افزایش تحمل به شوری سه گونهٔ چمن با استفاده از ترینگزاپک اتیل

مهرداد رسولی[۱]، عبدالله حاتم زاده[۱]، محمود قاسم نژاد[۱] و حبیب الله سمیع زاده لاهیجی[۲*]

دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۶/ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۴/ چاپ: ۱۳۹۶/۳/۳۱

[۱]گروه علوم‌باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
[۲]گروه بیوتکنولوژی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* مسئول مکاتبات: hsamizadeh@guilan.ac.ir

چکیده. در اکثر نقاط ایران به‌دلیل وجود شوری آب و خاک مشکلات زیادی در زمینه پرورش چمن در فضای شهری وجود دارد. یکی از راهکارهای مناسب جهت حل این مشکل استفاده از کند کننده‌های رشد گیاهی از جمله ترینگزاپک اتیل در مدیریت چمن است که بسیار مرسوم و معمول شده است. براین اساس پژوهشی به‌منظور بررسی کاربرد ترینگزاپک اتیل در شرایط تنش شوری روی سه گونهٔ چمن سردسیری آگروستیس، آگروپایرون و فستوکا در شرایط گلخانه‌ای با خاک لوم شنی انجام شد. نتایج نشان داد محلول پاشی برگی چمن‌ها با ترینگزاپک اتیل سبب افزایش ویژگی‌های رشدی، محتوای کلروفیل، کاروتنوئید و میزان پرولین در اندام هوایی شد. در حالی‌که افزایش میزان شوری (سدیم کلراید) آب آبیاری منجر به کاهش صفات اندازه‌گیری فوق بجز کاروتنوئید و پرولین در مقایسه با شاهد شد. هر دو تیمار ترینگزاپک اتیل و شوری سبب کاهش معنادار ارتفاع رشد، وزن تر و خشک اندام هوایی شد. چمن آگروستیس بیشترین تحمل به شوری را در بین چمن‌های مورد مطالعه نشان داد. نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد ترینگزاپک اتیل باعث افزایش تحمل به شوری از طریق بهبود کیفیت چمن و درصد برگ سبز، افزایش محتوای کلروفیل و میزان پرولین و کاهش میزان سرزنی چمن‌ها شد.

واژه‌های کلیدی. پرولین، کلریدسدیم، رشد، کلروفیل

The increase of salinity tolerance in three turf grass species using trinexapac-ethyl

Mehrdad Rasouli[1], Abdollah Hatamzadeh[1], Mahmood Ghasemnezhad[1] & Habibollah Samizadeh Lahiji[2*]

Received 07.10.2016/ Accepted 24.12.2016/ Published 21.06.2017

[1]Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[2]Department of Plant Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
*Correspondent author: hsamizadeh@guilan.ac.ir

Abstract. In most parts of Iran, the presence of water and soil salinity in urban area results in problems for grass growth. One way to solve this problem is the use of plant growth retardant, such as trinexapac-ethyl (TE), which is common and routine in turf management. This study was performed to investigate the response of *Agrostis stolonifera* L., *Agropyron desertorum* L. and *Festuca ovina* L., grown in sandy loam soil, to TE and irrigation water salinity. Results showed that spraying turf grass with TE increased most of the vegetative growth characteristics and content of chlorophylls, carotenoids and proline in clipping leaves, whereas increasing the NaCl concentration in irrigation water resulted in steady reduction in the values of these parameters, except carotenoids and proline content, compared with the control group. Both TE and salinity treatments decreased the plant heights, as well as the fresh and dry weight of clippings. In the species which were studied, *Agrostis stolonifera* turned out to be the most tolerant turfgrass. Results also indicated that the application of TE enhances salinity resistance by improving the percentage of green leaf, chlorophyll concentration and proline content and reduce clipping in the species studied.

Keywords. proline, NaCl, growth, chlorophyll

مقدمه

تنظیم اسمزی به‌عنوان یک واکنش سازگاری در گیاهان آوندی و غیر آوندی در پاسخ به تنش‌های محیطی بروز می‌کند. محافظت کننده‌های اسمزی نظیر گلایسین بتائین، پرولین و قندهای محلول اکثراً به سیتوپلاسم محدود می‌شوند و تقریبا در واکوئل وجود ندارند (Bajji *et al.*, 1998). گزارش‌های متعددی نیز درباره کاهش رشد ساقه، کاهش مقدار آب بافت‌ها و کاهش رشد ریشه تحت تنش شوری مشاهده شده است (Adavi *et al.*, 2006; Alshammary *et al.*, 2004). شوری یکی از تنش‌های غیر زنده محیطی است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را به‌شدت محدود می‌کند. با افزایش جمعیت و گسترش شهرها نیاز به گسترش فضای سبز نیز افزایش یافته است. یکی از ارکان اصلی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

فضای سبز، گیاهان پوششی می‌باشند و چمن یکی از مهم‌ترین گیاهان پوششی جهان محسوب می‌شود. چمن بیشترین نقش را در تصفیه و کاهش آلودگی هوا در محیط‌های شهری بر عهده دارد (Beard & Green, 1994). چمن‌ها در کنترل فرسایش بادی و آبی موثرند و سبب جذب گرد و خاک و افزایش اکسیژن هوا می‌گردند. در هیچ یک از شهرهای بزرگ کشور امکان توسعه فضای سبز در حد استانداردهای مطلوب جهانی به‌راحتی وجود ندارد. از جمله عوامل محدود کننده در توسعه فضای سبز کمبود شدید منابع آب و مشکلات مربوط به مدیریت نگه‌داری چمن‌ها است. از آنجایی‌که چمن‌ها نیاز آبی بالایی دارند و افزایش سرزنی در چمن‌ها با توجه به رشد فزاینده‌ی آنها، هزینه‌های زیادی را برای پرورش دهندگان تحمیل می‌کند، کاربرد ماده‌ای با ویژگی چندگانه که هم قابلیت ایجاد تحمل به شوری و هم کاهش رشد بخش هوایی را داشته باشد می‌تواند افزون بر کنترل عوامل محدود کننده رشد در چمن‌ها باعث کاهش هزینه‌ها نیز شود (Bian *et al.*, 2009; Arghavan *et al.*, 2012). ترینگزاپک اتیل (Trinexapac-ethyl (TE)) تنظیم کننده‌ی رشد گیاهی است که رشد عمودی شاخساره را کم کرده و در بهبود کیفیت و زیبایی چمن نیز موثر است. ترینگزاپک اتیل از بازدارنده‌های جیبرلیک اسید است که ساختاری مشابه ۲-اگزوگلوتارات دارد و بنابراین به‌طور موثر طویل شدن سلولی را کاهش می‌دهد (Rademacher, 2000).

