

ارزیابی تحمل به خشکی و کیفیت ظاهری در برخی از توده‌های فستوکای بلند جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران

ایمان روح‌اللهی^۱، محسن کافی^{۲*}، نیر اعظم خوش خلق سیما^۳ و عبدالمجید لیاقت^۴

۱. استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شاهد

۲. استاد، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز،

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۳. دانشیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران

۴. استاد، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی،

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۱۳)

چکیده

با هدف شناسایی یک چمن نیازمند مراقبت پایین، مقاومت به خشکی جمعیت‌های فستوکای بلند^۱ جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران در مرحله جوانه‌زنی بررسی شد و سپس خصوصیت‌های چمنی جمعیت‌های منتخب با روش آنالیز عکس‌های دیجیتال ارزیابی شد. در آزمایش اول تأثیر سطوح تنش خشکی ۱۰۰ درصد (شاهد)، ۸۰ درصد، ۶۰ درصد و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی روی سبزشدن بذرها و استقرار گیاهچه در ۱۴ جمعیت فستوکای بلند جمع‌آوری شده و دو رقم تجاری بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی در تمامی سطوح تنش خشکی به ترتیب مربوط به جمعیت‌های اصفهان و قوچان بود. در آزمایش دوم کیفیت ظاهری و درصد پوشش چمنی در جمعیت‌های منتخب مرحله جوانه‌زنی در مزرعه طی یک سال ارزیابی شد. جمعیت اصفهان پوشش چمنی کاملی در مرحله استقرار نشان داد. رقم بارودو به شیوه معناداری شاخص تیرگی رنگ سبز بالاتری نسبت به سایر جمعیت‌ها نشان داد. براساس نتایج می‌توان از جمعیت‌های جمع‌آوری شده خصوصاً جمعیت‌های اصفهان و بروجن به‌منزله منابع ژنتیکی مناسبی برای برنامه‌های اصلاحی، با هدف معرفی چمن نیازمند مراقبت پایین در ایران استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز عکس‌های دیجیتال، تنش خشکی، سبزشدن، کیفیت ظاهری.

مقدمه

در کاشت بهاره طی دوره گرمای تابستانه نیاز خواهد بود (Christians, 2004). تنش خشکی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و بقای گیاهان در گراس‌های پایا را تحت تأثیر قرار می‌دهد، مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی و استقرار یکی از مراحل مهم بقا در گراس‌های پایای مناطق خشک و نیمه‌خشک است به طوری که جمعیت‌های گراس‌های

طی کاشت بهاره چمن‌های فصل سرد، زمان بین جوانه‌زنی و آغاز دوره تنش‌های خشکی تابستانه بسیار کوتاه خواهد بود و احتمالاً گراس‌های جوانه‌زده، قبل از شروع استرس‌های خشکی تابستانه استقرار مناسبی نخواهند داشت. این موضوع بیانگر آن است که مصرف حجم بالایی از آب برای زنده نگه‌داشتن این گراس‌ها

فصل سرد^۱ مطالعه شده در سطح تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی جوانه زدند (Gazanchian *et al.*, 2006). با توجه به تنوع ژنتیکی گراس‌ها در ایران، تمرکز بر جنس‌های مقاوم به خشکی دارای صفات‌های مطلوب پیشنهاد شده است. جنس فستوکا از وسیع‌ترین جنس‌ها در خانواده گرامینه است که اعضای آن به صورت گسترده با نواحی متفاوت اکوفیزیولوژیکی سازگار شده‌اند (Yamada, 2011). ارزیابی چگونگی استقرار و کیفیت ظاهری در گراس‌هایی که جوانه‌زنی ابتدایی مناسبی دارند در انتخاب نهایی اهمیت بالایی دارد. ارزیابی استقرار چمن در زمین و ارزیابی کیفیت ظاهری آن‌ها کار پیچیده و مشکلی است. کیفیت چمن بسته به نوع چمن، کاربرد آن و زمان ارزیابی در سال، متفاوت است (Beard, 1973). روش تجزیه عکس‌های دیجیتال به‌طور مؤثری در پژوهش‌های استقرار چمن از بذر (Shaver *et al.*, 2006) و پلاگ‌های رویشی^۲ (Patton *et al.*, 2009) استفاده می‌شود. به‌علت کم‌بودن و قابلیت تکرار روش ارزیابی چمن با آنالیز عکس‌های دیجیتال، میزان استقرار را می‌توان مدل‌سازی کرد و منحنی آنالیز رشدی را به‌شور مؤثری بررسی کرد (Patton *et al.*, 2009)، سپس برای پیش‌بینی میزان استقرار یا تعداد روز لازم برای رسیدن به درصد پوشش خاص از آن استفاده کرد. تا این تاریخ مقاله منتشرشده‌ای در ارتباط با ارزیابی سبزشدن بهاره توسط آنالیز عکس‌های دیجیتال ارائه نشده است. Richardson *et al.* (2009) استفاده از روش آنالیز عکس‌های دیجیتال برای ارزیابی کولتیوارهای مختلف و میزان سبزشدن و پوشش زمین طی بذریابی مجدد^۳ را گزارش کرده‌اند. رنگ چمن به‌منزله یکی از اجزای کلیدی در کیفیت و زیبایی، شاخص خوبی برای نشان‌دادن وضعیت آبی و غذایی چمن است (Beard, 1973) ارزیابی رنگ چمن با استفاده از آنالیز عکس‌های دیجیتال به‌طور مؤثری در آزمایش‌های گلخانه‌ای در زمینه‌های مختلف استفاده شده است.

