

## اثر ترینگزاپک اتیل و تنش پاخوری بر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک فستوکای پابلند رقم ربل (*Festuca arundinacea* cultivar Rebel)

محمدحسین شیخ محمدی<sup>۱</sup>، نعمت الله اعتمادی<sup>۲\*</sup> و علی نیکبخت<sup>۳</sup>

۱، ۲، ۳. دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۴/۲۱)

### چکیده

استفاده از کندکننده‌های رشد گیاهی از جمله ترینگزاپک اتیل در مدیریت چمن بسیار مرسوم و معمول شده است. از جمله اهداف استفاده از این ترکیبات کاهش رشد عمودی چمن، افزایش تراکم و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی است. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر سطوح متفاوت ترینگزاپک اتیل (۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار) و تنش پاخوری (پاخوری و عدم پاخوری) بر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک فستوکای پابلند رقم ربل است که در آزمایشی در غالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به اجرا در آمد. نتایج نشان داد ترینگزاپک اتیل و پاخوری سبب کاهش معنادار ارتفاع، وزن تر و خشک چمن فستوکا شد. ارتفاع در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۱۸/۸۴ و ۲۲/۰۶ درصد کاهش نشان داد. کاربرد ترینگزاپک اتیل، موجب افزایش تراکم، پنجه‌زنی و کلروفیل شد، درحالی‌که تیمار پاخوری محتوای کلروفیل، تراکم و پنجه‌زنی را به صورت معناداری کاهش داد. کاربرد ترینگزاپک اتیل در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ۳۶ درصد افزایش پنجه‌زنی و تنش پاخوری ۱۷/۲ درصد کاهش پنجه‌زنی را نشان داد. همچنین نتایج نشان داد تیمار پاخوری و ترینگزاپک اتیل کربوهیدرات‌های محلول اندام هوایی را به طور معناداری افزایش می‌دهد، در صورتی‌که این ماده برخلاف پاخوری اثری معنادار بر کربوهیدرات‌های محلول ریشه نداشت. ترینگزاپک اتیل با افزایش محتوای آب نسبی و کاهش نشت الکترولیت در شرایط تنش پاخوری موجب افزایش مقاومت به پاخوری در فستوکا شد.

**واژه‌های کلیدی:** ترینگزاپک اتیل، تنش پاخوری، فستوکای پابلند، میزان رشد.

### مقدمه

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌توانند نقش‌های مهمی در صنعت چمن ایفا کنند. این مواد به منظور ممانعت از رشد، کاهش نیروی کارگری برای سرزنی چمن و دیگر فعالیت‌های مرسوم استفاده می‌شوند. این مواد، رشد و توسعه چمن را توسط بازدارندگی و تحریک‌کنندگی هورمون‌های گیاهی تحت تأثیر قرار می‌دهند (Serensits, 2008). همچنین تنظیم‌کننده‌ها

مانع تشکیل گل‌آذین می‌شوند که در نهایت سبب افزایش کیفیت چمن می‌شوند. امروزه تقاضا برای استفاده از تنظیم‌کننده‌ها به منظور مقاومت چمن‌ها به شرایط تنشی افزایش یافته است (Richie et al., 2001).

تنش پاخوری در تمامی زمین‌های ورزشی صورت می‌گیرد، چمن‌هایی که تحت تأثیر تنش پاخوری قرار می‌گیرند، با کاهش رنگ و تراکم همراه هستند که

مقاومت به پاخوری هستند بسیار مناسباند (Juska *et al.*, 1969). این ارقام برگ‌هایی با بافت خشن دارند و این خصوصیات سبب شده است از سایر چمن‌ها در مناطقی که کیفیت مطلوب مدنظر است استفاده شود (Park *et al.*, 2010). برنامه اصلاحی فستوکا که در سال ۱۹۷۹ آغاز شد به انتخاب رقم‌هایی از فستوکای پابلند با رنگ تیره‌تر، بافت برگ ظریف‌تر، عادت رشد کمتر، پوشش کپه‌ای و افزایش مقاومت به بیماری منجر شد. این گونه‌های ارتقایافته می‌توانند یک چمن فستوکای پابلند با کیفیت عالی را در محیط‌های پر رفت و آمد فراهم کنند (Bokmeyer *et al.*, 2008) که مقاومت به پاخوری این ارقام کمتر بررسی شده است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر ترینگزاپک اتیل و پاخوری بر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک فستوکای پابلند رقم ربل است.

جدول ۱. خصوصیات خاک استفاده‌شده برای آزمایش

مقدار موجود در خاک	خصوصیات خاک آزمایش‌شده
لومی‌رسی	بافت
۴/۱۵	EC (دسی‌زیمنس بر متر)
۷/۴۵	PH
۰/۶۵	ماده آلی

### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر هایترینگزاپک اتیل و پاخوری بر برخی خصوصیات فستوکای پابلند رقم ربل، آزمایشی طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در محل گلخانه‌های گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. طرح آزمایش استفاده‌شده به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل سه سطح تنظیم‌کننده رشد ترینگزاپک اتیل<sup>۱</sup> و دو سطح تنش پاخوری بودند. ترینگزاپک اتیل در سطوح صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ماده مؤثره بر روی کرت‌های اصلی به وسعت ۶ مترمربع در ۳ زمان در سال با فاصله ۳ هفته به‌صورت محلول‌پاشی به کار رفت (Beasley *et al.*, 2007)، (برای اطمینان از پاشش یکنواخت بر روی

