

## افزایش تحمل به شوری سه گونه چمن با استفاده از ترینگزاپک اتیل

مهرداد رسولی<sup>۱</sup>، عبدالله حاتم‌زاده<sup>۱</sup>، محمود قاسم نژاد<sup>۱</sup> و حبیب الله سمیع زاده لاهیجی<sup>۲\*</sup>

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

<sup>۱</sup>گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

<sup>۲</sup>گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

\* مسئول مکاتبات: hsamizadeh@guilan.ac.ir

**چکیده.** در اکثر نقاط ایران به دلیل 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 به منظور بررسی کاربرد ترینگزاپک اتیل در شرایط تنش شوری روی سه گونه 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 حالی که افزایش میزان شوری (سدیم کلراید) آب آبیاری منجر به کاهش صفات اندازه گیری 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<sup>1</sup>, Abdollah Hatamzadeh<sup>1</sup>, Mahmood Ghasemnezhad<sup>1</sup> & Habibollah Samizadeh

Lahiji<sup>2\*</sup>

Received 07.10.2016/ Accepted 24.12.2016/ Published 21.06.2017

<sup>1</sup>Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

<sup>2</sup>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

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). غیر زنده محیطی است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را به شدت محدود می‌کند. با افزایش جمعیت و گسترش شهرها نیاز به گسترش فضای سبز نیز افزایش یافته است. یکی از ارکان اصلی

تنظیم اسمزی به عنوان یک واکنش سازگاری در گیاهان آوندی و غیر آوندی در پاسخ به تنش‌های محیطی بروز می‌کند. محافظت کننده‌های اسمزی نظیر گلاسیسین بتائین، پرولین و قندهای محلول اکثراً به سیئوپلاسم محدود می‌شوند و تقریباً در واکوئل وجود ندارند (Bajji *et al.*, 1998). گزارش‌های متعددی نیز

*Agropyron* (Wheatgrass)، *stolonifera* L. آگروپایرون و *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 به صورت فاکتوریل در غالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد.

تیمار ترینگزپاک اتیل (Primo Maxx®, Sigma Aldrich, active ingredient (a.i.): TE= 98 %) در چهار غلظت (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ متر مربع) به صورت محلول‌پاشی برگی گیاهان به مدت ۴۲ روز و هر ۱۴ روز یکبار اعمال شد. تیمار شوری با چهار سطح شوری (شاهد (۱/۴)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) از نمک کلرور سدیم اعمال شد (در تیمار شاهد از آب آبیاری که به طور 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 سانیتریفوژ 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.

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

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

$$(mg/ml) = (1000A_{470} - 1.8C_a - 85.02 C_b) / 198$$

درصد برگ‌های سبز که بیانگر میزان کیفیت و تازگی چمن است به صورت ظاهری برآورد شد. برای تعیین ارتفاع و عرض برگ در هر گلدان از ۱۰ نقطه تصادفی به ترتیب 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

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 به راحتی وجود ندارد. از جمله عوامل محدود کننده در توسعه فضای سبز کمبود شدید منابع آب و مشکلات مربوط به مدیریت نگهداری چمن‌ها است. از آنجایی که 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). ترینگزپاک 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. ترینگزپاک اتیل از بازدارنده‌های جیبرلیک اسید است که ساختاری مشابه ۲-۱-اگزوگلوکوتارات دارد و بنابراین به طور موثر طولی شدن سلولی را کاهش می‌دهد (Rademacher, 2000).

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

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ در گلخانه آموزشی - پژوهشی (با  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد دمای روز،  $15 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد دمای شب و رطوبت نسبی ۷۵ درصد) و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. بذور سه گونه چمن آگروستیس (*Agrostis*) (Creeping bentgrass)

چمن‌زنی و جمع‌آوری 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 Excel 2007 استفاده شد.

### نتایج

#### کیفیت برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمار شوری با ترینگزپاک 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 ترینگزپاک اتیل میزان کیفیت برگ تحت شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر بهبود شایان توجهی پیدا کرد و بیشترین مقدار در تیمار ترینگزپاک اتیل در ۲۴۰ 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 به ترتیب 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 ترینگزپاک 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 ترینگزپاک اتیل و شوری تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع رشد چمن‌ها داشت. بین گونه‌ها نیز تفاوت معنی‌داری 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 به وسیله غلظت‌های مختلف ترینگزپاک 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 ترینگزپاک 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 ترینگزپاک 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)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارترینگز-اپک اتیل و شوری به ترتیب 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 تنظیم‌کننده 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 دسی‌زیمنس 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 دسی‌زیمنس بر متر در آگروستیس مشاهده شد (جدول ۴).