اثبات تأثیر معنادار میزان نیتروژن مصرفی بر تهرنگ، غلظت و شاخص تیرگی زویزیا گراس^۴ و تأثیر معنادار نیتروژن مصرف‌شده بر تهرنگ، غلظت رنگ، شدت رنگ و شاخص تیرگی رنگ در بنت‌گراس^۵ خزنده استفاده کردند. Schlossberg & Schmidt (2007) نشان دادند که شاخص تیرگی رنگ سبز در پوشش سبز کاملی از بنت‌گراس خزنده و فریژ^۶ به‌طور معناداری تحت تأثیر نوع و مقدار نیتروژن مصرفی قرار گرفت. Richardson *et al.* (2007) گزارش کردند که تفاوت معناداری در تهرنگ، غلظت رنگ، شدت رنگ و شاخص تیرگی رنگ سبز در بین چندین گونه از گراس‌های فصل سرد که روی برموداگراس^۷‌های زمین چمن گلف بذریابی مجدد شده بودند وجود دارد. Dai *et al.* (2009) نشان دادند که رنگ سبز تیره چمن و شاخص تیرگی رنگ سبز به‌طور معناداری در بین چندین لاین آزمایشی از فریژ تحت تنش شوری در گلخانه کاهش یافت. Stehouwer *et al.* (2010) ثابت کردند که شاخص تیرگی رنگ سبز در چمن‌های چاوی^۸ در زمان استقرار در خاک معمولی در مقایسه با مخلوط بقایای کارخانه‌های ذوب فلز و کمپوست، بالاتر بوده است. در این مطالعه تلاش شده است جمعیت‌های فستوکای بلند جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران در مرحله جوانه‌زنی با روشی ساده و تحت تنش خشکی ارزیابی شوند. با این روش ضمن دستیابی به جمعیت‌های مقاوم به خشکی در مرحله جوانه‌زنی، روشی ساده و کاربردی را آزموده شد. درنهایت ارزیابی سرعت استقرار در زمین و خصوصیت‌های چمنی جمعیت‌های منتخب با روش ارزیابی عکس‌های دیجیتال برای اولین بار در ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: مطالعه شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات

4. Zoysiagrass
5. Creeping bentgrass
6. Annual bluegrass
7. Bermudagrass
8. *Lolium perenne*

1. Cool season grasses
2. Vegetative plugs
3. Over seeded

= شاخص قدرت گیاهچه
درصد جوانه‌زنی» (میانگین طول ریشه + میانگین طول ساقچه)

تجزیه‌های آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. در پایان برای انجام محاسبات آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای آماری SAS و اکسل استفاده شد.

آزمایش دوم: ارزیابی کیفیت ظاهری در بین جمعیت‌های منتخب در مقایسه با رقم باروداد با روش آنالیز عکس‌های دیجیتال^۵

در شهریورماه ۱۳۹۱ براساس نتایج آزمایش اول بذرهاى منتخب جمعیت‌های متحمل به خشکی در مرحله جوانه‌زنی (جمعیت اصفهان و گناباد) و جمعیت‌های حساس به خشکی در مرحله جوانه‌زنی که قدرت جوانه‌زنی کافی داشتند (کامیاران و بروجن) در مزرعه در پلات‌هایی با ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر کاشته شدند. در هر پلات حدود ۵ گرم بذر با دست به صورت یکنواخت پخش شد و سپس بذرها با کود دامی الک‌شده پوشیده شدند. بعد از کاشت بذرها به مدت ۶۰ روز با فاصله ۱۰ روز و سپس با فواصل ۲۰ روز، عکس‌برداری به صورت مرتب انجام شد (بعد از استقرار کامل، سربرداری قبل از هر عکس‌برداری انجام شد). به منظور مقایسه رنگ بین پلات‌های چمن در موقعیت‌ها و زمان‌های متفاوت، عکس‌ها باید در شرایط نوری مساوی گرفته می‌شدند، به این منظور از یک سیستم بسته (یک جعبه چوبی ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر) که حاوی منبع نور مصنوعی بود و دوربین در بالای آن به طور ثابت سوار می‌شد، استفاده شد و در هیچ‌یک از عکس‌ها از فلاش استفاده نشد (Ikemura, 2003). تصاویر دیجیتالی در این مطالعه توسط دوربین دیجیتال سونی^۶ با تنظیم دستی (ایزو ۱۶۰۰، نور فلورسنت، دریچه دیافراگم ۳/۵ اف^۷ و سرعت شاتر ۱/۴۰۰ ثانیه) تهیه و سپس با پسوند جی