نامطلوب است و می‌تواند سبب افزایش آسیب به ورزشکاران شود. این نواحی تحت تنش، معمولاً به دفعات بیشتری بازسازی سالانه برای فراهم‌کردن امکان بازی قابل قبول در فصول سال نیازمندند (Williams *et al.*, 2010). روش‌های متفاوتی برای افزایش مقاومت به تنش پاخوری در چمن‌ها وجود دارد. استفاده از ارقام مقاوم و تنظیم‌کننده‌های زیستی، یکی از راهکارهای مقاومت به تنش پاخوری است. Samaranayake *et al.* (2008) تعداد زیادی از ارقام بنت‌گراس خزنده<sup>۱</sup> و بنت‌گراس مخملی<sup>۲</sup> را با یکدیگر مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که بنت‌گراس مخملی مقاومت بهتری نسبت به تنش‌های پاخوری دارد. در همین راستا Goddard *et al.* (2008) تفاوت معناداری در مقاومت به تنش پاخوری بین ارقام RivieraTifway و Quickstand برموداگراس گزارش کردند. امروزه مشخص شده است تنظیم‌کننده ترینگزاپک اتیل می‌تواند موجب بهبود مقاومت به تنش پاخوری شود، ترینگزاپک اتیل با نام تجاری پریمو یک ترکیب مصنوعی است که طولیل‌شدن ساقه یا رشد را با ممانعت از فعالیت جیبرلین بدون تداخل در الگوهای نموی گیاه محدود می‌کند (Rademacher, 2000). مطالعه ترینگزاپک اتیل بر روی برموداگراس پاکوتاه<sup>۳</sup> که عموماً در زمین‌های گلف کاربرد دارد، اثر مثبتی بر افزایش وزن ریزوم و استولن، پایداری رنگ، حفظ مواد غذایی، استفاده کارآمد و کاهش‌خوردۀ چمن‌های حاصل از سرزنی و درنهایت افزایش مقاومت به پاخوری را نشان داد (McCullough *et al.*, 2007). پژوهش‌ها درباره ارقام برموداگراس نشان داده است که ترینگزاپک اتیل موجب افزایش استولن، تراکم و کیفیت چمن در دماهای بالا می‌شود (Richardson, 2002). Beasley (2005) گزارش کرد کاربرد این تنظیم‌کننده سبب افزایش مقاومت به پاخوری در چمن پوآی معمولی<sup>۴</sup> می‌شود. ارقام فستوکای پابلند قدیمی به‌خوبی با مناطق پر رفت و آمد تطابق می‌یابند و برای مناطق تفریحی که نیازمند سطح بالایی از

1. *Agrostis stolonifera*
2. *Agrostis canina*
3. *Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis*
4. *Poa pratensis*

شد و سپس روی ترازوی دیجیتالی با دقت ۱ میلی‌گرم توزین شد و در پاکت‌های کاغذی قرار گرفت. سپس به آون با دمای تقریبی ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انتقال داده شد و در نهایت وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری پنجه‌زنی، هر ۳ هفته یک‌بار با استفاده از نمونه‌گیر، با ابعاد ۵×۵ سانتی‌متر دو نمونه از هر واحد آزمایشی گرفته شد و تعداد پنجه‌های ایجاد شده در هر بوته در طول آزمایش شمارش شدند، در نهایت برای اندازه‌گیری تعداد پنجه‌زنی هر بوته از رابطه زیر استفاده شد: (تعداد کل بوته / مجموع پنجه‌زنی تمام بوته‌ها = میزان پنجه‌زنی هر بوته). محتوای نسبی آب، کربوهیدرات‌های محلول، نشه‌الکتورلیت و کلروفیل به ترتیب طبق دستورالعمل بارز و درلی (Barrs & Weatherley, 1962)، اسید سولفوریک و فنل (Dubois *et al.*, 1956)، بلوم و ابرکون (Blum & Ebercon, 1981) و لیشنتنالر (Hiscox & Israelstam, 1979) تخمین زده شد. در پایان داده‌ها پس از وارد شدن در نرم‌افزار اکسل (نسخه 2010) با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه واریانس شدند و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنادار (LSD) استفاده شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

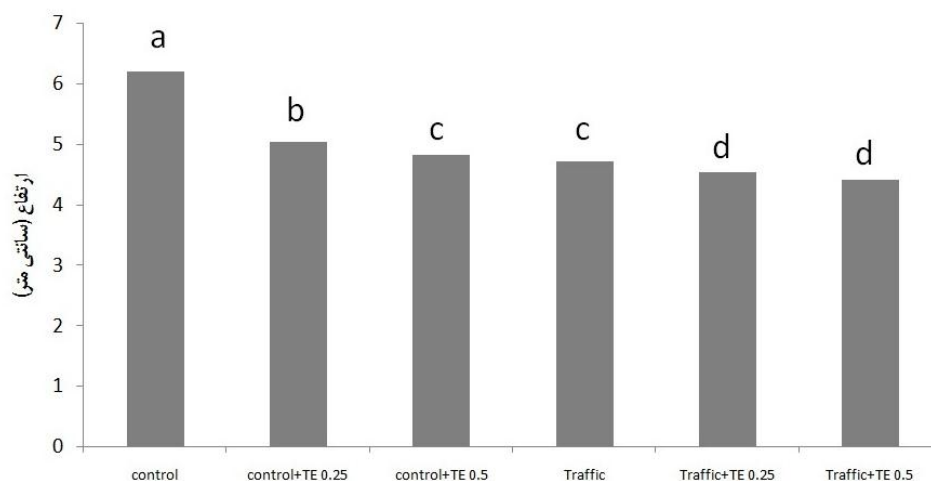
### ارتفاع

سطوح ترینگزپاک اتیل اثر معناداری بر ارتفاع چمن فستوکا داشتند (جدول ۲). با مقایسه میانگین بین اثرهای اصلی مشخص شد، با افزایش غلظت ترینگزپاک اتیل، میزان ارتفاع کاهش می‌یابد به طوری که در غلظت‌های صفر کیلوگرم در هکتار بیشترین ارتفاع (۵/۴۶ سانتی‌متر) دیده شد و این مقدار در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان (۴/۶۴ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). Fan *et al.* (2009) گزارش کردند که استفاده از ترینگزپاک اتیل موجب کاهش ارتفاع چمن آبی کنتاکی<sup>۱</sup> می‌شود. Roohollahi *et al.* (2008) گزارش کردند که