پژوهش حاضر در راستای ارزیابی اثر ترینگزاپک اتیل بر افزایش تحمل شوری و کاهش رشد بخش هوایی چمن‌ها، مقایسه پاسخ‌های رشدی سه گونهٔ چمن در شرایط تنش شوری و تعیین سطح مناسب کاربرد ترینگزاپک اتیل در این شرایط بر این گونهٔ چمن‌ها انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ در گلخانهٔ آموزشی – پژوهشی (با ۲ ± ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد دمای روز، ۲ ± ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد دمای شب و رطوبت نسبی ۷۵ درصد) و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. بذور سه گونهٔ چمن آگروستیس (Creeping bentgrass) (*Agrostis stolonifera* L.)، آگروپایرون (Wheatgrass) (*Agropyron desertorum* L.) و فستوکا (Sheep fescue) (*Festuca ovina* L.) بر حسب وزن هزار دانه آنها در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر پر شده با مخلوط خاک شنی لوم کاشته شدند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در غالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد.

تیمار ترینگزاپک اتیل (Primo Maxx®, Sigma Aldrich, active ingredient (a.i.): TE= 98 %) در چهار غلظت (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع) به‌صورت محلول‌پاشی برگی گیاهان به‌مدت ۴۲ روز و هر ۱۴ روز یکبار اعمال شد. تیمار شوری با چهار سطح شوری (شاهد (۱/۴)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر) از نمک کلرور سدیم اعمال شد (در تیمار شاهد از آب آبیاری که به‌طور معمول جهت آبیاری چمن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده شد). مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی در فواصل زمانی مناسب انجام گرفت و چمن‌ها از ارتفاع مناسب با استفاده از قیچی چمن‌زنی کوتاه شدند.

در این آزمایش میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید چمن‌ها به روش Strain و Svec (1966) اندازه‌گیری شد. مطابق با این روش ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت تر برگ وزن شد و رنگیزه‌ها با استون ۸۰ درصد و با کمک سانتریفوژ یخچال‌دار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۵۰۰۰ g استخراج شدند. جذب در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر خوانده و مطابق با رابطه‌های زیر رنگیزه‌های یاد شده بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن تر بافت گیاهی محاسبه شد.

کلروفیل a (mg/ml) = $12.25A_{663} - 2.79A_{645}$

کلروفیل b (mg/ml) = $21.50A_{645} - 5.10A_{663}$

کاروتنوئید (mg/ml) = (1000A 470 -1.8C a - 85.02 C b) /198

درصد برگ‌های سبز که بیانگر میزان کیفیت و تازگی چمن است به‌صورت ظاهری برآورد شد. برای تعیین ارتفاع و عرض برگ در هر گلدان از ۱۰ نقطه تصادفی به‌ترتیب با استفاده از خط کش و کولیس با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد. وزن تر و خشک اندام هوایی در انتهای آزمایش

چمن‌زنی و جمع آوری و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک میلی‌گرم وزن شد و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و در نهایت وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. پس از اتمام آزمایش چمن‌ها از گلدان خارج شد و بخش هوایی از بخش زیر زمینی تفکیک شد. عمق نفوذ ریشه با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر، ریشه‌ها نیز در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت داخل آون قرار گرفته و سپس وزن شدند. میزان پرولین نمونه‌های برگ به روش بیتس و همکاران اندازه‌گیری شد (Bates *et al.*, 1973).

تحلیل آماری

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار پردازش آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Tukey در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excell 2007 استفاده شد.

نتایج

کیفیت برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمار شوری با ترینگزاپک اتیل در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر کیفیت چمن‌ها داشت. تیمار شوری اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر کیفیت برگ در گونه‌های مختلف چمن داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد با افزایش میزان شوری کیفیت بصری چمن‌ها کاهش معناداری داشت و بالاترین سطح شوری اعمال شده باعث بیشترین خسارت به کیفیت چمن‌ها شد. گونه‌های آگروستیس و فستوکا در تیمار شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر درصد برگ سبز کمتر از ۴۰ درصد را نشان دادند. این دو گونه در تیمار شوری ۵ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشتند اما آگروپایرون در تیمار شوری ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر کیفیت تقریبی ۷۰ درصد را از خود نشان داد (جدول ۴). با افزایش غلظت ترینگزاپک اتیل میزان کیفیت برگ تحت شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر بهبود شایان توجهی پیدا کرد و بیشترین مقدار در تیمار ترینگزاپک اتیل در۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع مشاهده شد (شکل ۱).

وزن تر و خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل ترینگز- اپک اتیل و شوری در سطح احتمال ۱ درصد تاثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک اندام هوایی چمن‌ها داشت و تیمار شوری تاثیر معنی‌داری به‌ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد بر وزن تر و خشک اندام هوایی در گونه‌های مختلف داشت (جدول ۱). تحت تنش شوری، مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی کاهش یافت، اما تیماردهی در غلظت ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع ترینگزاپک اتیل باعث بهبود وضعیت رشدی و افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی نمونه‌های تنش دیده شد (شکل ۱). وزن تر و خشک اندام هوایی هر سه گونه تحت تنش شوری کاهش یافت. بیشترین میزان این دو صفت در چمن آگروپایرون در شرایط بدون تنش شوری مشاهده شد (جدول ۴).

