اثر کاربرد مداوم ترینگزاپک‌اتیل بر مقاومت به سرما در ارقام چمن برموداگراس

شکوفه فرهمند[۱]، رحیم امیری‌خواه[۲]، نعمت اله اعتمادی[۳]، بهرام بانی‌نسب[۴]

۱-دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران ۲- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، کرج، ایران- انرژی اتمی ایران، ۳-دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران- وزرات علوم ۴-دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران- وزرات علوم

*نویسنده مسئول: Amiri_rahim@yahoo.com

چکیده

چمن‌های فصل گرم برموداگراس به خاطر حساسیت به دمای پایین، در فصول سرد سال به خواب زمستانه می روند که باعث کاهش کیفیت ظاهری چمن می‌گردد. بنابراین، به کارگیری استراتیژی‌های جهت افزایش مقاومت به سرما و کوتاه نمودن دوره خواب در این نوع چمن‌ها مورد نیاز است. این آزمایش به منظور بررسی تاثیر کاربرد مداوم ترینگزاپک‌اتیل در طول فصل رشد بر حفظ رنگ پاییزه، درصد سبز شدن بهاره و واکنش‌های فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به سرما در ارقام برموداگراس صورت گرفت. تیمارها به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به کار رفتند. ترینگزاپک اتیل در چهار غلظت (۰، ۶، ۱۲ و ۱۸ میلی‌گرم در متر مربع) به صورت ماهانه از اول تیرماه تا اول مهرماه در دو سال متوالی در طول فصل رشد اعمال گردید. نتایج نشان داد که چمن های تیمار شده با ترینگزاپک‌اتیل حدود ۲۰ و ۱۲ روز به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش رنگ پاییزه را بیشتر نگه داشتند. همچنین درصد سبز شدن بهاره در چمن‌های تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافته بود. کاربرد ترینگزاپک‌اتیل میزان پرولین و کربوهیدرات آخر فصل را در چمن‌های تیمار شده افزایش داد. به طور کلی، نتایج نشان داد که بالاتر بودن میزان اسمولیت‌ها (به ویژه پرولین) در چمن‌های تیمار شده با افزایش حفظ رنگ پاییزه و سبز شدن بهاره سبب کاهش طول دوره خواب زمستانه در ارقام چمن برموداگراس می‌گردید.

کلمات کلیدی: تنظیم کننده‌های رشد، حفظ رنگ، سبز شدن بهاره، میزان اسمولیت‌ها

مقدمه

چمن برموداگراس یکی از مهم‌ترین گونه‌های چمن است که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و همچنین مناطق معتدله به طور گسترده‌ای در زمین‌های ورزشی و فضایی سبز استفاده می‌شود. حساسیت به دمای پایین این نوع چمن‌ها سبب صدمات زمستانه و از بین رفتن رنگ و خواب چمن در فصول سرد می‌گردد. چمن‌های در حال خواب کیفیت ظاهری زیبایی ندارد که این مشکل استفاده چمن‌ها فصل گرم را در زمین‌های ورزشی در نواحی معتدله را محدود می‌کند. دمای پایین تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد سبب توقف رشد در چمن برموداگراس می‌گردد و با کاهش دما به صفر درجه سانتی‌گراد چمن خشک می‌شود. دمای پایین خاصیت نیمه تراوایی غشایی سلولی را از بین می‌برد که تقریباً اکثر فعالیت‌های متابولیکی سلول از جمله فعالیت آنزیم‌ها، تنفس سلولی، انتقال کربوهیدرات و سنتز پروتئین‌ها را کاهش داده و در نهایت باعث از بین رفتن بافت می‌شود. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نقش مهمی در برنامه‌های مدیریت چمن ایفا می‌کنند. کند کننده‌های رشد گیاهی به طور گسترده‌ای برای کاهش دفعات سرزنی و جلوگیری از گلدهی در مدیریت چمن به کار می‌روند. ترینگزاپک‌اتیل از بازدارنده‌های جیبرلیک اسید است که ساختاری مشابه ۲- اگزاگلوتارات دارد که ۳ بتا-هیدروکسیلاسیون GA_{20} را به GA_1 که از لحاظ فیزیولوژیکی فعال هست را متوقف می‌کند و بنابراین به طور مؤثر طویل شدن سلولی را کاهش می‌دهد (Rademacher, 2000; Ervin and Zhang, 2007). علاوه بر این، از جمله دیگر پاسخ چمن به ترینگزاپک‌اتیل شامل رنگ سبز تیره تر، افزایش میزان فتوسنتز، کاهش تنفس و همچنین افزایش کربوهیدارت در چمن های تیمار شده می‌گردد (Amiri-Khah et al., 2015). این افزایش در مواد ذخیره ای گیاه ممکن است باعث تحمل بیشتر گیاه به تنش‌های محیطی از جمله خشکی، سرما و شوری شود. ما فرض کردیم که باکاهش رشد در شاخساره