#### محتوای کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار شوری اثر معنی‌داری 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. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a و b در شاهد و کمترین میزان در شوری ۱۵ دسی‌زیمنس 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. گونه 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 اتیل 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 به‌طوری‌که 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 دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۳/۴۶ میکرومول بر گرم وزن تر بود اما در گونه فستوکا در شوری ۱۵ دسی‌زیمنس 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-

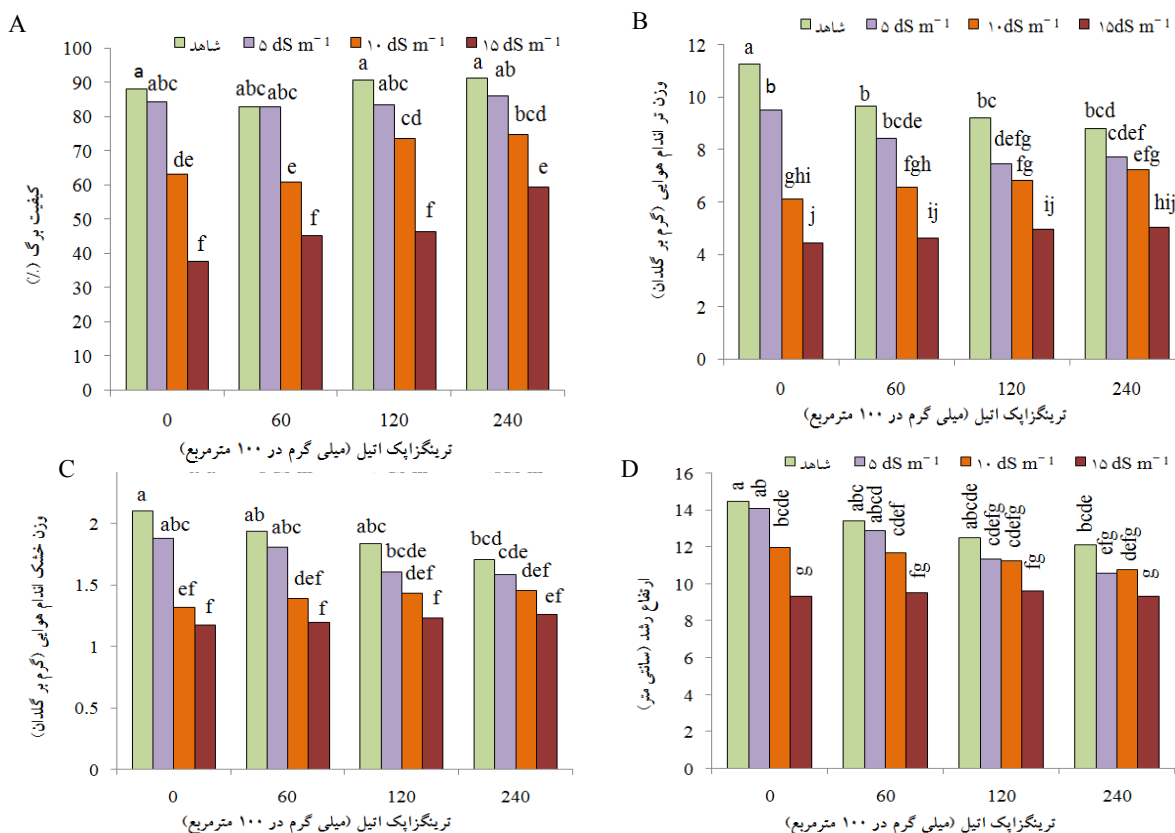
## جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ترینگزایک اتیل بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی گونه‌های مختلف چمن در شرایط تنش شوری.