مرتبط با استقرار گیاهچه تحت تنش خشکی

این آزمایش برای بررسی اثر تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه^{۱۴} جمعیت فستوکای بلند جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور (جدول ۱) و دو رقم خارجی انجام گرفت. دو رقم تجاری انتخاب شده باروداد و بارلروی^۱ نام داشتند. هر دو از انواع فستوکاهای بلند تجاری‌اند که قدرت استقرار بالایی دارند و براساس گزارش ارائه شده توسط شرکت بارن بروگ^۲ رقم باروداد کیفیت ظاهری بسیار بالایی دارد (Barenbrug, 2005). از گلدان‌هایی با قطر ۹ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر که حاوی ۳۰۰ گرم خاک خشک شده (در آن با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت) با بافت شنی لومی (۱۸۰ گرم شن، ۶۰ گرم سیلت و ۶۰ گرم رس) بود، استفاده شد. در هر گلدان ۲۰ عدد بذر سالم قرار داده شد. بعد از تعیین ظرفیت زراعی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری^۳ و بلافاصله بعد از کاشت در هر یک از تیمارها ۷/۲، ۱۰/۸، ۱۴/۴، ۱۸ میلی‌لیتر آب به هر ۱۰۰ گرم خاک خشک اضافه شد تا به ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد (شاهد) ظرفیت زراعی رسیدند. این تیمارها به ترتیب متناظر با ۱/۴، ۱/۱۸، ۰/۰۶ و ۰/۰۳ مگاپاسکال پتانسیل ماتریک بودند. محتوای رطوبتی خاک در این آزمایش به مدت ۲۰ روز با دو بار توزین در هر روز مشخص شد و گلدان شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) با افزودن مقدار آب از دست‌رفته بر اثر تبخیر و تعرق روزانه همواره در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. گلدان‌ها در گلخانه‌ای با میانگین دمای روز/ شب ۲۴/۲۷ و میانگین رطوبت ۶۰ درصد نگهداری شدند. صفت‌های اندازه‌گیری شده در این مطالعه عبارت بودند از: درصد جوانه‌زنی نهایی (Maguire, 1962)، متوسط جوانه زنی روزانه^۴ (Covell, 1986)، شاخص قدرت گیاهچه (Abdul-Baki & Anderson, 1973)، طول ریشه‌چه (بلندترین ریشه) و طول برگ.

$$\text{درصد جوانه‌زنی نهایی (قوة نامیه)} = \frac{\text{متوسط جوانه‌زنی روزانه}}{\text{طول دوره آزمایش}}$$

5. Digital Image Analysis (DIA)
6. Sony
7. F3.5

1. Bravado and Barleroy
2. Barenbrug
3. Pressure plate
4. Mean Daily Germination (MDG)

یاسوج و قوچان (۸۶/۵ و ۷۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). این در حالی است که جمعیت‌های قوچان (۸ سانتی‌متر) و کامیاران (۱۰ سانتی‌متر) کمترین طول برگ را در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی از خود نشان دادند. کمترین کاهش طول ریشه‌چه به ترتیب در جمعیت‌های بروجن (۲۳ درصد)، سنندج (۲۴ درصد)، اصفهان- داران (۲۷ درصد) و اصفهان (۲۹ درصد) مشاهده شد و بیشترین آن به ترتیب در جمعیت‌های یاسوج (۷۸ درصد) و قوچان (۷۰ درصد) به دست آمد (جدول ۱). در تنش شدید بالاترین شاخص قدرت گیاهچه به ترتیب در جمعیت‌های اصفهان (۱۵ درصد)، اصفهان- داران (۱۲ درصد)، گناباد (۱۳ درصد) و سنندج (۱۲ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین کاهش در شاخص قدرت گیاهچه طی تنش شدید در مقایسه با شاهد در جمعیت‌های قوچان (۹۹ درصد کاهش)، یاسوج (۹۳ درصد کاهش)، کامیاران (۷۵ درصد) و کمترین میزان کاهش در جمعیت‌های اصفهان (۳۲ درصد کاهش)، سنندج (۳۴ درصد کاهش) و گناباد (۴۰ درصد کاهش) مشاهده شد (جدول ۱). در نهایت با توجه به داده‌های ارائه شده و در نظر گرفتن حداقل درصد جوانه‌زنی نهایی مورد نیاز برای آزمایش مزرعه و کمترین طول برگ، جمعیت‌های بروجن و کامیاران، به‌منزله جمعیت‌های حساس به خشکی (در بین جمعیت‌های حساس تنها این دو جمعیت قابلیت جوانه‌زنی در مزرعه را داشتند) در مرحله جوانه‌زنی و جمعیت‌های اصفهان و گناباد به‌منزله جمعیت‌های مقاوم به خشکی در کنار رقم تجاری باروادو برای مطالعه آن‌ها از نظر ویژگی‌های چمنی در مزرعه انتخاب شدند. Gazanchian (2006) نشان دادند که رطوبت در حد ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مانع از سبز شدن بذرهای فستوکای بلند در ۳ جمعیت مطالعه شده می‌شود، بنابراین ما میزان تنش شدید را تا ۴۰ درصد ظرفیت زراعی در نظر گرفتیم تا ضمن سبز شدن گیاهچه‌ها، واکنش جمعیت‌های متفاوت بررسی شده را در این میزان رطوبت خاک بررسی کنیم. فستوکای بلند در بین گراس‌های چمنی، مقاومت خوبی به گرما، خشکی، پاخوری و سایه دارد (Fry & Huang, 2004). تفاوت در مقاومت به خشکی در بین گونه‌ها و

