف های هرز (با برداشت بخش هوایی گیاه از سطح خاک گلدان و خشک کردن نمونه ها در آون دمای 75 درجه سانتی گراد به مدت 48 ساعت و توزین با ترازوی دقیق 0/001 گرم) نیز به صورت درصد شاهد سنجیده شد.

(1) [100× (تعداد بوته اولیه موجود در هر گلدان/ تعداد گیاهان زنده مانده 4 هفته پس از سمپاشی) = % بقاء]

برای تجزیه و تحلیل داده های مربوط به درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی علف های هرز از تجزیه واریانس توسط نرم افزار MSTATC استفاده شد. انجام مقایسات میانگین صفات مذکور نیز از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5% صورت گرفت. با توجه به کمی بودن تیمارهای مورد آزمایش، برای مقایسه همزمان روند صفات اندازه گیری شده در علف های هرز به تغییرات pH آب مخزن علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون از روش تجزیه رگرسیون استفاده شد. بر اساس روند پراکنش داده ها، توابع شامل پلی نومیال درجه سه (معادله 2) و پلی نومیال درجه چهار (معادله 3) بودند. برازش مدل های فوق و تجزیه رگرسیونی و رسم نمودارها به کمک نرم افزار EXCEL 2007 انجام شد. که در این معادلات، Y صفت مورد نظر علف هرز؛ Y_0 عرض از مبدأ؛ X اسیدیته آب؛ a، b، c و d نیز به ترتیب شیب خط برای جزء خطی، درجه دو، درجه سه و درجه چهار معادله هستند:

$$Y=Y_0+aX+bX^2+cX^3 \quad (2)$$

$$Y=Y_0+aX+bX^2+cX^3+dX^4 \quad (3)$$

نتایج و بحث

1- علف کش نیکوسولفورون: نتایج آزمایش اول نشان داد که تغییرات اسیدیته آب در محلول علف کش نیکوسولفورون، کارایی آن را در کنترل علف های هرز به طور معنی داری تحت تأثیر قرار داد (جدول 1). به طوری که درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی (درصد شاهد) علف های هرز سوروف و گاوپنبه تحت تأثیر معنی دار ($P\leq 0/01$) تغییرات اسیدیته آب در مخزن سمپاش علف کش نیکوسولفورون قرار گرفت (جدول 2). علایم خسارت علف هرز سوروف تحت تأثیر نیکوسولفورون شامل کوتولگی، زردی برگ ها، پیچیدگی غلاف برگ از قاعده و بافت مردگی تدریجی برگ ها بود (23 و 31). کاهش ارتفاع بوته، چروکیدگی، پیچیدگی، زردی (شبیه موزاییک) و خشکیدگی برگ ها نیز از علایم خسارت تیمار نیکوسولفورون بر علف هرز گاوپنبه بود (27 و 30).

برای مقایسه منطقی بین علف های هرز سوروف و گاوپنبه با خصوصیات مرفولوژیک متفاوت، صفات آن ها بر اساس درصد نسبت به شاهد مربوطه (شاهد بدون سمپاشی) محاسبه شده است (19). همانطوری که در جدول 2 ملاحظه می شود، با افزایش تدریجی اسیدیته آب در مخزن نیکوسولفورون از pH=4 تا pH=8، ارتفاع، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی (درصد شاهد) علف هرز سوروف کاهش معنی داری نشان داد ($P\leq 0/05$) ، ولی در pH بیشتر از 8 مجددا با کاهش تأثیر علف کش، این صفات افزایش یافت. با وجودی که pH معادل 8 بهترین کارایی علف کش نیکوسولفورون در کنترل علف هرز سوروف را ایجاد کرد، ولی تفاوت معنی داری با اسیدیته 7 نداشت. این در حالی بود که بهترین نتیجه برای کنترل گاوپنبه در بیشتر صفات اندازه گیری در اسیدیته آب معادل 8 حاصل شد (جدول 2).

جدول 1- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده علف های هرز در پاسخ به تغییرات اسیدیته آب در مخزن سمپاشی نیکوسولفورون.