برگ‌ها، محلول ترینگزپاک اتیل در محفظه اسپری‌کننده با نازل پخش یکنواخت ریخته شد و حدود ۲ لیتر برای هر تیمار در هر بار پاشش اسپری شد. پاخوری مصنوعی به صورت دوره‌ای بر روی نیمی از هر کرت اصلی توسط دستگاه شبیه‌ساز تنش پاخوری (BTS) صورت گرفت. تنش در روزهای شنبه، دوشنبه و پنجشنبه بر روی گونه مطالعه شده اعمال شد. تنش پاخوری بدون در نظر گرفتن رطوبت خاک و شرایط آب و هوایی اعمال شد. میزان فشار وارد شده توسط دستگاه شبیه‌ساز با آسیب‌های ناشی از برگزاری سه مسابقه فوتبال بر روی چمن در هفته برابر است (Canaway, 1976). به منظور تعیین میزان بذر مصرفی در هر کرت، قوه نامیه بذور (براساس درصد جوانه‌زنی) و وزن هزاردانه بررسی شد. بذر فستوکای پابلند رقم ریل با وزن هزاردانه ۲/۸ گرم و درصد جوانه‌زنی ۹۰ درصد به میزان ۲۵ گرم در مترمربع استفاده شد و آبیاری روزانه صورت گرفت. خصوصیات خاک استفاده شده در جدول ۱ آمده است، بعد از سبزشدن و استقرار کامل چمن‌ها، محلول ترینگزپاک اتیل آماده شده در غلظت‌های یاد شده بر روی چمن‌هایی که روز قبل از اعمال تیمار در ارتفاع ۴ سانتی‌متری سرزنی شده بودند، به صورت اسپری بر روی برگ‌ها پاشش شد (برای اطمینان از پاشش یکنواخت بر روی برگ‌ها، محلول ترینگزپاک اتیل در محفظه اسپری‌کننده با نازل پخش یکنواخت ریخته شد و حدود ۲ لیتر برای هر تیمار در هر بار پاشش اسپری شد). همچنین یک ماه قبل از شروع تیمارها، مبارزه با علف‌های هرز به شکل مکانیکی صورت گرفت. در این مطالعه برای تعیین تراکم از امتیازدهی بصری توسط ارزیاب باتجربه براساس مقیاس ۱ تا ۹ استفاده شد. ارزیابی یاد شده براساس دستورالعمل NTEP صورت گرفت (Morris, 2002). ارتفاع، وزن تر و خشک برگ به صورت هفتگی ارزیابی شد. برای تعیین ارتفاع در هر کرت از ۱۰ نقطه تصادفی با استفاده از خطکش با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد، برای اندازه‌گیری وزن تر، سطح ۱ مترمربع از هر واحد آزمایشی توسط ماشین چمن‌زنی از ارتفاع ۴ سانتی‌متری کوتاه و جمع‌آوری

ترینگزپیک اتیل رشد کانوپی را ۴ تا ۶ هفته پس از اعمال تیمار و در مرحله استقرار کامل در چمن‌های پوا کاهش می‌دهد. ترینگزپیک اتیل از تقسیم و طول‌شدن سلولی ناشی از هورمون جیبرلین جلوگیری می‌کند و در نهایت سبب کاهش فاصله میان‌گره‌ها و کاهش ارتفاع می‌شود (Beasley, 2005). همچنین نتایج نشان دادند که تیمار پاخوری سبب کاهش ارتفاع چمن نسبت به شاهد شد (جدول ۴). این کاهش ارتفاع با افزایش پاخوری در طول زمان بیشتر رخ داد. علت کاهش ارتفاع توسط تیمار پاخوری مرگ سلول‌ها بر اثر فشار حاصل از تنش است.

ترینگزپیک اتیل رشد کانوپی را ۴ تا ۶ هفته پس از اعمال تیمار و در مرحله استقرار کامل در چمن‌های پوا کاهش می‌دهد. ترینگزپیک اتیل از تقسیم و طول‌شدن سلولی ناشی از هورمون جیبرلین جلوگیری می‌کند و در نهایت سبب کاهش فاصله میان‌گره‌ها و کاهش ارتفاع می‌شود (Beasley, 2005). همچنین نتایج نشان دادند که تیمار پاخوری سبب کاهش ارتفاع چمن نسبت به شاهد شد (جدول ۴). این کاهش ارتفاع با افزایش پاخوری در طول زمان بیشتر رخ داد. علت کاهش ارتفاع توسط تیمار پاخوری مرگ سلول‌ها بر اثر فشار حاصل از تنش است.



شکل ۱. اثر متقابل ترینگزپیک اتیل و تنش پاخوری بر ارتفاع فستوکای پابلند

شاهد: control / ترینگزپیک اتیل: TE / پاخوری: Traffic

در سه گونه چمن آبی کنتاکی<sup>۱</sup>، فستوکای پابلند<sup>۲</sup> و زویسیا<sup>۳</sup> شد، که این کاهش تراکم را ناشی از کاهش رشد و مرگ شاخه‌های بالغ است.

#### وزن تر و خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمار ترینگزپیک اتیل و پاخوری بر وزن تر و خشک چمن در سطح ۱ درصد معنادار بوده است. همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار در مورد وزن تر (۲۰/۰۸ گرم) و

#### تراکم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) داده‌ها نشان داد که اثر ترینگزپیک اتیل بر سطح پوشش (تراکم) چمن معنادار نبوده است. نتایج همچنین نشان دادند که تیمار پاخوری میزان تراکم چمن را کاهش داد که با شاهد اختلاف معناداری داشت (جدول ۴). نتایج پژوهش‌های Ervin & Koski (2001) نشان می‌دهد که ترینگزپیک اتیل با افزایش در پنجه‌زنی موجب افزایش تراکم چمن آبی کنتاکی می‌شود. Fagerness & Yelverton (2000) گزارش کردند که ترینگزپیک اتیل تراکم چمن برموداگراس را به‌طور معناداری نسبت به شاهد بهبود می‌بخشد. Han et al. (2008) گزارش کردند که تیمار پاخوری موجب کاهش تراکم

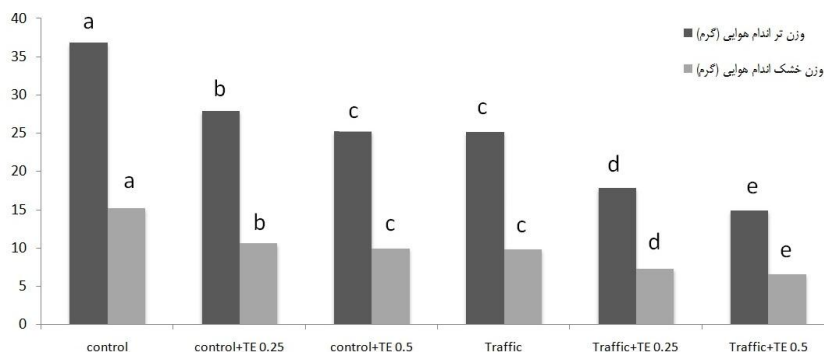
1. *Poa pratensis*  
2. *Festuca arundinacea*  
3. *Zoysia japonica*

نشان‌دهنده همسویی این دو تیمار در کاهش وزن تر و خشک فستوکاست (شکل ۲).