ارتفاع رشد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل ترینگزاپک اتیل و شوری تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع رشد چمن‌ها داشت. بین گونه‌ها نیز تفاوت معنی- داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطح شوری میزان رشد کاهش یافت. ارتفاع رشد نمونه‌های شاهد تحت تنش شوری کاهش قابل توجهی پیدا کرد، تیماردهی به‌وسیله غلظت‌های مختلف ترینگزاپک اتیل نیز باعث کاهش در ارتفاع رشد در نمونه‌های تحت تنش نسبت به شاهد شد (شکل ۱). گونه آگروپایرون بالاترین میزان رشد را نسبت به فستوکا و آگروستیس نشان داد (شکل ۲).

ویژگی‌های ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترینگزاپک اتیل در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک ریشه و عمق نفوذ ریشه داشت. همچنین تیمار شوری تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر وزن تر و خشک ریشه و عمق نفوذ ریشه در گونه‌های مختلف داشت. (جدول ۱). با افزایش غلظت ترینگزاپک اتیل میزان وزن تر و خشک ریشه و عمق نفوذ ریشه افزایش داشت (جدول ۲). تحت تنش شوری میزان وزن تر و خشک و عمق نفوذ ریشه نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد و بیشترین وزن تر و خشک ریشه در چمن فستوکا و در شرایط عدم تنش شوری مشاهده شد (جدول ۴).

بافت برگ (عرض برگ)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارترینگز-اپک اتیل و شوری به‌ترتیب اثر معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد روی عرض برگ چمن‌ها داشت. بین گونه‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ترینگزاپک اتیل نشان داد، این تنظیم کننده رشد موجب بهبود بافت چمن نسبت به شاهد شد. ولی افزایش میزان سطح شوری باعث کاهش عرض برگ شد به‌طوریکه کمترین عرض برگ در شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. هم‌چنین نتایج نشان داد گونه فستوکا کمترین و گونه آگروپایرون بیشترین عرض برگ را دارا بودند (شکل ۲).

نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترینگزاپک اتیل در سطح احتمال ۱ درصد بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی چمن‌ها اثر معنی‌دار داشت. همچنین شوری تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در گونه‌های مختلف داشت (جدول ۱). نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی به‌طور معنی‌داری با افزایش غلظت ترینگزاپک اتیل افزایش نشان داد (جدول ۲). نتایج نشان داد با افزایش تنش شوری نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در چمن‌ها افزایش داشت. بیشترین میزان از این صفت در تنش شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر در آگروستیس مشاهده شد (جدول ۴).

محتوای کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار شوری اثر معنی-داری در سطح احتمال ۱ درصد بر محتوای کلروفیل a و b داشت. تیمار ترینگزاپک اتیل تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر محتوای کلروفیل a و b در گونه‌های مختلف داشت (جدول ۱). با افزایش شدت شوری میزان کلروفیل برگ‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری که بیشترین میزان کلروفیل a و b در شاهد و کمترین میزان در شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). این پارامتر با کاربرد ترینگزاپک اتیل در آگروستیس بیشتر از آگروپایرون و فستوکا بود. گیاهان تیمار شده با ترینگزاپک اتیل در غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع بیشترین میزان کلروفیل را نسبت به دیگر تیمارها در آگروستیس نشان دادند. چمن‌های تیمار شده در غلظت ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع تفاوت معنی‌داری در این مورد از خود نشان ندادند (شکل ۳).

محتوای کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترینگزاپک اتیل اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر محتوای کاروتنوئید برگ داشت. بین گونه‌ها نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که بالا رفتن غلظت ترینگزاپک اتیل، باعث افزایش میزان کاروتنوئید شده و بیشترین میزان کاروتنوئید در چمن‌های تیمار شده با غلظت ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع مشاهده شد. گونهٔ چمن آگروستیس میزان کاروتنوئید بیشتری نسبت به دو گونه دیگر داشت (شکل ۲).

محتوای پرولین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار ترینگزاپک اتیل در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری روی میزان پرولین برگ چمن‌ها داشت. تیمار شوری تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان پرولین برگ در گونه‌های مختلف داشت (جدول ۱). سطوح ترینگزاپک اثر معنی‌داری بر پرولین چمن‌ها داشت و مقایسه میانگین اثر آن روی میزان پرولین نشان داد با افزایش غلظت ترینگزاپک اتیل، میزان پرولین افزایش یافت به‌طوری که در غلظت صفر میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع مقدار پرولین ۲/۲۹ میکرومول بر گرم وزن تر بود و این مقدار در غلظت ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع بیشترین میزان (۲/۸۶ میکرومول بر گرم وزن تر) بود (جدول ۳)؛ هم‌چنین نتایج نشان داد که تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار پرولین شد و بیشترین میزان پرولین در گونه آگروستیس در سطح شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر به میزان ۳/۴۶ میکرومول بر گرم وزن تر بود اما در گونه فستوکا در شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر به ۲/۸۱ میکرومول بر گرم وزن تر رسید (جدول ۴).

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش ترینگزاپک اتیل سبب افزایش معنی‌داری در کیفیت و درصد برگ‌های سبز چمن‌ها در مقایسه با شاهد شد. در چندین آزمایش اثر مثبت ترینگزاپک-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