Table 1- Analysis of variance on weeds measured traits in response to water pH variation in nicosulforon spray tank

SOV (منابع تغییر)	DF (درجه آزادی)	Mean square[1] (میانگین مربعات)				
		Survival (بقاء)	Height (ارتفاع)	Leaf area (سطح برگ)	Shoot fresh w. (وزن تر اندام هوایی)	Shoot dry w. (وزن خشک اندام هوایی)
Weed (علف هرز)	1	6086.01 **	53031.84 **	10710.14 **	54079.20 **	49637.13 **
Water pH (اسیدیته آب)	6	5789.88 **	1139.26 **	2723.64 **	3333.71 **	3519.89 **
Water pH ×Weed	6	228.37 ns	73.76 **	865.72 **	1286.22 **	1431.98 **
Error (خطای آزمایش)	70	224.46	14.47	62.03	49.95	34.85
CV (%) (% ضریب تغییرات)		15.41	7.06	12.53	12.70	10.30

[1] ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1 درصد و غیر معنی دار.

[1] ** & ns significant at level of 1% and non significant, respectively.

جدول 2- اثرات متقابل علف هرز× اسیدیته آب در مخزن سمپاش نیکوسولفورون بر میانگین صفات علف های هرز.

Tab. 2- Interaction between weed and water pH in nicosulforon spray tank on mean of weed traits.

Shoot dry w. (% control) وزن خشک اندام هوایی (% شاهد)		Shoot fresh w. (% control) وزن تر اندام هوایی (% شاهد)		Leaf area (% control) سطح برگ (% شاهد)		Height (% control) ارتفاع (% شاهد)		Survival (% control) بقاء (% شاهد)	Weeds/ Water pH علف هرز/ اسیدیته آب
									Barnyardgrass (سوروف)
33.07	d	34.92	d	79.90	abc	40.27	f	93.33	4
30.93	de	33.65	d	72.55	bcd	35.00	g	85.00	5
9.09	fg	11.40	ef	51.96	e	27.22	h	67.50	6
3.99	g	6.20	f	26.96	f	19.44	i	39.17	7
2.63	g	4.65	f	21.57	f	16.67	i	25.83	8
7.27	fg	9.88	ef	51.47	e	27.78	h	56.67	9
12.98	F	15.24	e	56.86	e	34.89	g	86.67	10
									Velvetleaf (گاوپنبه)
82.21	b	85.81	b	85.13	a	89.39	a	100.00	4
67.37	c	71.89	c	78.02	abc	81.31	b	98.33	5
61.52	c	65.76	c	74.91	bcd	76.77	c	90.00	6
32.39	d	35.31	d	70.61	cd	67.68	d	68.33	7
24.46	e	32.91	d	53.58	e	61.11	e	50.00	8
79.15	b	83.07	b	81.90	ab	84.85	b	73.33	9
93.18	a	96.41	a	86.20	a	91.92	a	93.33	10

[1] میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می باشند، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند.

[1]Means in every column that followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncans' test.

در مقایسه بین دو علف هرز، همان طوری که ملاحظه می شود تأثیر علف کش نیکوسولفورون در کنترل سوروف بیش از گاوپنبه بود. به طوری که در بهترین شرایط کارایی علف کش نیکوسولفورون (اسیدیته آب معادل 8)، درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی علف هرز سوروف به ترتیب به 25/8، 16/7، 21/6، 4/6 و 2/6 درصد شاهد رسید. این مقادیر برای علف هرز گاوپنبه معادل 50/0، 61/1، 53/6، 32/9 و 24/5 درصد بود (جدول 2).

به خاطر خصوصیات شیمیایی علف کش های سولفونیل اوره، آن ها توانایی تجزیه در محلول های آبی را دارند. pKa (ثابت تفکیک یونی) علف کش های سولفونیل اوره در یک طیف اسیدی (3/3-5/2) قرار دارد. هنگامی که pH محلول بالاتر از pKa علف کش باشد، علف کش یونیزه شده و بیشتر حل می شود (12). حلالیت آبی علف کش نیکوسولفورون در pH های 5، 6/9 و 8/8 به ترتیب 360، 12200 و 29200 پی پی ام (قسمت در میلیون) گزارش شده است (24).