پگ^۱ روی کامپیوتر ذخیره شدند. بعد از گرفتن عکس‌ها با استفاده از نرم‌افزار سیگما اسکن پرو میزان درصد جوانه‌زنی بذرهای طی دو ماه، درصد پوشش سبز بعد از استقرار کامل گیاهچه‌ها در هر جمعیت تا فصل بهار و بعد از آن درصد زرد و قهوه‌ای شدن تابستانه (رکود تابستانه) و مجدداً سبز شدن پاییزه و کیفیت رنگ (شاخص تیرگی رنگ سبز) و شاخص تیرگی رنگ ارزیابی شد. میزان شاخص تیرگی رنگ سبز نیز با فرمول زیر محاسبه شد (Karcher & Richardson, 2003):

$$= \text{میزان شاخص تیرگی رنگ سبز} \\ \left[\text{شدت رنگ-۱} + (\text{غلظت رنگ-۱}) / (۶۰ + (۱ - \text{تیرگی})) \right]$$

تجزیه آماری داده‌ها

در پایان داده‌های خروجی از نرم‌افزار سیگما اسکن پرو با استفاده از اکسل^۲ تجزیه و تحلیل شد و روند تغییرات کیفیت ظاهری در جمعیت‌های مورد نظر طی فصول یادشده برای یک سال به صورت نمودار رسم شد. برای مقایسه جمعیت‌های مورد نظر در شرایط مزرعه ۶ تکرار برای هر نمونه جمعیت در نظر گرفته شد که به صورت یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه کاشته شده بودند.

نتایج و بحث

غیر از جمعیت‌های سمیرم (۵۵ درصد)، بروجن (۲۸ درصد)، کامیاران (۳۵ درصد)، یاسوج (۱۳/۳ درصد)، رقم خارجی بارلروی^۳ (۵۰ درصد) و قوچان (۶/۷) باقی جمعیت‌ها جوانه‌زنی بالای ۶۰ درصد در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی داشتند و بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی طی تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی یا ۱/۴ مگاپاسکال) مربوط به جمعیت اصفهان (۱۰۰ درصد)، سپس اصفهان- داران (۹۵ درصد) و گناباد (۸۸/۳ درصد) بود (جدول ۱). کمترین کاهش طول برگ طی تنش خشکی شدید در جمعیت اصفهان (۳۴ درصد) و بیشترین کاهش به ترتیب در جمعیت‌های

1. JPG
2. Excel
3. *Festuca arundinacea* CV. Barleroy

رشد زیاد خواهند داشت (Fry & Huang, 2004). باید توجه داشت که مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی در حجم بذر استفاده‌شده، کیفیت سطح سبز فراهم‌شده و کاهش نیروی کارگری برای مراقبت‌های بعدی تأثیر بسزایی دارد. همان‌طور که در مقدمه بیان شد تداخل مرحله استقرار گیاهچه در کاشت بهاره بذر چمن در ایران با گرما و خشکی انتهای بهار و اوایل تابستان بر ضرورت انتخاب جمعیت‌های مقاوم به خشکی در مراحل ابتدایی رشد و استقرار تأکید دارد.

کولتیوارهای چمنی در ارتباط با تنوع در عمق ریشه و قدرت جوانه‌زنی آن‌هاست. کولتیوارهای مقاوم فستوکای بلند نسبت به ارقام حساس ریشه‌های عمیق‌تری دارند (Huang & Gao, 2000). در پژوهش حاضر نیز مشاهده کردیم که جمعیت‌های با درصد جوانه‌زنی نهایی بالاتر و قدرت گیاهچه بهتر، ضمن برخورداری از طول ریشه بلندتر در تنش شدید نیز کاهش طول ریشه کمتری نسبت به شاهد از خود نشان دادند. در کل کولتیوارهای با رشد کندتر، قدرت ریشه‌دهی ضعیف‌تر، مقاومت به خشکی کمتری نسبت به کولتیوارهای مرتعی و انواع با

جدول ۱. مقایسه میانگین پارامترهای مختلف جوانه‌زنی و استقرار گراس‌ها تحت سطوح متفاوت تنش خشکی