**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 | کلروفیل a          | کلروفیل b          | کلروفیل            | پروتئین            |
|--------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ترینگزایک اتیل (T) | ۳          | ۸۰۹/۲۳**            | ۳/۷۹**             | ۰/۱۰ <sup>ns</sup>  | 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 <sup>ns</sup>               | ۳/۰۸**             | ۰/۷۵**             | ۰/۱۸ <sup>ns</sup> | 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 <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۸۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۳ <sup>ns</sup>               | ۰/۷۶ <sup>ns</sup> | ۰/۱۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۴ <sup>ns</sup> |
| T*V                | ۶          | ۶۲/۰۸ <sup>ns</sup> | ۱/۸۶ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup>  | ۳/۹۷ <sup>ns</sup> | ۱/۹۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup> | ۱/۴۶ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>               | ۱/۳۶**             | ۰/۳۶**             | ۰/۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۱۱ <sup>ns</sup> |
| S*V                | ۶          | ۷۶۲/۶۰**            | ۱۰/۰۴**            | ۰/۱۳*               | ۲/۱۸ <sup>ns</sup> | ۱۷/۱۲**            | ۰/۱۵**             | ۳۴/۸۵**            | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۱۲**                           | ۰/۳۰ <sup>ns</sup> | ۰/۰۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۲۸*              |
| T*S*V              | ۱۸         | ۶۹/۷۲ <sup>ns</sup> | ۰/۵۵ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>  | ۱/۱۱ <sup>ns</sup> | ۱/۸۶ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۷۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>               | ۰/۶۴ <sup>ns</sup> | ۰/۱۰ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۳ <sup>ns</sup> |
| 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 ترینگزایک اتیل. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال  $p < 0.05$  است.**Fig. 1.** The average 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  $p < 0.05$

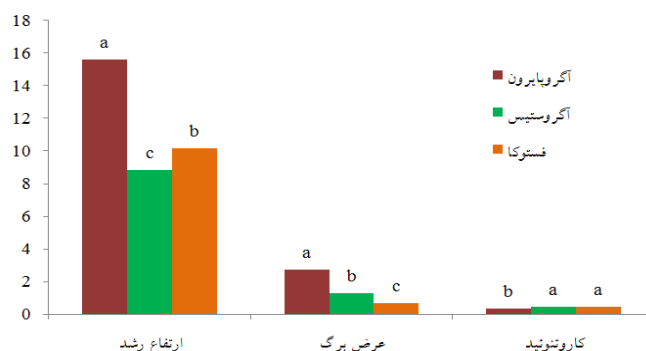
**جدول ۲-** اثر تیمار ترینگزایک اتیل (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی گرم در ۱۰۰ متر مربع) و شوری (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر) بر ویژگی های رشدی.

**Table 2.** Effects of TE (0, 60, 120 and 240 mg 100 m<sup>2</sup>) and salinity (control, 5, 10 and 15 dS m<sup>-1</sup>) on growth traits.

| تیمار | کیفیت برگ (%)        | وزن تر اندام هوایی (گرم بر گلدان) | وزن خشک اندام هوایی (گرم بر گلدان) | ارتفاع رشد (سانتی متر) | وزن تر ریشه (گرم بر گلدان) | وزن خشک ریشه (گرم بر گلدان) | طول ریشه (سانتی متر) | عرض برگ (میلی متر) | نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی |
|-------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------|
| ۰     | ۶۸/۳۶ b <sup>†</sup> | ۷/۸۳ a                            | ۱/۶۲ a                             | ۱۲/۴۴ a                | ۹/۷۸ c                     | ۰/۹۱ c                      | ۲۵/۹۳ b              | ۱/۴۷ b             | ۰/۵۹ c                           |
| ۶۰    | 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                          |
| ۲۴۰   | 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                           |