به طور کلی، حلالیت علف کش های سولفونیل اوره در آب با کاهش pH کم می شود. چرا که در هنگام اسیدی شدن حلال این گروه از علف کش ها، از توزیع مطلوب آنها ممانعت شده و کارایی شان کاهش می یابد (9 و 28). به عنوان مثال، علف کش مت سولفورون از خانواده سولفونیل اوره در pH های اسیدی آب به صورت غیرفعال در می آید. این در حالی است که اکثر حشره کش ها، قارچ کش ها و علف کش ها در آب هایی که pH آن بیشتر از 7 باشد (آب های قلیایی) خیلی سریع تأثیر خود را از دست می دهند (5). نتایج این آزمایش با تحقیقات سایرین محققین همخوانی داشت (1، 9، 18، 22 و 28).

در همین راستا، ماتوکا و سنزمن (15) با بررسی نیمه عمر علف کش تریفلوکسی سولفورون در pH های آب 5، 7 و 9 دریافتند که هیدرولیز این علف کش در pH اسیدی در مقایسه با pH های خنثی و قلیایی، سریعتر اتفاق افتاد. به طوری که، یک حلال اسیدی حدود 10 درصد ماده مؤثره این علف کش را پس از 48 ساعت اختلاط کاهش داد. در حالی که برای افت برابر ماده مؤثره این علف کش در یک حلال خنثی یا قلیایی، به 120 ساعت زمان پس از اختلاط نیاز بود. در آزمایش گرین و کاهیل (9) نیز هنگامی که عوامل قلیایی کننده به مخزن سمپاش اضافه شد، باعث افزایش pH محلول نیکوسولفورون شد و علف انگشتی (*Digitaria sanguinalis*) به خوبی با این علف کش کنترل گردید. این محققین، افزایش تأثیر علف کش نیکوسولفورون را ناشی از حلالیت بالاتر آن در pH بالا دانستند.

جدول 3- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده علف های هرز در پاسخ به تغییرات اسیدیته آب در مخزن سمپاشی گلایفوسیت.

Table. 3- Analysis of variance on weeds measured traits in response to water pH variation in glyphosate spray tank.

SOV (منابع تغییر)	DF (درجه آزادی)	Mean square[1] (میانگین مربعات)				
		Survival (بقاء)	Height (ارتفاع)	Leaf area (سطح برگ)	Shoot fresh w. (وزن تر اندام هوایی)	Shoot dry w. (وزن خشک اندام هوایی)
Weed (علف هرز)	1	107.44 ns	34992.13 **	1640.17 **	41043.46 **	36408.77 **
Water pH (اسیدیته آب)	6	5980.16 **	1288.70 **	2030.43 **	4388.68 **	4241.37 **
Water pH x Weed	6	46.63 ns	275.95 **	198.78 **	1891.54 **	1831.26 **
Error (خطای آزمایش)	70	179.46	17.88	15.49	20.05	5.83
CV (%) (ضریب تغییرات %)		14.85	7.71	6.18	12.07	6.75

[1] ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1 درصد و غیر معنی دار.

[1] ** & ns significant at level of 1% and non significant, respectively.

در پژوهش دیگری، کارایی علف کش نیکوسولفورون با افزودن تعدیل کننده های pH در کنترل سوروف و دم روباهی زرد (*Setaria glauca*) حدود 20 تا 40 درصد افزایش یافت. این افزایش فعالیت بیولوژیکی در تیمار ارزن پروسو (*Panicum miliaceum*) تا 30 درصد، و در تاتوره (*Datura stramonium*) 10 تا 20 درصد مشاهده شد (14).