### پنجه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمار ترینگزایک اتیل و پاخوری در سطح ۵ درصد تأثیر معناداری بر پنجه‌زنی فستوکا داشته است، مقایسه میانگین اثر ترینگزایک اتیل نشان داد (جدول ۳) که این ماده تعداد پنجه در هر بوته را افزایش داده است، به طوری که کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد (۳/۳۹) پنجه در بوته) و بیشترین مربوط به غلظت ۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار (۴/۳۶) پنجه در بوته) بود. نتایج *Beasley et al.* (2005) نشان داد که کاربرد ترینگزایک اتیل موجب افزایش پنجه‌زنی در چمن آبی کنتاکی می‌شود. *Serensits* (2008) مشاهده کرد که استفاده مداوم از ترینگزایک اتیل با غلظت ۰/۱۷ کیلوگرم در هکتار، تعداد پنجه‌زنی را در چمن آبی کنتاکی افزایش می‌دهد. *Zhang & Ervin* (2007) گزارش کردند که محتوای سایتوکینین افزایش‌یافته در طوقه برموداگراس پس از تیمار توسط ترینگزایک اتیل، منجر به افزایش تقسیم سلولی و به تبع آن افزایش پنجه‌زنی می‌شود. مقایسه میانگین اثر پاخوری بر پنجه‌زنی نیز نشان داد (جدول ۴) که پاخوری سبب کاهش تعداد پنجه در چمن می‌شود، پنجه‌زنی نسبت به شاهد ۱۷/۱۲ درصد کاهش پیدا کرد که با نتایج *Williams et al.* (2010) مطابقت دارد که بیان کردند تیمار پاخوری موجب کاهش پنجه‌زنی و درصد پوشش در برموداگراس می‌شود.

وزن خشک (۸/۲۰ گرم) تأثیر بهتری نسبت به سایر غلظت‌ها داشته است. *McCullough et al.* (2006b) گزارش کردند که در چمن‌های برموداگراس تیمار شده با ترینگزایک اتیل حدود ۳۸-۷۵ درصد کاهش در وزن اندام هوایی بعد از هر مرتبه کوتاه‌کردن مشاهده شد، نتایج پژوهش‌های *Johnson* (1997) نشان می‌دهد که کاربرد ۰/۱ کیلوگرم در هکتار ترینگزایک اتیل بر روی برموداگراس رقم تیفووی<sup>۱</sup> وزن خشک قسمت سرزنی‌شده را ۲۸ تا ۷۵ درصد در طول دوره ۱۴ هفته‌ای کاهش داد. در نتایج *Daniels & Sugden* (1996)، کاهش وزن تر و خشک چمن در نتیجه کاربرد ترینگزایک اتیل را به دلیل کاهش طول شدن سلولی و رشد گیاه نسبت دادند. همچنین نتایج نشان دادند که تیمار پاخوری نیز سبب کاهش معنادار وزن تر و خشک چمن نسبت به شاهد شد (جدول ۴). بیشترین کاهش بر اثر پاخوری در زمانی که ترینگزایک اتیل بیشترین تأثیر را بر وزن تر و خشک داشت، اتفاق افتاد که نشان‌دهنده همسویی اثر پاخوری و ترینگزایک اتیل بر صفت وزن تر و خشک چمن فستوکاست است که با نتایج پژوهش‌های *Amiri khah et al.* (2011) مطابقت دارد، نتایج نشان دادند که تیمار پاخوری و ترینگزایک اتیل وزن تر و خشک چمن رای‌گراس دائمی را به‌طور معناداری نسبت به شاهد کاهش داد. اثر متقابل ترینگزایک اتیل و پاخوری بر وزن تر و خشک فستوکا نشان داد کمترین وزن تر (۱۴/۹۱ گرم) و وزن خشک (۶/۵۶ گرم) فستوکا در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزایک اتیل و اعمال تیمار پاخوری مشاهده شد که



شکل ۲. اثر متقابل ترینگزایک اتیل و تنش پاخوری بر وزن تر و خشک فستوکای پابلند

شاهد: control / ترینگزایک اتیل: TE / پاخوری: Traffic

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر ترینگزاپک اتیل و پاخوری بر میزان رشد، خصوصیات ظاهری و خصوصیات فیزیولوژیک چمن فستوکا

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع تراکم	وزن تر	وزن خشک	پنجه‌زنی (تعداد پنجه کلروفیل در بوته)	محتوای نسبی آب	نشت الکترولیت‌ها	کربوهیدرات اندام هوایی	کربوهیدرات ریشه
ترینگزاپک اتیل	۲	۱/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۱۹۲/۴۳ <sup>**</sup>	۳۲/۹۱ <sup>**</sup>	۰/۹۷ <sup>*</sup>	۸۸/۸ <sup>*</sup>	۱۳۵۹/۹ <sup>*</sup>	۱۲۹/۸۹ <sup>ns</sup>
پاخوری	۱	۲/۸۷ <sup>**</sup>	۳/۳ <sup>**</sup>	۵۱۵/۵۳ <sup>**</sup>	۶۹/۷۷ <sup>**</sup>	۲/۰۴ <sup>*</sup>	۱۳/۹ <sup>*</sup>	۷۴۹/۳ <sup>*</sup>	۲۷۰۹/۹۵ <sup>**</sup>
ترینگزاپک اتیل × پاخوری	۲	۰/۵۳ <sup>**</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۱/۰۳ <sup>*</sup>	۱/۸۸ <sup>**</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۵/۶ <sup>*</sup>	۴۵۲/۳ <sup>ns</sup>	۱۱/۸۳ <sup>ns</sup>
خطا	۱۲	۰/۰۰۶	۰/۲۳	۰/۵۱	۰/۱۳	۰/۲۶	۱/۵	۱۵/۶	۴۱/۸۷
C.V %		۱/۶۷	۶/۴	۲/۸۹	۳/۷۲	۱۴/۲۶	۱/۳۱	۸/۵۳	۳/۷۴

ns، \*\*، \*\*\* معنادار در سطح ۵ و ۱ درصد، ns: نبود اختلاف معنادار.

### محتوای کلروفیل

نتیجه‌گیری کرد که کاربرد ترینگزاپک اتیل به دلیل اینکه بازدارنده بیوسنتز جیبرلین است می‌تواند سبب افزایش سطح سایتوکینین شود و پیری را به تأخیر بیندازد و در نتیجه سبب افزایش غلظت کلروفیل شود. تجزیه واریانس اثر پاخوری بر میزان کلروفیل نشان داد که این تنش میزان کلروفیل را به‌طور معناداری نسبت به شاهد کاهش داده است. Han *et al.* (2008) گزارش کردند که محتوای کلروفیل در سه گونه چمن آبی کنتاکی<sup>۱</sup>، فستوکای پابلند<sup>۲</sup> و زویسیا<sup>۳</sup> تحت تأثیر تیمار پاخوری به شکل معناداری کاهش پیدا کرده است، احتمال می‌رود علت کاهش کلروفیل، آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تنش پاخوری باشد، تجمع رادیکال‌های آزاد تحت تنش پاخوری موجب آسیب به کلروفیل و کاهش محتوای آن می‌شود.