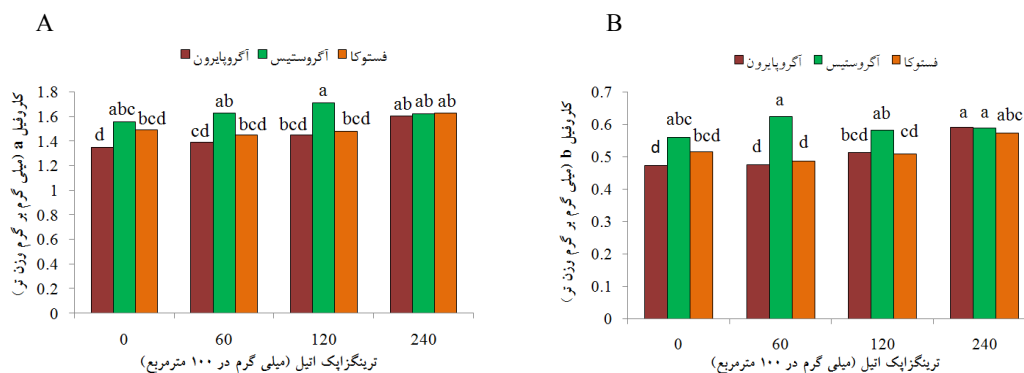
<sup>†</sup> در هر ستون میانگین هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

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



**شکل ۲-** ارتفاع رشد (سانتی متر)، عرض برگ (میلی متر) و میزان کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر) سه گونه چمن (آگروپایرون، آگروستیس و فسوکا). حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال  $p < 0.05$  است.

**Fig. 2.** Plant height (cm), leaf width (mm) and carotenoids content (mg g<sup>-1</sup> 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 گونه چمن در سطوح مختلف ترینگزایک اتیل. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی دار 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 ترینگزپاک اتیل (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی گرم 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<sup>2</sup>) and salinity levels (control, 5, 10, and 15 dS m<sup>-1</sup>) on biochemical traits.

| تیمار | کلروفیل a<br>(میلی گرم بر گرم وزن تر) | کلروفیل b<br>(میلی گرم بر گرم وزن تر) | کاروتنوئید<br>(میلی گرم بر گرم وزن تر) | پروکلین<br>(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 ۴-** میانگین تغییرات میزان غلظت پروکلین و ویژگی‌های رشدی سه گونه 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<br>سبز (%) | وزن تر اندام<br>هوایی (گرم<br>بر گلدان) | وزن خشک<br>اندام هوایی<br>(گرم بر<br>گلدان) | وزن تر ریشه<br>(گرم بر<br>گلدان) | وزن خشک<br>ریشه (گرم بر<br>گلدان) | طول ریشه<br>(سانتی‌متر) | نسبت وزن<br>خشک ریشه<br>به اندام<br>هوایی | پروکلین<br>(میکرو مول<br>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.

مزوفیل برگ و غلظت کلروفیل ناشی از کاربرد ترینگزپاک اتیل می‌باشد (Ervin & Koski, 2001). کاهش وزن تر و خشک چمن در نتیجه کاربرد ترینگزپاک اتیل را به دلیل کاهش طولی شدن سلولی و رشد گیاه نسبت دادند. یکی از نقش‌های اساسی جبریلین در گیاهان رشد ساقه از طریق افزایش تقسیم و بزرگ شدن سلول و طولی شدن سلولی است. ترینگزپاک اتیل از کندکننده‌های رشد است که در سنتز اسید جبریلینک دخالت می-

اتیل بر کیفیت چمن اثبات شده است. McCullough و همکاران (2005) گزارش کردند کاربرد ترینگزپاک 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 ترینگزپاک اتیل کیفیت چمن پوآی معمولی رقم Barimpala را در شرایط تنش افزایش داد. دلیل افزایش در رنگ و درصد برگ سبز افزایش تراکم سلول‌های



کند و مانع فعالیت آنزیم ۳- بتا هیدروکسیلاز می شود در نتیجه از تبدیل جبریلین ۲۰ به جبریلین ۱ جلوگیری می کند و سبب کاهش طولی شدن سلولی و در نتیجه کاهش میان گره ها می شود (Beasley et al., 2005). در پژوهش دیگر روی چمن های برموداگراس تیمار شده با ترینگزپاک اتیل حدود ۷۵-۳۸ درصد کاهش در وزن اندام هوایی بعد از هر مرتبه چمن زنی مشاهده شد (McCullough et al., 2006). در پژوهش حاضر شوری سبب کاهش معنی دار میزان رشد چمن ها شد. کاهش رشد بر اثر تنش شوری احتمالاً به دلیل جذب ناکافی آب و مواد غذایی و هم چنین سمیت یونی است. در شوری زیاد گسترش سلولی می تواند بر اثر تجمع نمک ها در دیواره های سلول کاهش یابد و در نتیجه سبب کاهش تورژسانس سلول شود که سرانجام رشد را کاهش می دهد (Munns & Termaat, 1986).