2- علف کش گلایفوسیت: علایم خسارت علف کش گلایفوسیت در علف های هرز سوروف و گاوپنبه شبیه نشانه های خسارت علف کش نیکوسولفورون بود. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده علف های هرز با تغییر اسیدیته محلول علف کش گلایفوسیت در جدول 3 آمده است. همانطوری که ملاحظه می شود درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی (درصد شاهد) علف های هرز سوروف و گاوپنبه تحت تأثیر معنی دار ($P\leq 0/01$) تغییرات اسیدیته آب در مخزن سمپاش علف کش گلایفوسیت قرار گرفت (جدول 3).

با تجزیه اثرات pH آب در مخزن علف کش گلایفوسیت به تفکیک علف های هرز مشخص شد که بیشترین کاهش معنی دار ارتفاع (20/5 درصد شاهد) و سطح برگ (41/7 درصد شاهد) علف هرز سوروف در اسیدیته معادل 7، به دست آمد، و کمترین وزن تر (7/8 درصد شاهد) و وزن خشک اندام هوایی (5/9 درصد شاهد) آن در pH=6 حاصل شد که تفاوت معنی داری با pH=7 نداشت ($P\leq 0/05$). در صورتی که بیشترین کارایی علف کش گلایفوسیت در کنترل علف هرز گاوپنبه در اسیدیته معادل 6 به دست آمد، به طوری که ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی گاوپنبه را به شکل معنی داری به ترتیب 48، 61، 85 و 88 درصد شاهد کاهش داد ($P\leq 0/05$). بنابراین، در شرایطی که اسیدیته مخزن علف کش گلایفوسیت خنثی (pH=7) بود، هر دو علف هرز به خوبی کنترل شدند (جدول 4).

بر اساس نظر پتروف (22)، شرایط اسیدی آب عمدتاً برای علف کش های با خاصیت اسیدی ضعیف با کاربرد پس رویشی (مانند گلایفوسیت) مناسب است، چرا که این نوع علف کش ها در شرایطی که غلظت یون H^+ در آب بیشتر باشد کمتر از هم گسسته می شوند. در غیر این صورت (اگر pH آب از 7 تجاوز کرد) باید از مواد افزودنی مناسب استفاده نمود (22). در تحقیق انجام شده توسط بوهلر و برنساید نیز (4) نتیجه گیری شد که افزایش pH آب به عنوان حلال علف کش گلایفوسیت (تیمار 400 گرم ماده مؤثره با حجم سمپاشی190 لیتر در هکتار) به کمک بافر بیف تالات پتاسیم[1] از 4/2 تا سطح 7 و 9، سمیت این علف کش را 14 روز پس از تیمار روی یولاف (*Avena sativa*) در آزمایش گلخانه ای کاهش داد ($P\leq 0/05$). به طوری که، کاهش وزن تر اندام هوایی یولاف نسبت به شاهد (بدون سمپاشی) که در pH=4/2 آب محلول معادل 69 درصد بود، در pH های آب 7 و 9 به ترتیب 62 و 55 درصد حاصل شد. نتایج آزمایش مزرعه ای نیز با آزمایش گلخانه ای مطابقت نشان داد.

علیرغم کاربرد علف کش های نیکوسولفورون و گلایفوسیت در آزمایش های جداگانه، جهت مقایسه ی منطقی آن ها (20) روند تغییرات اسیدیته محلول سم در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه به صورت تجزیه رگرسیون در شکل 1 آمده است. با توجه به این شکل مشخص می شود که علف کش نیکوسولفورون کنترل بهتری روی سوروف نشان داد، در صورتی که تأثیر گلایفوسیت بر گاوپنبه بیش از سوروف بود. همچنین نیکوسولفورون در اسیدیته متمایل به قلیایی (pH= 8) بهترین تأثیر را در کنترل هر دو علف هرز (به شکل یکسان) نشان داد. در صورتی که علف کش گلایفوسیت در اسیدیته معادل 6 بیشترین کارایی را در کنترل گاوپنبه، و در pH= 6-7 علف هرز سوروف را بهتر مهار کرد (شکل 1، جداول 5 و 6).