جمعیت‌ها	§درصد جوانه‌زنی نهایی		متوسط جوانه‌زنی روزانه		شاخص قدرت گیاهچه		طول برگ (سانتی‌متر)		طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)		نسبت طول ریشه به برگ	
	FC	FC*	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC*
۱ سنندج	۹۶/۶abc	۸۵ab	۴/۸۳abc	۴/۲۵ab	۱۷/۸۳edf	۱۱/۸۵bc	۱۰/۶gh	۸abcd	۷/۸cde	۵/۹abcd	۰/۷۴b	۰/۷۵c
۲ گناباد	۹۳/۳abc	۸۸/۳a	۴/۶۶abc	۴/۴۲a	۲۱/۷۳ab	۱۳/۰۲ab	۱۴/۳۵bc	۸/۶ab	۸/۹ab	۶/۱abc	۰/۶۲cd	۰/۷۰c
۳ اصفهان	§§ ۱۰۰a	۱۰۰a	۵a	۵a	۲۲/۸ab	۱۵/۱۶a	۱۲/۴bcd	۸/۸a	۸/۹ab	۶/۴a	۰/۶۷bcd	۰/۷۳c
۴ سمیرم	۹۳/۳ab	۵۵cd	۴/۹۱ab	۲/۷۵cd	۲۲/۶۰a	۸/۰۴def	۱۴/۲bc	۸/۲abc	۸/۸abc	۶/۴a	۰/۶۲cd	۰/۷۷c
۵ بروجن	۵۸/۳e	۲۸/۳fg	۲/۹۱e	۱/۴۲fg	۱۱/۱۲h	۲/۷۰gh	۱۱/۸efg	۳/۹h	۷/۲e	۵/۶bcd	۰/۶۱d	۱/۴۴ab
۶ کامیاران	۷۵d	۳۵ef	۳/۷۵d	۱/۷۵ef	۱۴/۲۹g	۳/۶۹g	۱۰h	۴/۶h	۹ab	۵/۲de	۰/۸۹a	۱/۱۴ac
۷ مشهد	۹۶/۶abc	۷۰bc	۴/۸۳abc	۳/۵۰bc	۲۰/۸۹abc	۸/۹۹de	۱۳cde	۷/۴cde	۸/۲abcd	۵/۴cd	۰/۶۶bcd	۰/۷۲c
۸ اردبیل	۷۸/۳d	۶۰cd	۳/۹۱d	۳cd	۱۹/۷۴bcd	۷/۹۷def	۱۶a	۷/۲de	۹/۳a	۶abc	۰/۵۸d	۰/۸۲bc
۹ سد کرج	۹۰bc	۶۵cd	۴/۵bc	۳/۲۵cd	۲۰/۰۸abcd	۷/۳۹ef	۱۲/۶bcd	۶/۲g	۸/۷abc	۵/۲de	۰/۶۴bcd	۰/۸۴bc
۱۰ یاسوج	۹۳/۳abc	۱۳/۳gh	۴/۶۶abc	۰/۶۷gh	۱۸/۹۵cde	۰/۵۱hi	۱۱/۸efg	۱/۶i	۸/۵abcd	۱/۹f	۰/۷۲bc	۱/۱۵ac
۱۱ بارلروی	۹۶/۶bc	۵۰de	۴/۸۳abc	۲/۵۰de	۲۲/۲۳ab	۶/۵۴f	۱۴/۵b	۷efg	۸/۴abcd	۶abc	۰/۵۸d	۰/۸۶bc
۱۲ باروادو	۹۶/۶abc	۹۰a	۴/۸۳abc	۴/۵۰a	۲۰/۱۴abcd	۹/۸۴cd	۱۲/۵def	۶/۳fg	۸/۳abcd	۴/۶e	۰/۶۷bcd	۰/۷۴c
۱۳ قوچان	۵۶/۶۶e	۶/۷h	۲/۸۳e	۰/۳۳h	۸/۸۳h	۰/۰۳i	۸i	۲/۳i	۷/۶de	۲/۳f	۰/۹۶a	۱/۱۹abc
۱۴ فضای سبز اصفهان	۸۸/۳۳c	۶۳/۳cd	۴/۴۱c	۳/۱۷cd	۱۶/۳۹efg	۷/۸۸def	۱۰/۸gh	۷/۱ef	۷/۸cde	۵/۳cde	۰/۷۲bc	۱/۵۵a
۱۵ اصفهان - داران	۹۸/۳۳ab	۹۵a	۴/۹۱ab	۴/۷۵a	۲۰/۰۳abcd	۱۲/۲۷b	۱۲/۵def	۷/۲de	۷/۹bcde	۵/۸abcd	۰/۶۵bcd	۰/۸۰c
۱۶ اصفهان - یزدآباد	۷۸/۳۳d	۶۵cd	۳/۹۱d	۳/۲۵cd	۱۵/۲۶fg	۹/۰۶de	۱۱/۴fgh	۷/۸bcde	۸/۲bcde	۶/۱ab	۰/۷۲bc	۰/۷۹c

§ درصد جوانه‌زنی نهایی با شمارش تعداد گیاهچه‌های خارج‌شده از خاک در پایان آزمایش مشخص شد (۲۰ روز).

§§ میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشابه دارند، تفاوت معناداری با آزمون حداقل تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

FC* (Field Capacity)

درصد از سطح کاشته‌شده را پوشش داده بودند (شکل ۱-الف). رقم باروادو با ۲۱ درصد پوشش به‌طور معناداری کمترین و جمعیت گناباد با ۲۹ درصد، بیشترین درصد پوشش را طی اولین ارزیابی نشان دادند (شکل ۱-الف). طی ارزیابی پنجم (۵۰ روز بعد از کاشت) به‌ترتیب جمعیت‌های بروجن و کامیاران با ۷۱ و ۷۰ درصد، به‌طور معناداری بیشترین و جمعیت گناباد با ۵۸ درصد به‌طور معناداری کمترین پوشش را در سطح کاشته‌شده به خود

آزمایش دوم: ارزیابی کیفیت ظاهری بین جمعیت‌های منتخب در مقایسه با رقم باروادو با روش آنالیز عکس‌های دیجیتال^۱

نتایج اولیه تفاوت معناداری در مقایسه روند درصد پوشش چمن (رنگ سبز) در پنج جمعیت مطالعه‌شده طی دو ماه اولیه کاشت در مزرعه نشان داد (شکل ۱-الف). به‌طور میانگین بعد از ۱۰ روز، همه جمعیت‌ها ۲۵

به‌طور معناداری کمترین میزان زردشدگی را نشان دادند. بیشترین میزان زردشدگی نیز به‌ترتیب با ۳۴ و ۳۳ درصد درصد متعلق به جمعیت‌های بروجن و گناباد بود (شکل ۲-الف).