توسط ترینگزاپک‌اتیل در طول فصل رشد ممکن است ذخیره گیاه را افزایش دهد که باعث افزایش تحمل به سرما و کاهش طول دوره خواب در چمن برمودا‌گراس می‌گردد. بنابراین آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد مداوم ترینگزاپک‌اتیل در طول فصل رشد بر حفظ رنگ پاییزه، سبز شدن بهاره و واکنش‌های فیزیولوژی مرتبط با مقاومت به سرما در ارقام چمن برمودا‌گراس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ صورت گرفت. از دو رقم هیبرید (Tifway و Tifdwarf) و یک رقم بذری (Regles) به عنوان ماده گیاهی استفاده گردید. ارقام هیبرید از طریق تکه کاری در زمین کشت شدند و بعد از استقرار کامل هر سه رقم چمن در زمین، پلاگ‌های مربوط به هر چمن برداشت شده و در داخل لوله‌های PVC (قطر ۱۶ سانتیمتر و طول ۶۰ سانتیمتر) در فروردین ۸۹ کشت شدند. در طول آزمایش مراقبت‌های لازم شامل سرزنی، کوددهی و آبیاری به طور معمول صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. ترینگزاپک اتیل در چهار غلظت (۰، ۶، ۱۲ و ۱۸ میلی‌گرم در متر مربع) به صورت ماهانه از اول تیرماه تا اول مهرماه در دو سال متوالی در طول فصل رشد اعمال گردید. قبل از اعمال هر نوبت تیمار، چمن‌های رگلس و تیف‌وی از ارتفاع ۳۰ میلی‌متر و رقم تیف‌دووارف از ارتفاع ۱۰ میلی‌متر سرزنی شدند. از اول مهرماه هر دو سال، میزان حفظ رنگ هر ۱۰ روزی یکبار براساس مقیاس ۱ تا ۹ به صورت ظاهری قرائت گردید که مقایس ۱ نشان دهنده چمن کاملاً خشک شده و مقایس ۹ نشان دهنده چمن کاملا سبز پر رنگ هست. و در پایان با استفاده از رابطه ذیل به صورت درصد حفظ رنگ بیان گردید: رابطه ۱- $Y=12.5x-12.5$ که X اعداد ۱ تا ۹ می باشد. درجه سبز شدن بهاره به صورت ظاهری براساس مقیاس صفر تا ۱۰۰ که عدد صفر نشان دهنده عدم سبز شدن در داخل هر لوله و ۱۰۰ نشان دهنده سبز شدن کامل چمن های داخل یک گلدان می باشد. درجه سبز شدن را در دو تاریخ ۱۲ اسفند و ۲۷ فروردین هر سال اندازه گیری گردید. میزان پرولین براساس روش اسید نانهیدرین Bates et al (۱۹۷۳) و کربوهیدرات کل براساس روش Hedge و Hofreiter (۱۹۶۲) در ۲۰ آذر ماه هر دو سال اندازه گیری گرددید. تجزیه واریانس داده‌های توسط نرم افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد صورت گرفت.