1- Potassium biphtalate buffer

جدول 4- اثرات متقابل علف هرز× اسیدیته آب در مخزن سمپاش گلایفوسیت بر میانگین صفات علف های هرز.

Table 4- Interaction between weed and water pH in glyphosate spray tank on mean of weed traits.

Shoot dry w. (% control) وزن خشک اندام هوایی (% شاهد)	Shoot fresh w. (% control) وزن تر اندام هوایی (% شاهد)	Leaf area (% control) سطح برگ (% شاهد)	Height (% control) ارتفاع (% شاهد)	Survival (% control) بقاء (% شاهد)	Weeds/ Water pH علف هرز/ اسیدیته آب
					Barnyardgrass (سوروف)
23.81 f	25.97 d	70.59 c	41.67 g	83.33	4
17.33 g	19.02 ef	63.72 d	32.22 h	74.17	5
5.96 i	7.82 g	48.53 f	30.55 h	45.00	6
6.35 i	8.30 g	41.67 g	20.55 i	42.50	7
12.12 h	14.54 f	56.37 e	34.33 h	80.83	8
16.79 g	19.02 ef	63.72 d	39.61 g	93.33	9
22.48 f	24.25 de	70.59 c	42.22 g	98.33	10
					Velvetleaf (گاوپنبه)
76.02 c	80.82 b	79.21 ab	81.82 bc	90.00	4
56.93 e	67.05 c	74.73 bc	70.20 d	73.33	5
12.34 h	14.97 f	39.43 g	52.53 f	41.67	6
16.67 g	19.51 ef	53.58 e	64.14 e	50.00	7
61.81 d	67.21 c	71.33 c	78.16 c	81.67	8
81.47 b	84.31 b	75.27 bc	84.59 b	96.67	9
91.08 a	92.50 a	83.51 a	95.45 a	100.00	10

[1] میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می باشند، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند.

[1]Means in every column that followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncans' test.

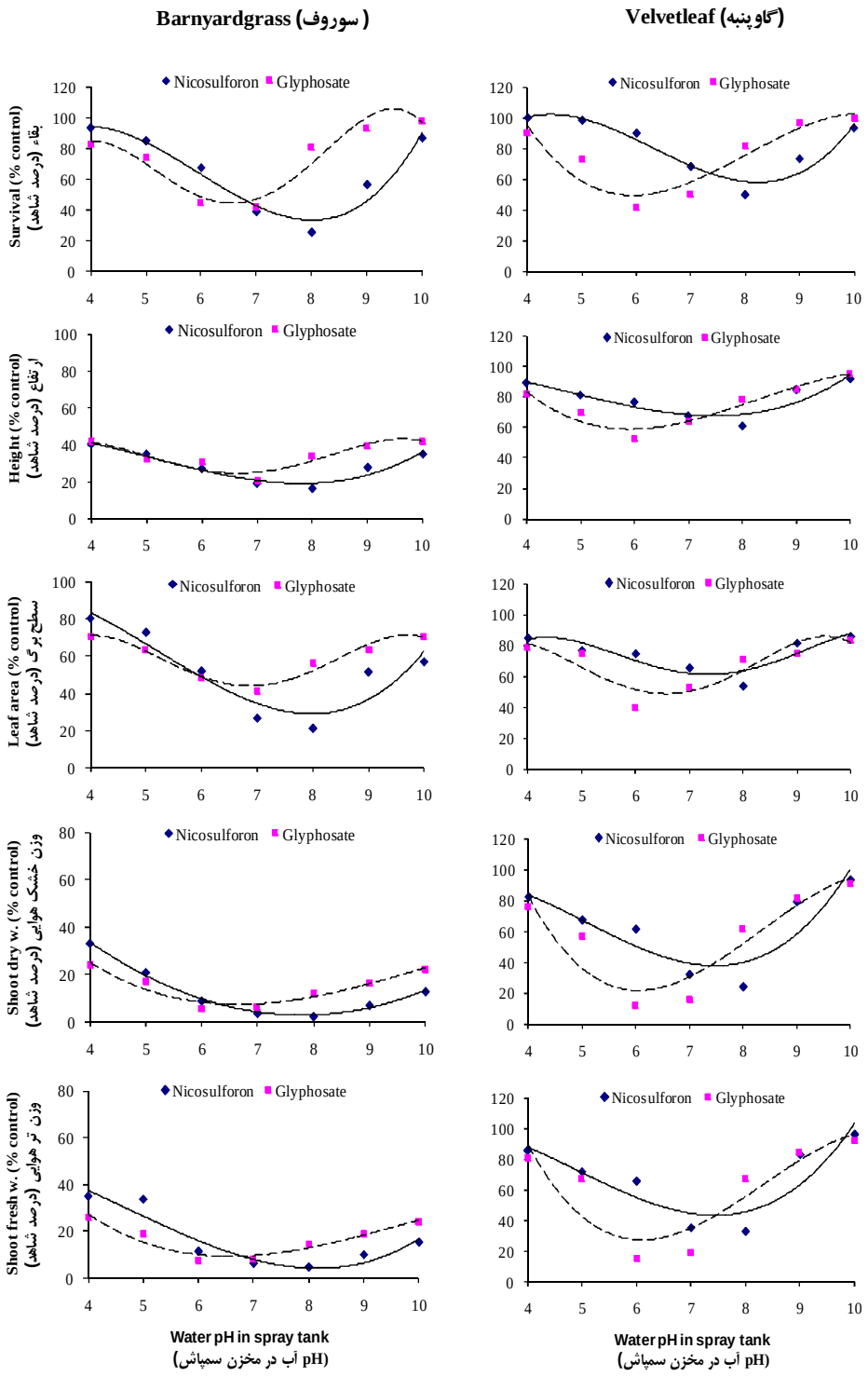
جدول 5- پارامترهای معادلات 2 و 3 مربوط به برهمکنش تغییرات اسیدیته آب در مخزن نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز