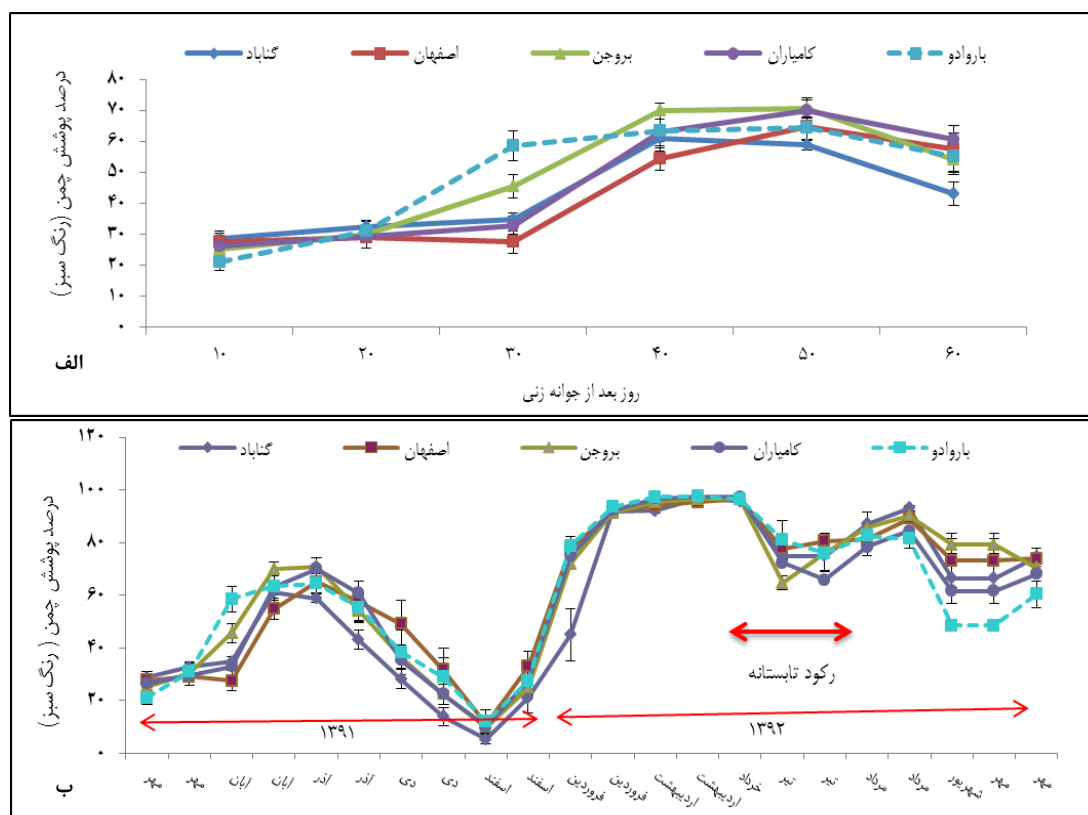
رقم باروادی به‌طور معناداری از شاخص تیرگی رنگ سبز بالاتری نسبت به جمعیت‌های مطالعه‌شده برخوردار است (شکل ۲-ب). این رنگ سبز تیره حتی با چشم یک شخص ارزیاب نیز قابل تشخیص بود. در کل تفاوتی در شاخص تیرگی در بین جمعیت‌ها مشاهده نشد ولی جمعیت گناباد طی رکود تابستانه به‌طور معناداری کاهش شاخص تیرگی را نسبت به سایر جمعیت‌ها نشان داد (شکل ۲-ب). از طرف دیگر جمعیت اصفهان طی ماه‌های مرداد و شهریور کمی افزایش شاخص تیرگی نسبت به سایر جمعیت‌ها را نشان داد که جالب توجه بود (شکل ۲-ب). استفاده از روش آنالیز عکس‌های دیجیتال و شاخص تیرگی رنگ سبز برای ارزیابی گراس‌های فصل سرد و کولتیوارهای برم‌وداگراس به‌ترتیب توسط Richardson *et al.* (2007) و Krcher & Richradson (2003) استفاده شد. ارزیابی شاخص تیرگی رنگ سبز برای مطالعه تأثیر مقدار نیتروژن مصرفی (Schlossberg & Schmidt, 2007)، تنش شوری (Dai *et al.*, 2009) و نوع خاک محل استقرار چمن (Stehouwer, 2010) روی کیفیت ظاهری چمن گزارش شده است. در کل می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله جوانه‌زنی و استقرار اولیه جمعیت گناباد با ۲۹ درصد پوشش طی ۱۰ روز بهترین و سریع‌ترین پوشش را نشان داد ولی بعد از ۵۰ روز تنها ۵۸/۵ درصد پوشش داشت که نشان از استقرار ضعیف آن بعد از یک جوانه‌زنی سریع و احتمالاً عدم تحمل سربرداری توسط این جمعیت است. این در حالی است که طی زمستان و رکود تابستانه جمعیت گناباد درصد زردشدگی بسیار بالایی داشت و این موضوع تا حد زیادی کیفیت ظاهری این جمعیت را کاهش داد. جمعیت بروجن بعد از ۴۰ روز پوشش چمنی ۷۰ درصد را نشان داد که با توجه به بالاتر بودن این درصد پوشش نسبت به سایر جمعیت‌ها و حتی رقم باروادی، نشان‌دهنده تحمل به سربرداری خوب این جمعیت احتمالاً دیپلوئید و قدرت استقرار آن است. بهترین درصد پوشش چمنی (رنگ سبز) طی رکود تابستانه با ۸۱ درصد پوشش متعلق به