اثر غلظت‌های مختلف ترینگزاپک اتیل و پاخوری بر محتوای کلروفیل در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. با مقایسه میانگین بین اثرهای اصلی مشخص شد با افزایش در غلظت ترینگزاپک اتیل، میزان کلروفیل افزایش یافته است به طوری که در غلظت صفر کیلوگرم در هکتار کمترین کلروفیل (۳/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گیاه) و این مقدار در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان (۳/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گیاه) بود (جدول ۳) که با نتایج Ervin & Koski (1998) و McCullough *et al.* (2006a) مطابق است. Fan *et al.* (2009) گزارش کردند ترینگزاپک اتیل موجب افزایش محتوای کلروفیل کل در چمن آبی کنتاکی می‌شود. Grossmann (1992)

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف ترینگزاپک اتیل بر میزان رشد، خصوصیات ظاهری و خصوصیات فیزیولوژیک فستوکا

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع (cm)	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	پنجه‌زنی (تعداد پنجه در بوته)	کلروفیل (mg.g <sup>-1</sup> FW)	محتوای نسبی آب (%)	نشت الکترولیت‌ها (%)	کربوهیدرات اندام هوایی (mg.g <sup>-1</sup> DW)
شاهد	۵/۴۶a	۳۰/۹۸a	۱۲/۵۷a	۳/۱۶b	۳/۲۳c	۹۴/۶۸ b	۱۰/۳۲ a	۲۶۲/۶b
غلظت ۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار	۴/۷۹b	۲۲/۸۸b	۸/۹۳b	۳/۸۶a	۳/۵۷b	۹۷/۰۳ a	۸/۴۸ b	۲۸۷/۷a
غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار	۴/۶۴c	۲۰/۰۸c	۸/۲c	۳/۸۵a	۳/۶۸a	۹۷/۵۵ a	۷/۴۳ b	۲۸۹/۵a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک داشته باشند براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پاخوری بر میزان رشد، خصوصیات ظاهری و خصوصیات فیزیولوژیک فستوکا

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع (cm)	تراکم (۱-۹)	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	پنجه‌زنی (تعداد پنجه در بوته)	کلروفیل کل (mg.g <sup>-1</sup> FW)	نشت الکترولیت (%)	محتوای نسبی آب (%)	کربوهیدرات اندام هوایی (mg.g <sup>-1</sup> DW)	کربوهیدرات ریشه (mg.g <sup>-1</sup> DW)
عدم پاخوری	۳۶/۵a	۷/۹۲a	۳۰a	۱۱/۸۷a	۳/۹۷a	۳/۵۸a	۵/۹۲ b	۹۸/۶۴ a	۲۷۳/۵b	۱۶۰/۵۱b
پاخوری	۲۴/۵۶b	۷/۰۸b	۱۹/۲۹b	۷/۹۳b	۳/۲۹b	۳/۴۲b	۱۱/۶۳ a	۹۴/۲ b	۲۸۶/۴a	۱۸۵/۰۵a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک داشته باشند براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

1. *Poa pratensis*
2. *Festuca arundinacea*
3. *Zoysia japonica*

## محتوای آب نسبی

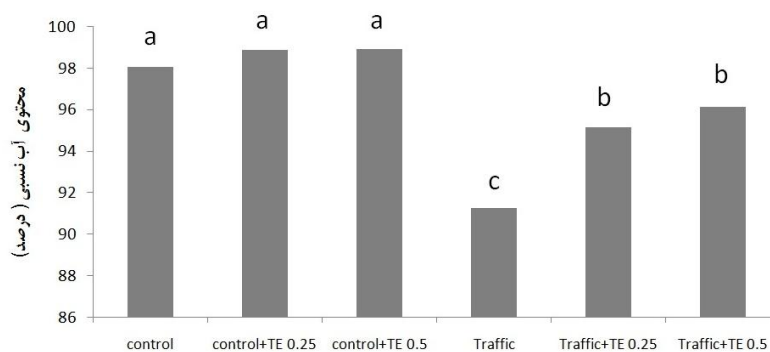
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای ترینگزاپک اتیل، پاخوری و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای آب نسبی در سطح ۵ درصد بر فستوکا معنادار بوده است، با مقایسه میانگین بین اثرهای اصلی مشخص شد، با افزایش در غلظت ترینگزاپک اتیل، میزان محتوای آب نسبی افزایش یافت، به طوری که در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۲/۴۸ و ۳/۰۳ درصد افزایش محتوای آب نسبی نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر تنش پاخوری بر دو گونه نشان داد، محتوای آب نسبی فستوکا توسط تنش پاخوری کاهش پیدا کرده است. پاخوری موجب ۴/۵ درصد کاهش محتوای آب نسبی شد (جدول ۴). با مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ترینگزاپک اتیل و تنش پاخوری مشخص شد کمترین محتوای آب نسبی فستوکا (۹۱/۲۸ درصد) در شرایط تنش پاخوری بدون اعمال تنظیم‌کننده و بالاترین آب نسبی (۹۸/۹۴ درصد) در شرایط کاربرد ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل بدون اعمال تنش بوده است (شکل ۳). محتوای آب نسبی بالاتر می‌تواند موجب حفظ هدایت روزنه‌ای و در نتیجه تعرق و فتوسنتز بالاتر در گیاه شود که نشان‌دهنده مقاومت بالاتر به تنش است (Medrano *et al.*, 2002). تنش پاخوری با اعمال فشار عمودی و افقی موجب آسیب به برگ، ساقه و تاج چمن می‌شوند، احتمال می‌رود کاهش محتوای آب نسبی توسط تنش پاخوری به این دلیل باشد (Beard, 1993). همچنین کاهش محتوای آب نسبی تحت تنش پاخوری ممکن است به علت افزایش تبخیر و تعرق و کاهش جذب آب به علت فشردگی خاک باشد (Han *et al.*, 2008). ترینگزاپک اتیل در شرایط تنشی سبب افزایش محتوای آب نسبی بنت‌گراس خزنده<sup>۱</sup> شد (McCann & Huang, 2007). ترینگزاپک اتیل محتوای آب نسبی برگ را به دلایل کاهش رشد برگ‌ها، کاهش تبخیر و تعرق و یا بهبود تنظیمات اسمزی افزایش می‌دهد (Xu & Huang, 2011).