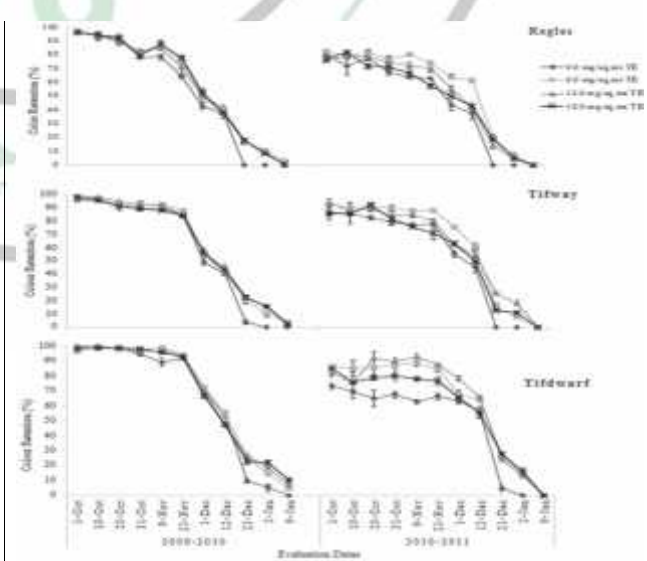
نتایج

آنالیز واریانس داده‌های نشان داد که کاربرد مداوم ترینگزاپک‌اتیل در طول فصل رشد تاثیر معنی داری در درصد حفظ رنگ پاییزه ارقام برمودا‌گراس دارد و همچنین اختلاف معنی داری بین ارقام برمودا‌گراس وجود داشت ($P < 0.01$). در سال اول، اختلاف مشخصی بین تیمارهای ترینگزاپک اتیل تا آذر ماه برای رقم بذری و تا دی ماه در ارقام هیبرید در میزان رنگ و جود نداشت ولی با پیشرفت فصل سرد چمن های تیمار شده میزان رنگ بهتری نسبت به چمن های شاهد نشان دادند. در طول سال دوم، میزان رنگ چمن در اکثر تاریخ های مورد ارزیابی با کاربرد ترینگزاپک اتیل افزایش یافت. در هر دو سال، گیاهان شاهد زودتر از گیاهان تیمار شده کاهش ۵۰ درصدی در میزان رنگ را نشان دادند (شکل ۱). براساس نتایج به دست آمده، چمن های تیمار شده با ترینگزاپک اتیل حفظ رنگ را به مدت ۲۰ و ۱۲ روز طولانی‌تر از چمن های شاهد به ترتیب در سال اول و دوم نشان دادند که با نتایج Richardson (۲۰۰۲) تطابق دارد. کاربرد ترینگزاپک اتیل به طور معنی داری سبز شدن بهاره را در هر دو سال تحت تاثیر قرار داد. همه غلظت های ترینگزاپک اتیل سبز شدن بهاره را نسبت به شاهد افزایش دادند اگرچه اختلاف معنی داری بین غلظت ۱۲ و ۱۸ میلی گرم در لیتر وجود نداشت. ارقام هیبرید تیمار شده با ترینگزاپک اتیل درصد سبز شدن بالاتری نسبت به رقم بذری نشان دادند. درحالی که بین گیاهان شاهد هر سه رقم اختلاف معنی داری در هر دو سال وجود نداشت (جدول ۱).

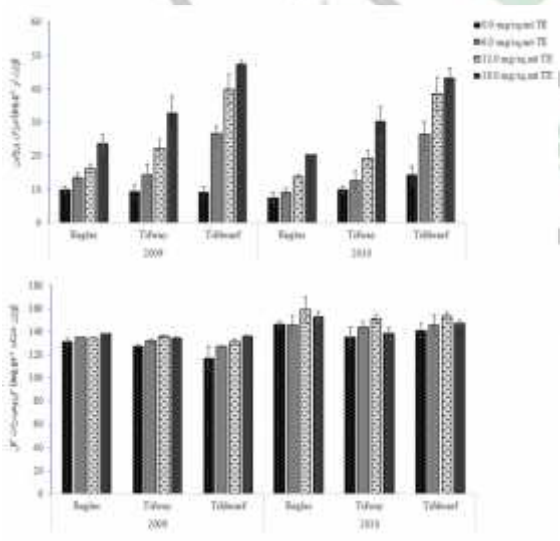
جدول ۱- تاثیر کاربرد ترینگزاپک‌اتیل در طول فصل رشد بر درصد سبز شدن بهاره در ارقام چمن برمودا‌گراس.