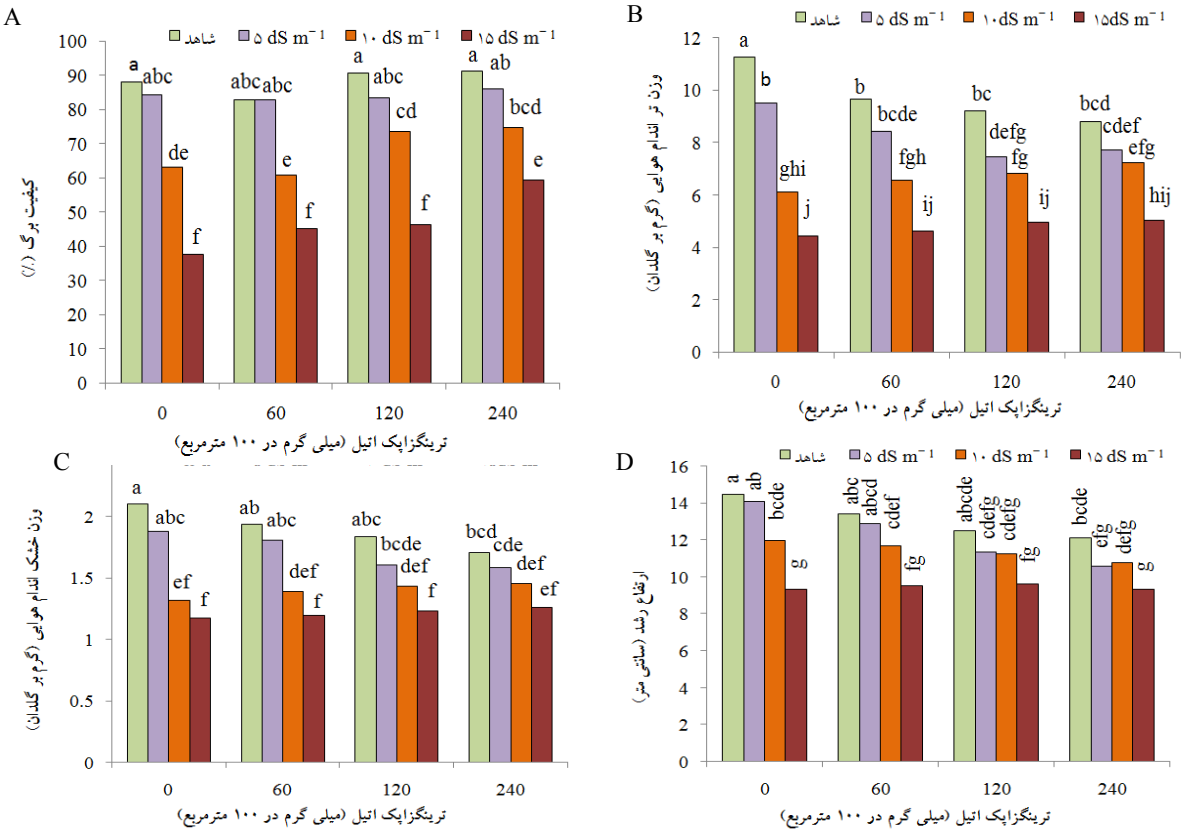
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ترینگزاپک‌اتیل بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی گونه‌های مختلف چمن در شرایط تنش شوری.

Table 1. Analysis of the variance effect of TE on a number of growth and biochemical characteristics of various turf grass species under salinity stress.

منابع تغییرات	درجه آزادی	کیفیت برگ	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	ارتفاع رشد	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	طول ریشه	عرض برگ	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی	a کلروفیل	b کلروفیل	کاروتنوئید	پرولین
ترینگزاپک اتیل (T)	۳	۸۰۹/۲۳**	۳/۷۹**	۰/۱۰^{ns}	۲۱/۳۱**	۵۷/۰۶**	۰/۶۸**	۴۲/۲۷**	۰/۱۲*	۰/۴۴**	۴/۱۸**	۰/۸۱**	۰/۴۳**	۲/۱۳**
شوری (S)	۳	۱۲۵۲۸/۹۰**	۱۶۳/۵۱**	۳/۳۸**	۸۷/۹۰**	۱۷۴/۸۰**	۱/۳۸**	۱۷۸/۶۱**	۰/۳۶**	۰/۰۲^{ns}	۳/۰۸**	۰/۷۵**	۰/۱۸^{ns}	۸/۶۲**
گونه (V)	۲	۳۴۵۳/۳۰**	۳۱۸/۷۵**	۶/۲۹**	۶۱۹/۵۴**	۸۶۶/۸۷**	۶/۰۵**	۲۰۹۱/۷۷**	۵۴/۹۳**	۲/۹۰**	۱۰/۱۴**	۲/۰۶**	۳/۴۲**	۷/۰۵**
T*S	۹	۱۷۵/۴۱**	۵/۶۵**	۰/۱۳**	۴/۳۴*	۲/۶۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}
T*V	۶	۶۲/۰۸^{ns}	۱/۸۶^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۳/۹۷^{ns}	۱/۹۴^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱/۴۶^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱/۳۶**	۰/۳۶**	۰/۰۸^{ns}	۰/۱۱^{ns}
S*V	۶	۷۶۲/۶۰**	۱۰/۰۴**	۰/۱۳*	۲/۱۸^{ns}	۱۷/۱۲**	۰/۱۵**	۳۴/۸۵**	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۲**	۰/۳۰^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۲۸*
T*S*V	۱۸	۶۹/۷۲^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱/۱۱^{ns}	۱/۸۶^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۶۴^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}
C.V %	-	۱۰/۰۶	۱۲/۷۷	۱۳/۶۰	۱۱/۶۶	۱۳/۲۷	۱۳/۸۹	۱۰/۱۵	۱۲/۱۰	۲۳/۱۳	۸/۷۸	۹/۳۶	۱۳/۱۴	۱۱/۷۰

*، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns عدم اختلاف معنی‌دار.

*, **: Statistical significance at 0.05 and 0.01 probability level, ns non significant.



شکل ۱- میانگین تغییرات مقادیر **A:** کیفیت برگ، **B:** وزن تر اندام هوایی، **C:** وزن خشک اندام هوایی و **D:** ارتفاع رشد در سطوح مختلف شوری و ترینگزاپک اتیل. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $p<0.05$ است.

Fig. 1. The average of changes in the amount of **A:** quality of green leaf, **B:** fresh shoot weight, **C:** dry shoot weight and **D:** shoot length at different levels of salinity and TE treatments. Different letters indicate significant differences among treatments according to Tukey's test with $p<0.05$

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

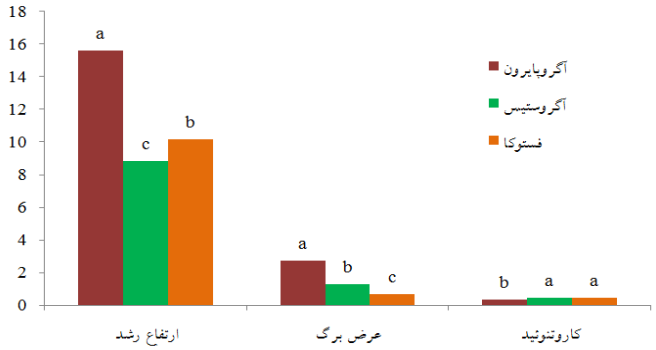
جدول ۲- اثر تیمار ترینگزاپک اتیل (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع) و شوری (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر) بر ویژگی‌های رشدی.