## نشست الکترولیت

تیمار ترینگزاپک اتیل، پاخوری و اثر متقابل این دو تیمار در سطح ۵ درصد تأثیر معناداری بر نشست الکترولیت فستوکا داشت (جدول ۲)، مقایسه میانگین اثر ترینگزاپک اتیل نشان داد (جدول ۳) که این ماده نشست الکترولیت را کاهش داده است، به طوری که بیشترین مقدار نشست الکترولیت مربوط به تیمار شاهد با ۱۰/۳۲ درصد نشست برای فسکیو بوده است و کمترین نشست الکترولیت مربوط به غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل با ۷/۴۳ درصد نشست بوده است. مقایسه میانگین اثر پاخوری بر نشست الکترولیت نشان داد این تنش میزان نشست فستوکا (جدول ۴). با مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ترینگزاپک اتیل و تنش پاخوری مشخص شد بیشترین نشست الکترولیت فستوکا (۱۵/۰۱ درصد) در شرایط تنش پاخوری بدون اعمال تنظیم‌کننده و کمترین نشست الکترولیت (۵/۷۴ درصد) در شرایط کاربرد ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل بدون اعمال تنش بوده است (شکل ۴). غشای سلول اولین بخش از گیاه است که تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد (Allard *et al.*, 1991). نشست الکترولیت در شرایط تنش نشان‌دهنده تخریب غشای سلول است (Whitlow *et al.*, 1992). تنش پاخوری با تولید گونه‌های فعال اکسیژن موجب ایجاد تنش اکسیداتیو، کاهش انسجام غشا و افزایش نشست الکترولیت در گونه‌های کنتاکی بلوگراس<sup>۲</sup>، فستوکای پابلند<sup>۳</sup> و زویسیا<sup>۴</sup> به مقدار ۱۵۱، ۱۹۶ و ۱۷۸ درصد می‌شود (Han *et al.*, 2008). تنظیم‌کننده ترینگزاپک اتیل موجب کاهش نشست الکترولیت چمن کنتاکی بلوگراس<sup>۵</sup> می‌شود (Xu & Huang, 2011). ترینگزاپک اتیل با افزایش مقاومت غشای سلولی بنت‌گراس خزنده<sup>۶</sup> سبب کاهش نشست الکترولیت در شرایط تنش شد، احتمال می‌رود ترینگزاپک اتیل با کاهش آسیب‌های ناشی از تنش بر روی غشا موجب کاهش نشست الکترولیت شود (McCann & Huang, 2007).

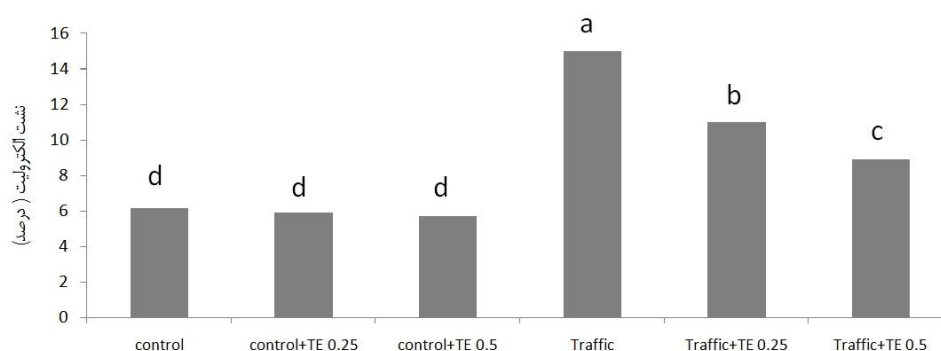
2. *Poa pratensis*  
3. *Festuca arundinacea*  
4. *Zoysia japonica*  
5. *Poa pratensis*  
6. *Agrostis palustris*

1. *Agrostis palustris*



شکل ۳. اثر متقابل ترینگزاپک اتیل و تنش پاخوری بر محتوی آب نسبی فستوکای پابلند

شاهد: control / ترینگزاپک اتیل: TE / پاخوری: Traffic



شکل ۴. تأثیر متقابل ترینگزاپک اتیل و تنش پاخوری بر نسبت کلروپیت فستوکای پابلند

شاهد: control / ترینگزاپک اتیل: TE / پاخوری: Traffic

خشک) بود (جدول ۳). گزارش‌های متعددی در مورد نقش ترینگزاپک اتیل در افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در چمن آمده است (Stier & Steinke, 2004; Qian, Nelson *et al.*, 1998). (1986) دلیل این امر را کاهش طولی شدن برگ‌ها بر اثر کاربرد مواد بازدارنده رشد می‌دانند. Waltz & Whitwell (2005) گزارش کرد که ترینگزاپک اتیل محتوای کربوهیدرات‌های غیرساختاری را اندام هوایی هیبرید برموداگراس<sup>۱</sup> افزایش می‌دهد، بهبود محتوای کربوهیدرات می‌تواند مقاومت به تنش پاخوری را افزایش دهد، کربوهیدرات به منزله منبع انرژی برای ارتقای مقاومت به تنش پاخوری و رشد دوباره پس از سرزنی عمل می‌کنند، همچنین گزارش شده است ترینگزاپک اتیل، محتوای کربوهیدرات ساختاری را در دیواره سلولی افزایش می‌دهد که با افزایش به پاخوری در گونه‌های چمنی تیمار شده

#### کربوهیدرات‌های محلول اندام هوایی و ریشه

نتایج نشان داد تنش پاخوری و ترینگزاپک اتیل موجب افزایش کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی می‌شود، اما اثر ترینگزاپک اتیل برخلاف پاخوری بر کربوهیدرات ریشه معنادار نبود (جدول ۲). تیمار پاخوری کربوهیدرات محلول را در اندام هوایی و ریشه به ترتیب ۴/۵ و ۱۳/۲۶ درصد افزایش داد (جدول ۴). مقایسه میانگین بین سطوح ترینگزاپک اتیل نشان می‌دهد تنها غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار با افزایش ۵/۴۵ درصدی کربوهیدرات ریشه، تأثیر معناداری بر این صفت در ریشه داشته است (جدول ۳). نتایج نشان دادند با افزایش در غلظت ترینگزاپک اتیل، میزان کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی افزایش یافته است به طوری که در غلظت صفر کیلوگرم در هکتار کمترین میزان (۲۶۲/۶ میلی گرم بر گرم ماده خشک) و این مقدار در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان (۲۸۹/۵ میلی گرم بر گرم ماده

1. *Cynodon dactylon* × *Cynodon dactylon*. transvaalensis Burt-Davey



اتیل محتوای کربوهیدرات غیرساختاری را در ریشه فستوکای پابلند افزایش نداد.