رقم	تیمار ترینگزاپک‌اتیل (mg a.i /sq.mt)	تاریخ‌های ارزیابی			
		۱۳۸۹		۱۳۹۰	
		۱۰-اسفند ماه	۲۷-اسفندماه	۱۰-اسفند ماه	۲۷-اسفندماه
		٪ سبزشدن بهاره		٪ سبزشدن بهاره	
تیف‌وی Tifway	۰	۴ d†	۱۳/۶۷ f	۰ e	۱۸/۳۳ e
	۶	۲۲ c	۳۸/۶۷ e	۲۲ d	۳۸/۶۷ d
	۱۲	۳۴/۶۷ b	۵۲/۳۳ d	۲۵ cd	۴۴ cd
	۱۸	۳۴/۶۷ b	۵۰/۳۳ d	۳۹/۶۷ ab	۵۲/۳۳ abc
تیف‌دووارف Tifdwarf	۰	۶ d	۱۷/۶۷ f	۰ e	۱۷ e
	۶	۳۵ b	۵۱/۶۷ d	۳۱ bcd	۵۱ abc
	۱۲	۴۰ ab	۶۰/۶۷abc	۳۷ ab	۵۴/۶۷ ab
	۱۸	۴۲ a	۶۲/۳۳ ab	۳۷/۳۳ ab	۵۶/۶۷ ab
رگلس Regles	۰	۶ d	۱۷/۳۳ f	۰ e	۱۷/۳۳ e
	۶	۳۸ ab	۵۵/۳۳ bcd	۴۰/۳۳ a	۵۶/۳۳ ab
	۱۲	۴۳ a	۶۵/۳۳ a	۳۸/۳۳ ab	۵۹/۶۷ a
	۱۸	۳۶ b	۵۳/۳۳ cd	۳۲/۳۳ abc	۴۷/۳۳ bcd
منابع تغییرات					
ترینگزاپک‌اتیل(TE)		**	**	**	**
رقم		**	**	**	**
رقم×TE		**	**	**	**

†در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نیستند. *، **، به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ٪۵ و ٪۱ می‌باشد.



شکل۱- تاثیر کاربرد ترینگزاپک‌اتیل در طول فصل رشد بر درصد حفظ رنگ پاییزه در ارقام چمن برمودا‌گراس.



شکل ۲- تاثیر کاربرد ترینگزاپک‌اتیل بر میزان کربوهیدرات کل و پرولین آخر فصل رشد در ارقام چمن برمودا‌گراس.