Table 2. Effects of TE (0, 60, 120 and 240 mg 100 m^2) and salinity (control, 5, 10 and 15 dS m^{-1}) on growth traits.

تیمار	کیفیت برگ (٪)	وزن تر اندام هوایی (گرم بر گلدان)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر گلدان)	ارتفاع رشد (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه (گرم بر گلدان)	وزن خشک ریشه (گرم بر گلدان)	طول ریشه (سانتی‌متر)	عرض برگ (میلی‌متر)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی
۰	۶۸/۳۶ b†	۷/۸۳ a	۱/۶۲ a	۱۲/۴۴ a	۹/۷۸ c	۰/۹۱ c	۲۵/۹۳ b	۱/۴۷ b	۰/۵۹ c
٦۰	۶۷/۹۴ b	۷/۳۲ ab	۱/۵۸ a	۱۱/۸۶ ab	۱۱/۳۱ b	۱/۰۸ b	۲۶/۷۱ b	۱/۵۴ ab	۰/۷۲ b
۱۲۰	۷۳/۵۶ a	۷/۱۱ b	۱/۵۳ a	۱۱/۱۷ bc	۱۲/۰۵ ab	۱/۱۷ ab	۲۷/۳۹ ab	۱/۵۸ ab	۰/۷۹ ab
۲٤۰	۷۷/۹۴ a	۷/۲۰ b	۱/۵۰ a	۱۰/۶۹ c	۱۲/۷۱ a	۱/۲۲ a	۲۸/۴۹ a	۱/۵۹ a	۰/۸۴ a
شاهد	۸۸/۳۳ a	۹/۷۳ a	۱/۹۰ a	۱۳/۱۱ a	۱۳/۷۶ a	۱/۲۹ a	۲۹/۳۵ a	۱/۶۵ a	۰/۷۱ a
۵	۸۴/۱۷ a	۸/۲۸ b	۱/۷۲ b	۱۲/۲۱ b	۱۲/۴۷ b	۱/۲۱ a	۲۷/۹۶ ab	۱/۶۰ ab	۰/۷۴ a
۱۰	۶۸/۰۸ b	۶/۶۹ c	۱/۴۰ c	۱۱/۴۰ b	۱۱/۰۱ c	۱/۰۴ b	۲۷/۱۳ b	۱/۴۹ bc	۰/۷۶ a
۱۵	۴۷/۲۲ c	۴/۷۷ d	۱/۲۲ d	۹/۴۴ c	۸/۶۲ d	۰/۸۴ c	۲۴/۰۸ c	۱/۴۳ c	۰/۷۳ a

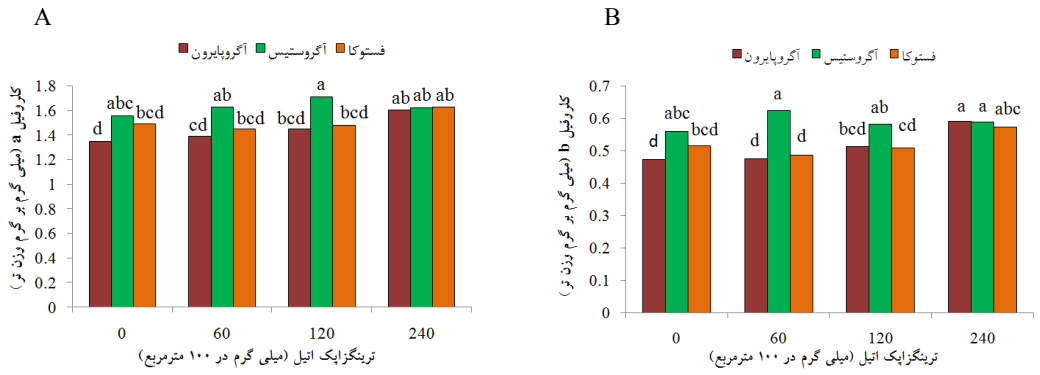
† در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5 % level using Tukey test.



شکل ۲- ارتفاع رشد (سانتی‌متر)، عرض برگ (میلی‌متر) و میزان کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) برگ سه گونهٔ چمن (آگروپایرون، آگروستیس و فستوکا). حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $p<0.05$ است.

Fig. 2. Plant height (cm), leaf width (mm) and carotenoids content (mg g^{-1} FW) of three turf grass species (wheatgrass, creeping bentgrass and sheep fescue). Different letters indicate significant differences among treatments according to Tukey's test with $p<0.05$.



شکل ۳- میانگین تغییرات مقادیر **A:** کلروفیل a و **B:** کلروفیل b سه گونهٔ چمن در سطوح مختلف ترینگزاپک اتیل. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $p<0.05$ است.

Fig. 3. Average of changes in the amount of **A:** chlorophyll a and **B:** chlorophyll b of three turf grass species in different TE treatments. Different letters indicate significant differences among treatments according to Tukey's test with $p<0.05$.

جدول ۳- اثر تیمار ترینگزاپک اتیل (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع) و شوری (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) بر ویژگی‌های بیوشیمیایی.

Table 3. Effects of TE (0, 60, 120 and 240 mg 100 m^2) and salinity levels (control, 5, 10, and 15 dS m^{-1}) on biochemical traits.

تیمار	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)
۰	۱/۴۷ b†	۰/۵۲ b	۰/۳۹ b	۲/۲۹ c
۶۰	۱/۴۹ b	۰/۵۳ b	۰/۴۱ ab	۲/۴۷ bc
۱۲۰	۱/۵۵ ab	۰/۵۳ b	۰/۴۳ a	۲/۶۴ b
۲۴۰	۱/۶۲ a	۰/۵۸ a	۰/۴۴ a	۲/۸۶ a
شاهد	۱/۶۰ a	۰/۵۸ a	۰/۴۳ a	۲/۰۴ d
۵	۱/۵۵ ab	۰/۵۵ ab	۰/۴۲ a	۲/۳۱ c
۱۰	۱/۵۰ b	۰/۵۲ bc	۰/۴۱ a	۲/۷۷ b
۱۵	۱/۴۷ b	۰/۵۱ c	۰/۴۰ a	۳/۱۴ a

† در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5 % level using Tukey test.