اختصاص دادند (شکل ۱-الف). با توجه به کاشت بذرها در نیمه اول شهریورماه ۱۳۹۱ و کاهش دما طی مهرماه بیشترین میزان پوشش سبز، ۵۰ روز بعد از کاشت مشاهده (شکل ۱-ب). بعد از بارش برف در نیمه دوم آذرماه ۱۳۹۱ ارزیابی‌ها عکس‌های دیجیتال، به‌طور معناداری کمترین پوشش چمنی (رنگ سبز) را در جمعیت گناباد با پوشش ۴۱ درصد نشان داد (شکل ۱-ب). با افزایش دمای هوا در بهار ۱۳۹۲ ارزیابی عکس‌های دیجیتال گرفته‌شده افزایش شدید درصد پوشش چمن (رنگ سبز) را نشان داد تا جایی که در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۲ درصد پوشش چمن (رنگ سبز) در کلیه جمعیت‌ها و رقم باروادی به‌طور میانگین به ۹۶ درصد رسید (شکل ۱-ب). Richardson *et al.* (2007) با روشی مشابه به موضوع سبزشدن بهاره و ارزیابی کمی کولتیوارهای چمن مطالعه‌شده در سال دوم با استفاده از عکس‌های دیجیتال اشاره کرده‌اند. در ادامه با افزایش دما در تابستان ۱۳۹۲ رکود تابستانه سبب کاهش معنادار درصد پوشش چمن (رنگ سبز) در جمعیت‌های بروجن (۶۵ درصد) و سپس کامیاران (۶۶ درصد) شد. بیشترین درصد پوشش چمن (رنگ سبز) (۸۱ درصد) در این زمان متعلق به جمعیت اصفهان بود. طی اواخر مردادماه ۱۳۹۲ با تعدیل دمای هوا (شکل ۱-ب) درصد پوشش رنگ چمن (رنگ سبز) در کلیه نمونه‌های مطالعه‌شده بهبود یافت و جمعیت‌های گناباد (۹۳ درصد)، بروجن (۹۰ درصد) و اصفهان (۸۹ درصد) بیشترین و جمعیت کامیاران (۸۴ درصد) و رقم باروادی (۸۱ درصد) کمترین درصد پوشش چمن (رنگ سبز) را در انتهای تابستان ۱۳۹۲ به خود اختصاص دادند (شکل ۱-ب). در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که کلیه جمعیت‌های مطالعه‌شده از وضعیت خوب و در غالب اوقات مناسب‌تری از رقم باروادی برخوردار بودند. این روش آنالیز کمی پوشش چمن در مدیریت زمین‌های چمن اشاره کرده‌اند. شکل ۲-الف نشان‌دهنده درصد پوشش رنگ زرد (زردشدگی^۱) طی فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۱ و رکود تابستانه است. در اسفندماه رقم باروادی و جمعیت اصفهان به‌ترتیب با ۱۵/۵ و ۲۱ درصد زردشدگی