Table 5- Parameters of 2 and 3 equations regarding the interaction of water pH variation in nicosulfuron spray tank on weeds control.

R^2 (ضریب تبیین)	(d)	(c)	(b)	(a)	(Y_0)	Parameters (پارامترها)
						Survival (بقاء)
0.94	-	1.76	-31.33	164.85	-174.54	Barnyardgrass (سوروف)
0.91	-	1.62	-30.77	177.35	-220.53	Velvetleaf (گاوپنبه)
						Height (ارتفاع بوته)
0.93	-	0.34	-5.24	18.94	27.09	Barnyardgrass (سوروف)
0.81	-	0.41	-5.90	19.90	78.64	Velvetleaf (گاوپنبه)
						Leaf area (سطح برگ)
0.85	-	0.79	-12.35	46.26	45.24	Barnyardgrass (سوروف)
0.74	-0.29	8.58	-89.94	390.85	515.61	Velvetleaf (گاوپنبه)
						Shoot fresh w. (وزن تر هوایی)
0.90	-	0.30	-4.21	-18.47	51.64	Barnyardgrass (سوروف)
0.78	-	0.90	-13.18	47.23	52.41	Velvetleaf (گاوپنبه)
						Shoot dry w. (وزن خشک هوایی)
0.99	-	-	2.13	-33.21	132.33	Barnyardgrass (سوروف)
0.77	-	1.01	-15.32	60.09	24.21	Velvetleaf (گاوپنبه)

نتیجه گیری کلی

به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش، بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی (درصد شاهد) علف های هرز سوروف و گاوپنبه به طور معنی داری تحت تأثیر تغییرات اسیدیته آب مخزن سمپاش علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون قرار گرفتند. بیشترین فعالیت علف کش نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه به ترتیب در pH های آب 7-8 و 8 به دست آمد.



شکل 1- مقایسه رگرسیون صفات اندازه گیری شده در علف های هرز به تغییرات اسیدیته آب در مخزن علف کش های گلایفوسیت (158 گرم ماده مؤثره در هکتار) و نیکوسولفورون (22 گرم ماده مؤثره در هکتار).