جدول ٤- میانگین تغییرات میزان غلظت پرولین و ویژگی‌های رشدی سه گونهٔ چمن در سطوح مختلف شوری.

Table 4. Average of changes in proline content and growth traits of three turf grass species in different levels of salinity.

شوری	گونه	کیفیت برگ سبز (٪)	وزن تر اندام هوایی (گرم بر گلدان)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر گلدان)	وزن تر ریشه (گرم بر گلدان)	وزن خشک ریشه (گرم بر گلدان)	طول ریشه (سانتی‌متر)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی	پرولین (میکرو مول بر گرم وزن تر)
شاهد	Wheatgrass	۹۳/۲۵ a†	۱۲/۴۸ a	۲/۳۸ a	۸/۵۴ fg	۱/۳۱ c	۳۶/۲۵ a	۰/۵۶ cd	۲/۲۳ de
	Creeping bentgrass	۹۰/۰۰ ab	۱۰/۱۱ bc	۱/۶۳ cd	۱۳/۴۲ bc	۰/۸۰ f	۲۲/۴۲ d	۰/۵۱ d	۲/۴۰ d
	Sheep fescue	۸۱/۷۵ bc	۶/۶۰ fg	۱/۶۸ c	۱۹/۳۱ a	۱/۷۶ a	۲۹/۳۸ bc	۱/۰۷ a	۱/۴۸ f
۵	Wheatgrass	۸۸/۷۵ ab	۱۰/۹۱ b	۲/۰۸ b	۷/۹۵ fg	۱/۲۶ cd	۳۴/۰۴ a	۰/۶۱ cd	۲/۴۷ cd
	Creeping bentgrass	۸۷/۷۵ ab	۸/۶۵ de	۱/۵۵ cd	۱۲/۱۳ cd	۰/۸۰ f	۲۱/۳۳ d	۰/۵۴ cd	۲/۶۲ cd
	Sheep fescue	۷۶/۰۰ cd	۵/۲۷ h	۱/۵۳ cd	۱۷/۳۳ a	۱/۵۸ ab	۲۸/۵۰ c	۱/۰۶ a	۱/۸۳ ef
۱۰	Wheatgrass	۷۴/۲۵ cd	۹/۲۶ cd	۱/۷۷ c	۶/۷۶ gh	۱/۰۴ e	۳۳/۵۸ a	۰/۵۹ cd	۲/۶۱ cd
	Creeping bentgrass	۶۷/۵۰ de	۵/۹۰ gh	۱/۰۴ fg	۱۱/۱۸ de	۰/۷۰ f	۲۰/۸۳ d	۰/۶۸ cd	۳/۲۰ ab
	Sheep fescue	۶۲/۵۰ e	۴/۹۰ h	۱/۳۸ de	۱۵/۰۸ b	۱/۳۸ bc	۲۶/۹۶ c	۱/۰۲ a	۲/۵۰ cd
۱۵	Wheatgrass	۶۸/۹۲ de	۷/۸۴ ef	۱/۶۲ cd	۵/۵۰ h	۰/۸۲ f	۳۲/۵۴ ab	۰/۵۱ d	۳/۱۶ ab
	Creeping bentgrass	۳۴/۰۸ f	۳/۱۸ i	۰/۸۶ g	۹/۳۴ ef	۰/۶۵ f	۱۹/۳۳ d	۰/۷۶ bc	۳/۴۶ a
	Sheep fescue	۳۸/۶۷ f	۳/۲۹ i	۱/۱۷ ef	۱۱/۰۲ de	۱/۰۸ de	۲۰/۳۸ d	۰/۹۳ ab	۲/۸۱ bc

† در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5 % level using Tukey test.

اتیل بر کیفیت چمن اثبات شده است. McCullough و همکاران (2005) گزارش کردند کاربرد ترینگزاپک اتیل روی چمن برموداگراس (*Cynodon dactylon* L.) سبب بهبود کیفیت ظاهری چمن نسبت به شاهد شد . در آزمایش دیگر Roohollahi و همکاران (2010) نشان دادند که ترینگزاپک اتیل کیفیت چمن پوآی معمولی رقم Barimpala را در شرایط تنش افزایش داد. دلیل افزایش در رنگ و درصد برگ سبز افزایش تراکم سلول‌های مزوفیل برگ و غلظت کلروفیل ناشی از کاربرد ترینگزاپک اتیل می‌باشد (Ervin & Koski, 2001). کاهش وزن تر و خشک چمن در نتیجه کاربرد ترینگزاپک اتیل را به‌دلیل کاهش طویل شدن سلولی و رشد گیاه نسبت دادند. یکی از نقش‌های اساسی جیبرلین در گیاهان رشد ساقه از طریق افزایش تقسیم و بزرگ شدن سلول و طویل شدن سلولی است. ترینگزاپک اتیل از کندکننده‌های رشد است که در سنتز اسید جیبرلیک دخالت می-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

کند و مانع فعالیت آنزیم ۳- بتا هیدروکسیلاز می‌شود در نتیجه از تبدیل جیبرلین ۲۰ به جیبرلین ۱ جلوگیری می‌کند و سبب کاهش طویل شدن سلولی و در نتیجه کاهش میان‌گره‌ها می‌شود (Beasley *et al.*, 2005). در پژوهش دیگر روی چمن‌های برموداگراس تیمار شده با ترینگزاپک اتیل حدود ۷۵-۳۸ درصد کاهش در وزن اندام هوایی بعد از هر مرتبه چمن‌زنی مشاهده شد (McCullough *et al.*, 2006). در پژوهش حاضر شوری سبب کاهش معنی‌دار میزان رشد چمن‌ها شد. کاهش رشد بر اثر تنش شوری احتمالا به‌دلیل جذب ناکافی آب و مواد غذایی و هم‌چنین سمیت یونی است. در شوری زیاد گسترش سلولی می‌تواند بر اثر تجمع نمک‌ها در دیواره‌های سلول کاهش یابد و در نتیجه سبب کاهش تورژسانس سلول شود که سرانجام رشد را کاهش می‌دهد (Munns & Termaat, 1986).