محتوای کلروفیل به ویژه کلروفیل b به طور قابل توجهی با تنش شوری کاهش یافت. محتوای کلروفیل نسبت به قرار گرفتن در معرض شوری حساس هست. کاهش در سطح کلروفیل به علت تنش شوری در گیاهان، مانند چمن های 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-aghaby et al., 2005) گزارش شده است. کاهش در میزان کلروفیل احتمالاً به دلیل تجمع یون ها و اثر مهار یون انباشته شده بر پیوستن کلروفیل می باشد. 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 به ندرت دست نخورده باقی می ماند. به نظر می رسد شوری از طریق بسته شدن روزنه ها و آسیب در واکنش های فتوشیمیایی و جذب کربن، فتوسنتز را تحت تاثیر قرار می دهد (Megdiche et al., 2008). در طول مواجهه اولیه به شوری، گیاهان اغلب از کمبود آب به علت تنش اسمزی رنج می برند. بسته شدن روزنه یک پاسخ به کاهش آماس برگ، و جلوگیری از بخار شدن بیش از حد آب گیاه می باشد که در هر دو تنش شوری و خشکی در گیاه اتفاق می افتد و در اثر آن تأمین دی اکسید کربن و تولید رویسکو مختل می شود، بنابراین سرعت فتوسنتز خالص کاهش می یابد. افزایش میزان کلروفیل با استفاده از ترینگزپاک

اتیل ممکن است به علت مهار طولی 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 می شوند (Ervin & Koski, 2001). هم چنین Pessaraki (2007) شرح داده که کاربرد ترینگزپاک اتیل سبب افزایش سیتوکینین زآتین ریوساید می شود. سیتوکینین ها پیری را به شدت به تأخیر می اندازند و این امر را از طریق برخی سازوکارها مانند عمل به- عنوان آنتی اکسیدان ها، مهار تنفس، کاهش فعالیت آنزیم های (لیپاز و لیپواکسیژناز) در گیر در تخریب غشاء، محدود کردن بسته شدن روزنه ها و جلوگیری از تخریب کلروفیل انجام می دهند. مواد فتوسنتزی که برای طولی شدن برگ استفاده نمی شود بایستی به نحوی در اندام های دیگر نظیر طوقه، ساقه، ریشه ذخیره یا باعث افزایش پنجه زنی شود (McCullough et al., 2005). اطلاعات ارائه شده در جدول ۲ نشان داد گیاهان محلول پاشی شده با ترینگزپاک اتیل افزایش قابل توجهی در وزن تر و خشک اندام های زیرزمینی در مقایسه با شاهد نشان می دهند. این نتایج با یافته های Baldwin و همکاران (2006) در چمن برموداگراس مطابقت دارد. افزایش وزن تر و خشک ریشه با کاربرد ترینگزپاک اتیل بیانگر تجمع مواد فتوسنتزی در بخش ریشه است که این حالت باعث بهبود رشد و توسعه ریشه می شود 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 به- عنوان 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 می شود. Baldwin و همکاران (2006) گزارش کردند کاربرد ترینگزپاک 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 ترینگزپاک اتیل کاهش رشد توده ریشه ناشی از تنش شوری کمتری را داشتند. یکی از واکنش های سازگاری گیاه به تنش شوری ساخت و تجمع ترکیبات آلی با وزن ملکولی پایین در درون سیتوسل و اندامک هاست. گیاهانی که توانایی بیشتری برای ستر پرولین دارند توانایی بقای بیشتری در شرایط تنش شوری هم دارند (Marcum



## 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.
- Alshammery, 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<sub>3</sub>) 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.

& 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 به دلیل 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 گونه چمن به تنش شوری شده است. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود غلظت ۱۲۰ میلی گرم 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.

- Marcum, K.B. and Murdoch, C.L.** 1994. Salinity tolerance mechanisms of six C<sub>4</sub> turfgrasses. – J. Am. Soc. Hort-icSci. 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 گونه چمن با استفاده از ترینگزپاک اتیل. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۲۸-۳۷.