Figure 1- Comparison of the regression of weeds measured traits to water pH variation in spray tank of glyphosate (158 g ai ha^{-1}) and nicosulforon (22 g ai ha^{-1}) herbicides

جدول 6- پارامترهای معادلات 2 و 3 مربوط به برهمکنش تغییرات اسیدیته آب در مخزن گلایفوسیت در کنترل علف های هرز.

Table 5- Parameters of 2 and 3 equations regarding the interaction of water pH variation in glyphosate spray tank on weeds control

Parameters (پارامترها)	Y_0	(a)	(b)	(c)	(d)	R^2 (ضریب تبیین)
Survival (بقاء)						
Barnyardgrass (سوروف)	-1250.90	945.43	-238.16	25.05	-0.93	0.93
Velvetleaf (گاوپنبه)	686.19	-266.60	-35.64	-1.48	-	0.87
Height (ارتفاع بوته)						
Barnyardgrass (سوروف)	-270.80	230.90	-59.94	6.38	-0.24	0.85
Velvetleaf (گاوپنبه)	400.02	-14.77	18.69	-0.76	-	0.91
Leaf area (سطح برگ)						
Barnyardgrass (سوروف)	-594.27	485.18	-115.17	11.83	-0.43	0.95
Velvetleaf (گاوپنبه)	-523.96	455.45	-120.03	12.96	-0.49	0.78
Shoot fresh w. (وزن تر هوایی)						
Barnyardgrass (سوروف)	166.42	-57.95	6.72	-0.23	-	0.92
Velvetleaf (گاوپنبه)	795.22	-311.98	40.37	-1.61	-	0.78
Shoot dry w. (وزن خشک هوایی)						
Barnyardgrass (سوروف)	152.79	-52.29	5.86	-0.19	-	0.92
Velvetleaf (گاوپنبه)	794.81	-315.18	40.89	-1.64	-	0.84

در صورتی که کاراترین pH محلول در مخزن علف کش گلایفوسیت برای کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه به ترتیب در pH های 7-6 و 6 حاصل شد. در مجموع، pH های قلیایی تر آب، تأثیر بیشتری روی کارایی نیکوسولفورون در مقایسه با گلایفوسیت در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه نشان داد. نتایج این آزمایش، نقش pH آب مخزن سمپاش بر کارایی علف کش های گلایفوسیت و نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز سوروف و گاوپنبه را مورد تأکید قرار داد.

منابع

1- Altland J. 2001. Water quality affects herbicide efficacy. Available at www.oregonstate. edu. (visited 25 November 2010)
2- Berger B.M. and Wolfe N.L. 1996. Hydrolysis and biodegradation of sulfonylurea herbicides in aqueous buffer systems and anaerobic water sediment systems: assessing fate pathways using molecular descriptors. Environmental Toxic Chemical, 15:1500–1507.
3- Bernards M.L., Thelen K.D. and Penne D. 2005. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. Weed Technology, 19:27-34.
4- Buhler D.D. and Burnside O.C. 1983. Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity. Weed Science, 31:163-169.
5- Burgess P. 2003. Quality of pesticide spray water. Available at www.agrapoint.ca. (visited 5 August 2011)
6- Caldwell J. 2007. Hard water can hinder chemical efficacy. Agriculture Online News and Features Editor.
7- Elahifard E. 2005. Investigation on *Phalaris minor* resistance to Aryloxyphenoxypropionate herbicides. Thesis of MSc. Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian with English abstract)
8- Fathi Gh. and Arjmand A. 1999. Herbicides and plant physiology (Translated). Jahade Daneshgahi Mashhad Press. 172 p.
9- Green J.M. and Cahill W.R. 2003. Enhancing the biological activity of nicosulfuron whit pH adjusters. Weed Technology, 17:338-345.
10- Green J.M. and Hale T. 2005. Increasing and decreasing pH to enhance the biological activity of nicosulfuron. Weed Technology, 19:468-475.
11- Hajmohammadnia Ghalibaf K., Rashed Mohassel M.H., Nassiri Mahallati M. and Zand E. 2011. Dose response of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus.) to glyphosate and nicosulfuron under greenhouse condition. Journal of Plant Protection, 25(2): 202-213. (in Persian with English abstract)
12- Heidekamp A.J. and Lemley A.T. 2005. Hard water. Water quality program, College of human ecology, Cornell University.
13- Holm F.A. and Henry J.L. 2005. Water quality and herbicides. Available at www.gov.sk.ca. (visited 11 October