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد کاربرد ترینگزپاک اتیل در مجموع با بهبود صفاتی همچون تعداد پنجه، مقدار کلروفیل، قندهای اندام هوایی، محتوای آب نسبی و کاهش ارتفاع و وزن تر و خشک و نشت الکترولیت سبب مقاومت بیشتر این چمن به تنش پاخوری شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌شود غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزپاک اتیل برای کاهش دفعات چمن‌زنی و افزایش مقاومت به تنش پاخوری در گیاه فستوکای پابلند رقم ربل استفاده شود.

مرتبط است (Brosnan *et al.*, 2005; Trenholm *et al.*, 2000). Ervin & Zhang (2007) گزارش کردند افزایش تراکم توسط ترینگزپاک اتیل موجب افزایش جذب انرژی نورانی و در نتیجه افزایش یافتن انرژی شیمیایی و کربوهیدرات‌های خالص می‌شود. نتایج Ervin & Koski (2001) نشان داد که افزایش محتوای کلروفیل توسط ترینگزپاک اتیل موجب افزایش جذب نور و در نتیجه افزایش پتانسیل فتوسنتز و تولید بیشتر کربوهیدرات می‌شود. Amiri khah *et al.* (1390) گزارش کردند، تیمار پاخوری سبب افزایش میزان قندهای محلول در دوره دوم و سوم کاربرد ترینگزپاک اتیل در چمن لولیوم شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین نتایج Richie *et al.* (2001) نشان می‌دهد که ترینگزپاک

#### REFERENCES

- Allard, G., Nelson, C. J. & Pallardy, S. G. (1991). Shade effects on growth of tall fescue: I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. *Crop Science*, 31, 163-167.
- Amirikhah, M., Etemadi, N. & Nikbakht, A. (2011). *Effect of trinexapac-ethyl on visual and functional quality of perennial ryegrass*. M.Sc. thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran. (in Farsi)
- Barrs, H.D. & Weatherley, P.E. (1962). A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Journal of Biological Sciences*, 24, 519-570.
- Beard, J. B. (2002). Turfgrass management for golf course. Ann Arbor Press. 793 pages. *Strictly turf management for golf courses*. ISBN 1-57504-092-1.
- Beasley, J. S. (2005). Physiology and growth responses of cool season turfgrasses treated with trinexapac-ethyl or paclobutrazol. Ph. D. Thesis, University Of Illinois, Champaign, pp: 3-5.
- Beasley, J. S. & Branham, B. E. (2007). Trinexapac-ethyl and Paclobutrazol Affect Kentucky Bluegrass Single-Leaf Carbon Exchange Rates and Plant Growth. *Crop Science*, 47, 132-138.
- Bokmeyer, J. M., Bara, R. F., Smith, D. A., Wilson, M. M., Dickson, W. K., Bonos, S. A., Murphy, J. A. & Meyer, W. A. (2008). Performance of tall fescue cultivars and selections in New Jersey turf trials. *Rutgers turfgrass proceedings*, 39, 173-205.
- Brosnan, J. T., Ebdon, J. S. & Dest, W. M. (2005). Characteristics in diverse wear tolerant genotypes of Kentucky bluegrass. *Crop Science*, 45, 1917-1926.
- Blum A. & Ebercon A. (1981). Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Science*, 21, 43-47.
- Canaway, P. M. (1976). Differential-slip wear machine (D.S.1) for the artificial simulation of turfgrass wear. *Sports Turf Research Institute*, 52, 92-99.
- Daniels, R. W. & Sugden, S. K. (1996). Opportunities for Growth Regulation of Amenity Grass. *Pesticide Science*, 47, 363-369.
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. & Smith, F. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
- Ervin, E. H. & Koski, A. J. (1998). Growth Responses of *Lolium perenne* L. to Trinexapac-ethyl. *HortScience*, 33, 1200-1202.
- Ervin, E. H. & Koski, A. J. (2001). Kentucky Bluegrass Growth Responses to Trinexapac-Ethyl, Traffic, and Nitrogen. *Crop Science*, 41, 1871-1877
- Ervin, E. H. & Zhang, X. (2007). Influence of sequential trinexapac-ethyl applications on cytokinin content in creeping bentgrass, kentucky bluegrass, and hybrid bermudagrass. *Crop Science*, 47, 2145-2151.