نتایج نشان داد که پرولین به طور معنی داری تحت تاثیر تیمار های ترینگزاپک اتیل قرار گرفت و همچنین بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی داری از لحاظ میزان پرولین وجود دارد. میزان پرولین به طور قابل توجهی در گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت علاوه بر این با افزایش غلظت ترینگزاپک اتیل میزان پرولین هم افزایش معنی داری نشان داد بطوریکه در غلظت ۱۸ بیشترین میزان پرولین در گیاهان تیمار شده وجود داشت. در هر غلظت ترینگزاپک اتیل رقم تیف‌دوارف میزان پرولین بالاتری نسبت به دو رقم دیگر نشان داد (شکل ۲). ترینگزاپک اتیل به طوری معنی داری میزان کربوهیدرات کل را در هر دو سال مورد بررسی تحت تاثیر قرار داد در حالی که بین ارقام برموداگراس اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. گیاهان تیمار شده با ترینگزاپک اتیل میزان کربوهیدرات بالاتری در مقایسه با چمن‌های تیمار نشد نشان دادند. با این وجود افزایش غلظت ترینگزاپک اتیل تفاوت معنی‌داری در میزان کربوهیدرات کل نسبت به غلظت ۶ میلی گرم در لیتر نشان نداد (شکل ۲). مقاومت به سرما فرآیندی که با واکنش های مرفولوژی، بیوشیمایی و فیزیولوژیکی همبسته هست که متابولیسم سلول‌ها را برای جلوگیری از یخ‌زدگی آب درون و بین سلولی تنظیم می‌کند (Hsiao, 1973). کربوهیدرات‌های محلول، آمینو اسیدها، پروتئین‌های محلول و یون‌های آزاد مهمترین ترکیبات اسمزی هستند که در طول فرآیند مقاوم سازی به سرما افزایش می‌آید (Richardson, 2002). نتایج نشان داد که چمن های تیمار شده با ترینگزاپک‌اتیل میزان پرولین و کربوهیدرات بالاتری نسبت به چمن‌های تیمار نشده داشتند که ممکن است دلیل افزایش درصد سبزه شدن بهاره و حفظ بهتر رنگ پاییزه در چمن‌های تیمار شده باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی حاضر نشان داد که کاربرد مداوم ترینگزاپک‌اتیل با هدف کاهش تعداد سرزنی و افزایش کیفیت چمن در طول فصل رشد باعث افزایش یافت میزان پرولین و کربوهیدرات برموداگراس در طول فصل سرد میگردد. بالاتر بودن میزان اسمولیت‌ها (به ویژه پرولین) در چمن‌های تیمار شده با افزایش حفظ رنگ پاییزه و سبز شدن بهاره سبب کاهش طول دوره خواب زمستانه گردید.

منابع

1. Richardson, M.D. 2002. Turf quality and freezing tolerance of ‘Tifway’ bermudagrass as affected by late-season nitrogen and trinexapac-ethyl. Crop Sci. 42:1621-1626.
2. Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24:519–570.
3. Bates, L.S., Waldren, R.P and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39:205–207.
4. Hedge, J.E. and B.T. Hofreiter. 1962. In: Carbohydrate Chemistry, 17 (Eds. Whistler R.L. and Be Miller, J.N.), Academic Press, New York.
5. Amiri-Khah, R., N. Eetemadi, A. Nikbakht, and M. Pessarakli. 2015. Effect of sequential trinexapac-ethyl applications and traffic on growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Korean J. Horti. Sci. Technol. 33: 340-348.
6. Ervin, E.H., and X. Zhang. 2007. Influence of Sequential Trinexapac-Ethyl Applications on Cytokinin Content in Creeping Bentgrass, Kentucky bluegrass, and Hybrid Bermudagrass. Crop Sci. 47: 2145-2151.
7. Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51:501–531.

Effects of Seasonal Trinexapac-Ethyl Application on Cold Hardiness in Bermudagrass Cultivars

S. Farahmand[1], R. Amiri-Khah[*1, 2], N. Etemadi[1], B. Baninasab[1]

1-Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 8415683111 Isfahan, Iran 2-Agricultural Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran.
*Corresponding author: Amiri_rahim@yahoo.com

Abstract

Lack of adequate cold tolerance causes early winter dormancy in Bermudagrass turfgrasses, making them aesthetically unpleasing surface during winter. Therefore, strategies are required to aid winter survival and consequently spring green-up in bermudagrasses. To investigate the effect of sequential Trinexapac-Ethyl (TE) applications during growing season on fall color retention, spring green-up and physiological responses related to cold hardiness in bermudagrass cultivars, an experiment was conducted during 2009 to 2011. TE was applied monthly at four concentrations (0.0, 6.0, 12.0, and 18.0 mg a.i. m^{-2}) throughout the bermudagrass growing season. According to the results, turfs treated by sequential TE applications possessed color retention for about 20 and 12 days longer in the first and second years of the study, respectively. Also, TE treatments enhanced spring green-up in bermudagrass cultivars. Greater proline and total carbohydrate contents were observed in TE-treated bermudagrasses as compared to non-treated turfs. In summary, our results confirm that increased osmolyte contents (as a result of growing-season TE application) minimized the dormancy period in winter via improvement of fall color retention and spring green-up.

Key words: Plant Growth Regulators, Color Retention, Spring Green-Up, Osmolyte Contents