2009)
14- Istv'an D. and Endre M. 2009. Efficacy of herbicides influenced by spray carrier water pH and hardness. Journal of Agricultural Science, Debrecen. Pp. 141-146.
15- Matocha M.A. and Senseman S.A. 2007. Trifloxysulfuron dissipation at selected pH levels and efficacy on palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). Weed Technology, 21:674-677.
16- McMullan P.M. 1996. Grass herbicide efficacy as influenced by adjuvant, spray solution pH, and ulteraviolet light. Weed Technology, 10:72-77.
17- Mekki M. and Leroux G.D. 1994. Activity of nicosulfuron, rimsulfuron, and their mixture on field corn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*), and seven weed species. Weed Technology, 8:436-440.
18- Mousavi S.K., Zand E. and Saremi H. 2005. Physiological function and application of herbicides. Zanjan University Press. 286 p.
19- Nalewaja J.D. and Matysiak R. 1993. Spray carrier salts affect herbicide toxicity to kochia (*Kochia scoparia*). Weed Technologt, 7:154-158.
20- Nalewaja J.D., Woznica Z. and Manthey F.A. 1990. Sodium bicarbonate antagonism of 2,4-D amine. Weed Technology, 4:588-591.
21- Peterson H.G. 1999. Farm chemical spraying and mixing water quality. Available at www.agr.gc.ca. (visited 11 August 2010)
22- Petroff R. 2000. Water quality and pesticide performance. Available at www.scarab.msu.montana. edu. (visited: 11 August 2010)
23- Rao V.S. 2000. Principles of Weed Science, second ed. Science Publishers, Inc, New Hampshire.
24- Sensmen S.A. 2007. Herbicide Handbook. (9th ed). Weed Science Society of America, 458p.
25- Steinbauer G.P. and Grigsby B. 1959. Methods of obtaining field and laboratory germination of seeds of bindweeds, lady's thumb and velvetleaf. Weeds, 7:41-46.
26- Sung S.S., Leather G.L. and Hale M.G. 1987. Development and germination of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seeds. Weed Science, 35:211-215.
27- Terra B.R.M., Martiny A.R. and Lindquistz J.L. 2007. Corn-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference is affected by sublethal doses of postemergence herbicides. Weed Science, 55:491-496.
28- Vencill V.K. 2002. Herbicide Handbook. 8th ed. Champaign, IL: Weed Science Society of America, Pp. 216-217.
29- Vicari A., Zimdahl R.L., Cranmer B.K., and Dinelli G. 1996. Primisulfuron and rimsulfuron degradation in aqueous solution and adsorption in six Colorado soils. Weed Science, 44:672–677.
30- Waltz A.L., Martin A.R., Roeth F.W. and Lindquist J.L. 2004. Glyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. Weed Technology, 18:931-939.
31- Webster T.M., Hanna W.W. and Mullinix Jr. B.G. 2004. Bermudagrass (*Cynodon* spp.) dose-response relationships with clethodim, glufosinate and glyphosate. Pest Management Science, 60:1237-1244.
32- Zand E., Nosrati, I., Hajmohammadnia Ghalibaf K. and Jabbari, H. 2014. Water quality effect on herbicides performance. p. 385-414. In Zand E., Mousavi S.K., and Heidari A. 2014. Herbicides and their applications (2nd edition by fundamental changes). Jahade Daneshgahi Mashhad Press. 552p.