محتوای کلروفیل به‌ویژه کلروفیل b به‌طور قابل توجهی با تنش شوری کاهش یافت. محتوای کلروفیل نسبت به قرار گرفتن در معرض شوری حساس هست. کاهش در سطح کلروفیل به‌علت تنش شوری در گیاهان، مانند چمن‌های برموداگراس معمولی و کنتاکی بلوگراس (Bizhani & Salehi, 2014)، برموداگراس و پاسپالوم (Pompeiano *et al.*, 2014)، گندم (Ashraf *et al.*, 2002)، برنج (Anuradha & Rao, 2003) و گوجه فرنگی (Al-aghabary *et al.*, 2005) گزارش شده است. کاهش در میزان کلروفیل احتمالا به‌دلیل تجمع یون‌ها و اثر مهاری یون انباشته شده بر بیوسنتز کلروفیل می‌باشد. شوری عامل قوی در جلوگیری از ایجاد محلول پروتئین رنگدانه، در ساختار کلروپلاست است. ثبات کلروفیل در اتصال به غشاء وابسته به پایداری غشاء است که در شرایط شوری بالا به‌ندرت دست نخورده باقی می‌ماند. به نظر می‌رسد شوری از طریق بسته شدن روزنه‌ها و آسیب در واکنش‌های فتوشیمیایی و جذب کربن، فتوسنتز را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Megdiche *et al.*, 2008). در طول مواجهه اولیه به شوری، گیاهان اغلب از کمبود آب به علت تنش اسمزی رنج می‌برند. بسته شدن روزنه یک پاسخ به کاهش آماس برگ، و جلوگیری از بخار شدن بیش از حد آب گیاه می‌باشد که در هر دو تنش شوری و خشکی در گیاه اتفاق می‌افتد و در اثر آن تأمین دی اکسید کربن و تولید روبیسکو مختل می‌شود، بنابراین سرعت فتوسنتز خالص کاهش می‌یابد. افزایش میزان کلروفیل با استفاده از ترینگزاپک اتیل ممکن است به‌علت مهار طویل شدن سلول توسط این ماده باشد که منجر به افزایش تراکم سلول مزوفیل و غلظت کلروفیل شود، و در نتیجه گیاه پاکوتاه شده و سبز تیره دیده می‌شوند (Ervin & Koski, 2001). هم‌چنین Pessarakli (2007) شرح داده که کاربرد ترینگزاپک اتیل سبب افزایش سیتوکینین زآتین ریبوساید می‌شود. سیتوکینین‌ها پیری را به‌شدت به تأخیر می‌اندازند و این امر را از طریق برخی سازوکارها مانند عمل به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌ها، مهار تنفس، کاهش فعالیت آنزیم‌های (لیپاز و لیپواکسیژناز) درگیر در تخریب غشاء، محدود کردن بسته شدن روزنه‌ها و جلوگیری از تخریب کلروفیل انجام می‌دهند. مواد فتوسنتزی که برای طویل شدن برگ استفاده نمی‌شود بایستی به نحوی در اندام‌های دیگر نظیر طوقه، ساقه، ریشه ذخیره یا باعث افزایش پنجه‌زنی شود (McCullough *et al.*, 2005). اطلاعات ارائه شده در جدول ۲ نشان داد گیاهان محلول پاشی شده با ترینگزاپک اتیل افزایش قابل توجهی در وزن تر و خشک اندام‌های زیرزمینی در مقایسه با شاهد نشان می‌دهند. این نتایج با یافته‌های Baldwin و همکاران (2006) در چمن برموداگراس مطابقت دارد. افزایش وزن تر و خشک ریشه با کاربرد ترینگزاپک اتیل بیانگر تجمع مواد فتوسنتزی در بخش ریشه است که این حالت باعث بهبود رشد و توسعه ریشه می‌شود بنابراین تحمل گیاه را برای کنار آمدن با شرایط تنش بهبود بخشیده است. توزیع ماده خشک بین ریشه و ساقه در قالب افزایش وزن خشک ریشه به‌عنوان یک سازگاری مورفولوژیکی به شوری است که از دست رفتن آب را کاهش دهد(Toscano *et al.*, 2014). نسبت بالای وزن خشک ریشه به اندام هوایی در طی دوره شوری مهم است و باعث افزایش تحمل به شوری گیاهان از طریق افزایش بیشتر سطح جذب آب در گیاه می‌شود. Baldwin و همکاران (2006) گزارش کردند کاربرد ترینگزاپک اتیل در طی دوره تنش شوری باعث افزایش رشد ریشه در دو رقم چمن برموداگراس شده است. به موازات این نتایج گیاهان تیمار شده با ترینگزاپک اتیل کاهش رشد توده ریشه ناشی از تنش شوری کمتری را داشتند.

یکی از واکنش‌های سازگاری گیاه به تنش شوری ساخت و تجمع ترکیبات آلی با وزن ملکولی پایین در درون سیتوسل و اندامک‌هاست. گیاهانی که توانایی بیشتری برای سنتز پرولین دارند توانایی بقای بیشتری در شرایط تنش شوری هم دارند (Marcum

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]

& Murdoch, 1994). بررسی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد با افزایش شوری میزان پرولین در چمن‌ها افزایش می‌یابد. از طرفی نتایج نشان داد کاربرد ترینگزاپک اتیل میزان پرولین را افزایش داد. افزایش میزان پرولین بر اثر استفاده از ترینگزاپک اتیل می‌تواند از این لحاظ حائز اهمیت باشد که توانایی گیاه را برای تحمل تنش‌های اسمزی افزایش دهد. نتایج مشابهی توسط KamalUddin و همکاران (2012) گزارش شده است. تحت تنش شوری کاربرد ترینگزاپک اتیل سبب بهبود شرایط رشد و افزایش تجمع پرولین در چمن کنتاکی بلوگراس نیز شد (Arghavani *et al.*, 2012).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که، چمن آگروستیس و آگروپایرون تحمل به شوری بیشتری نسبت به فستوکا دارند و این به‌دلیل وجود غلظت بالای پرولین در طی تنش شوری در این گیاهان بود. کاربرد ترینگزاپک اتیل با بهبود صفاتی مانند میزان کلروفیل، درصد برگ سبز، پرولین و افزایش وزن تر، وزن خشک و نفوذپذیری ریشه و کاهش ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی سبب مقاومت بیشتر هر سه گونهٔ چمن به تنش شوری شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع ترینگزاپک اتیل برای کاهش دفعات چمن‌زنی و افزایش مقاومت به تنش شوری در گیاهان ذکر شده استفاده شود.