16. Fagerness, M. J. & Penner, D. (1998). Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. *Crop Science*, 38, 1028-1035.
17. Fagerness, M. J. & Yelverton, F. H. (2000). Tissue production and quality of 'Tifway' bermudagrass as affected by seasonal application patterns of trinexapac-ethyl. *Crop Science*, 40, 493-497
18. Fan, G., Bian, X., Li, H., Menh, Z. & Liu, S. (2009). Growth responses of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) to trinexapac-ethyl applied in spring and autumn. *Frontiers of Agriculture*, 2, 186-189.
19. Goddard, M. J. R., Sorochan, J. C., McElroy, J. S., Karcher, D. F. & Landreth, J. W. (2008). The effects of crumb rubber topdressing on hybrid kentucky bluegrass and bermudagrass athletic fields in the transition zone. *Crop Science*, 48, 2003-2009.
20. Grossmann, K. (1992). Plant growth retardants: their mode of action and benefit for physiological research. In *Progress in plant growth regulation* (pp. 788-797). Springer Netherlands.
21. Han, L. B., Song, G. L. & Zhang, X. (2008). Preliminary Observations on Physiological Responses of Three Turfgrass Species to Traffic Stress. *HortTechnology*, 18, 139-143.
22. Hiscox, J. D. & Israelstam, G. F. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57, 1332-1334.
23. Johnson, B. J. (1997). Growth of 'Tifway' Bermudagrass Following Application of Nitrogen and Iron with Trinexapac-ethyl. *HortScience*, 32, 241-242.
24. Juska, F. V., Hanson, A. A. & Hovin, A. W. (1969). Evaluation of tall fescue, *Festuca arundinacea* Schreb., for turf in the transition zone of the United States. *Crop Science*, 61, 625-628.
25. Medrano, H., Escalona, J. M., Gulias, G. & Flexas, J. (2002). Regulation of photosynthesis of C3 plant in response to progressive drought: stomatal conductance as reference parametr. *Annals of Botany*, 595, 889-905.
26. McCann, S. E. & Huang, B. (2007). Effects of trinexapac-ethyl foliar application on creeping bentgrass responses to combined drought and heat stress. *Crop Science*, 47, 2121-128.
27. McCullough, P. E., Liu, H., McCarty, L. B. & Toler, J. E. (2007). Trinexapac-ethyl application regimes influence growth, quality, and performance of bermudagrass and creeping bentgrass putting greens. *Crop Science*, 47, 2138-2144.
28. McCullough, P.E., Liu, H., McCarty, L. B., Whitwell, T. & Toler, J.E. (2006a). Nutrient allocation of 'TifEagle' bermudagrass as influenced by trinexapac-ethyl. *Plant Nutrient*, 29, 273-282.
29. McCullough, P.E., Liu, H., McCarty, L. B., Whitwell, T. & Toler, J.E. (2006b). Bermudagrass putting green growth, color, and nutrient partitioning influenced by nitrogen and trinexapac-ethyl. *Crop Science*, 46, 1515-1525.
30. Minner, D. D. & Valverde, F. J. (2005). Performance of established cool-season grass species under simulated traffic. *International Turfgrass Society Research Journal*, 393-397.
31. Morris, K. N. (2002). A guide to NTEP turfgrass rating. A publication of the National Turfgrass Evaluation program, NETP, 11, 30-39.
32. Nelson, C. J., Vasey, T. L. & MacAdam, J. W. (1986). Morphology and physiology of meristems of graminaceous crops. Proceedings annual meeting - *Plant Growth Regulator Society of America*, 8, 20-34.
33. Park, B. S., Murphy, J. A., Lawson, T. J., Dickson, W. K. & Clark, J. B. (2010). Response of tall fescue to wear stress in 2009. *Rutgers Turfgrass Proceedings*, 41, 227-248.
34. Qian, Y. L. (1998). Trinexapac-ethyl Restricts Shoot. Growth and Improves Quality of. 'Diamond' Zoysiagrass under Shade. *Hortscience*, 36, 1019-1022.
35. Rademacher, W. (2000). Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Plant Physiology Plant Molecular Biology*, 51, 501-531.
36. Richardson, M. D. (2002). Turf quality and freezing tolerance of 'Tifway' bermudagrass as affected by late-season nitrogen and trinexapac-ethyl. *Crop Science*, 42, 1621-1626.
37. Richie, W. E., Green, R. L. & Merino, F. (2001). Trinexapac-ethyl Does Not Increase Total Nonstructural Carbohydrate Content in Leaves, Crowns, and Roots of Tall Fescue. *HortScience*, 36, 772-775.
38. Roohollahi, E., Kafi, M., Naderi, R. & Parsinejad, M. (2009). Trinexapac-ethyl and Paclobutrazol effects on quantitative and qualitative characteristics of *Poa pratensis* cv Barimpala. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 39, 209-218. (in Farsi)
39. Samaranyake, H., Lawson, T. J. & Murphy, J. A. (2008). Traffic stress effects on bentgrass putting green and fairway turf. *Crop Science*, 48, 1193-1202.
40. Serensits, T.J. (2008). *The effects of trinexapacethyl and cultivation on the divot resistance of kentucky bluegrass cultivars*. M.Sc.thesis, Pennsylvania State Univ., University Park, PA.
41. Steinke, K. & Stier, J.C. (2004). Influence of Trinexapac-Ethyl on Cold Tolerance and Nonstructural Carbohydrates of Shaded Supina Bluegrass. *Acta Horticulturae*, 661, 207-215.
42. Trenholm, L. E., Carrow, R. N. & Duncan, R. R. (2000). Mechanisms of Wear Tolerance in Seashore *Paspalum* and Bermudagrass. *Crop Science*, 40, 1350-1357.

43. Waltz, F. C. & Whitwell, T. (2005). Trinexapac-ethyl effect on total nonstructural carbohydrates of field-grown hybrid bermudagrass. *International Turfgrass Society*, 10, 899-903.
44. Whitlow, T. H., Bassuk, N. L., Ranney, T. G. & Reichert, D. L. (1992). An improved method for using electrolyte leakage to assess membrane competence in plant tissues. *Plant Physiology*, 98, 198-205.
45. Williams, D. W., Burrus, P. B. & Cropper, K. L. (2010). Seeded Bermudagrass Tolerance to Simulated Athletic Field Traffic as Affected by Cultivars and Trinexapac-ethyl. *HortTechnology*, 20, 533-538.
46. Xu, C. & Huang, B. (2011). Proteins and Metabolites Regulated by Trinexapac-ethyl in Relation to Drought Tolerance in Kentucky Bluegrass. *Plant Growth Regulator*, 31, 25-37.

## Effect of Trinexapac-ethyl and Traffic stress on morphological and physiological traits of tall fescue cultivar Rebel

Mohamad Hossein Sheikh Mohamadi<sup>1</sup>, Nematollah Etemadi<sup>2\*</sup> and Ali Nikbakht<sup>3</sup>

1, 2, 3. Former Graduate Student, Associate Professor and Assistant Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: Dec. 11, 2013 - Accepted: Jul. 12, 2014)

### ABSTRACT

Application of growth retardants such as trinexapac-ethyl has become popular in turf grass management. The principle goal to apply these substances is to reduce lawn vertical growth, prevent inflorescence development and increasing biotic and abiotic tolerance. The aim of the present research was to investigate the effect of different trinexapac-ethyl levels (0, 0.25 and 0.5 Kg/h) and traffic stress on morphological and physiological traits of tall fescue cultivar Rebel. Experiment was carried out as a factorial based on completely randomized design in three replicates. Results showed that trinexapac-ethyl and traffic significantly decreased height, dry and fresh weight. Growth reduction in 0.25 and 0.5 Kg/h of trinexapac-ethyl was about 18.84 and 22.06%, respectively. Trinexapac-ethyl application led to increase density, tillering and chlorophyll, amount while traffic treatment reduced relative chlorophyll amount, density and tillering, significantly. Its application at concentration of 0.5 Kg/h increased tillering about 36% and traffic stress reduced it about 17.2%. Results also indicated that, trinexapac-ethyl and traffic treatment increased shoots soluble carbohydrates, significantly, whereas this substance did not affect root soluble carbohydrates in comparison to traffic. Trinexapac-ethyl increased tall fescue traffic stress resistance by increasing relative water content and decreasing electrolyte leakage in traffic stress conditions.

**Keywords:** *Festuca arundinace*, growth rate, traffic stress, trinexapac-ethyl.