سپاسگزاری

امکانات لازم برای انجام این پژوهش توسط دانشگاه گیلان فراهم گردیده است که بدین وسیله مراتب قدردانی اعلام می‌گردد.

REFERENCES

Adavi, Z., Razmjoo, K. and Mobli, M. 2006. Salinity tolerance of bermudagrass (*Cynodon spp*. Lc rich) cultivars and shoot Na, K and Cl contents under a high saline environment. – J. Hortic. Sci. Biotech. 81: 1074-1078.

Al-aghabary, K., Zhu, Z. and Shi, Q. 2005. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. – J. Plant Nutr. 27: 2101-2115.

Alshammary, S., Qian, Y. and Wallner, S. 2004. Growth response of four turfgrass species to salinity. – Agr. Water Manage. 66: 97-111.

Anuradha, S. and Rao, S.S.R. 2003. Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa* L.) reduced the impact of salt stress on growth, prevented photosynthetic pigment loss and increased nitrate reductase activity. – Plant Growth Regul. 40: 29-32.

Arghavani, M., Kafi, M., Babalar, M., Naderi, R., Hoque, M.A. and Murata, Y. 2012. Improvement of salt tolerance in kentucky bluegrass by trinexapac-ethyl. – HortSci. 47: 1163-1170.

Ashraf, M., Karim, F. and Rasul, E. 2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA_3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. – Plant Growth Regul. 36: 49-59.

Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. – Plant Sci. 137: 131-142.

Baldwin, C.M., Liu, H., McCarty, L.B., Bauerle, W.L. and Toler, J.E. 2006. Effects of trinexapac-ethyl on the Salinity tolerance of two ultradwarf bermudagrass cultivars. – HortSci. 41: 808-814.

Bates, L., Waldren, R. and Teare, I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. – Plant Soil. 39: 205-207.

Beard, J. B. and Green, R.L. 1994. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. – J. Environ. Quality 23: 452-460.

Beasley, J.S., Branham, B.E. and Ortiz-Ribbing, L.M. 2005. Trinexapac-ethyl affects kentucky bluegrass root architecture. – HortSci. 40: 1539-1542.

Bian, X., Merewitz, E. and Huang, B. 2009. Effects of trinexapac-ethyl on drought responses in creeping bentgrass associated with water use and osmotic adjustment. – J. Am. Soc. HorticSci. 13: 505-510.

Bizhani, S. and Salehi, H. 2014. Physio-morphological and structural changes in common bermudagrass and kentucky bluegrass during salt stress. – Acta Physiol. Plant. 36: 777-786.

Ervin, E.H. and Koski, A. 2001. Trinexapac-ethyl increases kentucky bluegrass leaf cell density and chlorophyll concentration. – HortSci. 36: 787-789.

KamalUddin, M., Juraimi, A.S., Ismail, M.R., Hossain, M.A., Othman, R. and Abdul Rahim, A. 2012. Physiological and growth responses of six turfgrass species relative to salinity tolerance. – Sci. World J. 7: 1-10.

Marcum, K.B. and Murdoch, C.L. 1994. Salinity tolerance mechanisms of six C_4 turfgrasses. – J. Am. Soc. HorticSci. 119: 779-784.

McCullough, P.E., Liu, H. and McCarty, L.B. 2005. Response of six dwarf-type bermudagrasses to trinexapac-ethyl. – HortSci. 40: 460-462.

McCullough, P.E., Liu, H., McCarty, L.B., Whitwell, T. and Toler, J.E. 2006. Growth and nutrient partitioning of tifeagle bermudagrass as influenced by nitrogen and trinexapac-ethyl. – HortSci. 41: 453-458.

Megdiche, W., Hessini, K., Gharbi, F., Jaleel, C.A., Ksouri, R. and Abdelly, C. 2008. Photosynthesis and photosystem 2 efficiency of two salt-adapted halophytic seashore *cakile maritima* ecotypes. – Photosynthetica 46: 410-419.

Munns, R. and Termaat, A. 1986. Whole-plant responses to salinity. – Func. Plant Biol. 13: 143-160.

Pessarakli, M. 2007. Handbook of turfgrass management and physiology. CRC press. pp 720.

Pompeiano, A., Giannini, V., Gaetani, M., Vita, F., Guglielminetti, L., Bonari, E. and Volterrani, M. 2014. Response of warm–season grasses to n fertilization and salinity. – Sci. Hortic-Amsterdam. 177: 92-98.

Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. – Annu. Rev. Plant Biol. 51: 501-531.

Roohollahi, I., Kafi, M. and Naderi , R. 2010. Drought reaction and rooting characteristics in response to plant growth regulators on *Poa pratensis* cv. *barimpala*. – J. Food Agric. Environ. 8: 285-288.

Strain, H.H. and Svec, W.A. 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of the chlorophylls. – The Chlorophylls. 1: 22-66.

Toscano, S., Scuderi, D., Giuffrida, F. and Romano, D. 2014. Responses of mediterranean ornamental shrubs to drought stress and recovery. – Sci. Hortic-Amsterdam. 178: 145-153.

*****

How to cite this article:

Rasouli, M., Hatamzadeh, A., Ghasemnezhad, M. and Samizadeh Lahiji, H. The increase of salinity tolerance of three turf grass species using trinexapac-ethyl. 2017. – Nova Bio. Rep. 4: 28-37.

رسولی، م.، حاتم‌زاده، ع.، قاسم‌نژاد، م. و سمیع‌زاده لاهیجی، ح.ا. ۱۳۹۶. افزایش تحمل به شوری سه گونهٔ چمن با استفاده از ترینگزاپک اتیل. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۳۷-۲۸.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.4.5]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.29]