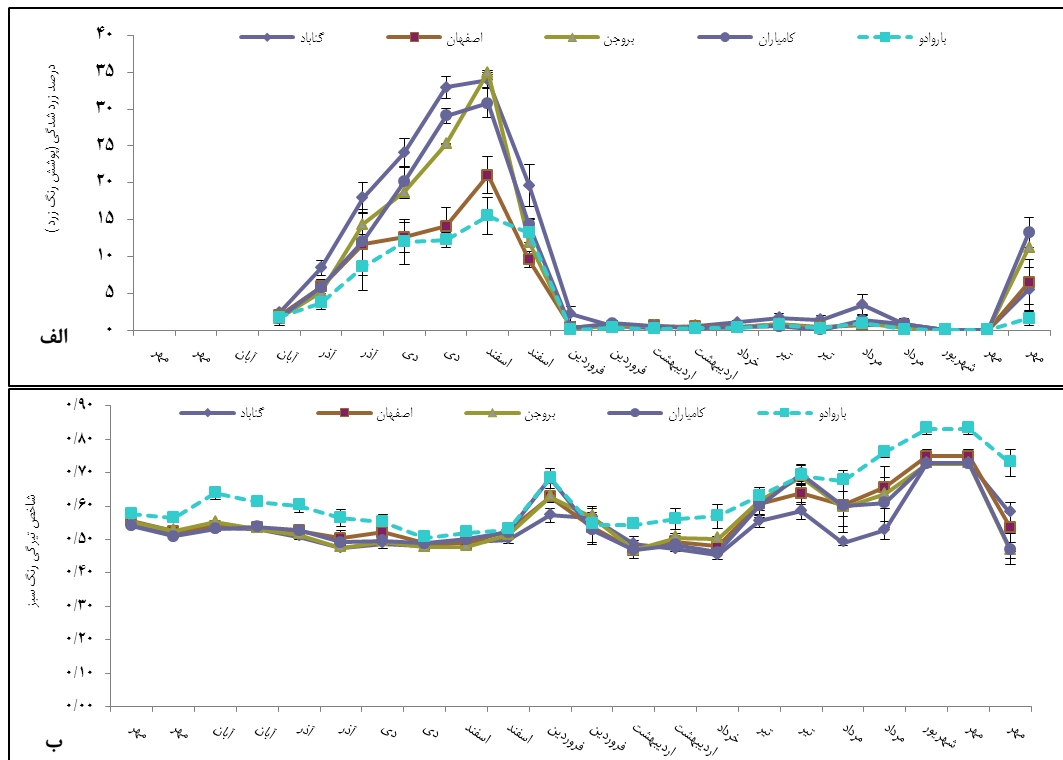
(قوچان، گناباد و کامیاران) در فاکتورهای یادشده مشاهده شد. با توجه به اینکه شاخص قدرت گیاهچه تفاوت قابل توجهی در جمعیت‌های منتخب نشان می‌دهد، می‌توان از آن به‌تنهایی در ارزیابی جمعیت‌های بومی مقاوم به خشکی در مرحله جوانه‌زنی در مطالعه‌های آینده استفاده کرد. طی ارزیابی کیفیت ظاهری جمعیت‌های منتخب مرحله جوانه‌زنی، کیفیت ظاهری نسبتاً خوب و مشابه رقم باروادو مشاهده شد. به‌طور مثال درصد پوشش چمنی اولیه سریع‌تر جمعیت گناباد، درصد پوشش چمنی بهتر جمعیت بروجن بعد از ۵۰ روز و کمترین زردشدگی طی رکود تابستانه در جمعیت اصفهان در کنار رقم باروادو نشان‌دهنده قابلیت بالای فستوک‌های بومی ایران برای استفاده به‌منزله چمن نیازمند مراقبت پایین است. هر یک از جمعیت‌های منتخب از یک ویژگی بارز و مناسب برخوردارند. بنابراین، می‌توان با تمرکز بر ویژگی‌های مثبت هر یک از جمعیت‌ها و با استفاده از برنامه‌های اصلاحی اقدام به تجمیع صفات‌های مطلوب در فستوک‌های بلند بومی کرد.

جمعیت اصفهان بود درحالی‌که این جمعیت طی مراحل استقرار اولیه مقاومت خوبی نسبت به سربرداری نداشت و طی ارزیابی اولیه با حدود ۲۸ درصد پوشش چمنی (رنگ سبز) کمترین درصد پوشش را به خود اختصاص داد. به‌علاوه باید در نظر داشت که کمترین درصد زردشدگی طی زمستان در کنار رقم باروادو متعلق به جمعیت اصفهان بود. درنهایت در پایان تابستان سال ۱۳۹۲ جمعیت‌های بروجن و اصفهان بیشترین و رقم باروادو کمترین درصد پوشش چمنی (رنگ سبز) را به خود اختصاص دادند.

به‌طور خلاصه می‌توان گفت روش ساده ارائه‌شده در آزمایش اول امکان ارزیابی دقیق تعداد زیادی از جمعیت‌های بومی را در زمانی کوتاه فراهم می‌آورد. فاکتورهای درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص قدرت گیاهچه و طول برگ و ریشه مهم‌ترین فاکتورهای ارزیابی‌شده هستند و بیشترین تغییر در جمعیت‌های منتخب مقاوم به خشکی (اصفهان و گناباد) در مرحله جوانه‌زنی و حساس به خشکی در مرحله جوانه‌زنی



شکل ۱. الف) درصد سبز شدن نهایی و پوشش سطح طی دو ماه بعد از کاشت بذرها در زمین؛ ب) درصد پوشش چمن (رنگ سبز) ایجادشده بعد از استقرار کامل، در سطح مورد نظر در هر یک از جمعیت‌های مطالعه‌شده



شکل ۲. الف) درصد پوشش رنگ زرد (زردشدگی) در جمعیت‌های مطالعه‌شده؛ ب) مقایسه شاخص تیرگی رنگ سبز در جمعیت‌های مطالعه‌شده

REFERENCES

1. Abdul-Baki, A. A. & Anderson, J. D. (1973). Relationship between decarboxylation of glutamic acid and vigor in soybean seed. *Crop Science*, 13, 227-232.
2. Barenbrug company. (2005). Bravado, Tall fecue. From: www.Barusa.com/files/products/14827/Barvado.pdf
3. Beard, J. B. (1973). *Turfgrass: science and culture*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
4. Beard, J. B. & Sifers, S. I. (1997). Genetic diversity in dehydration avoidance and drought resistance within *Cynodon* and *Zoysia* species. *International Turfgrass Society Research Journal*, 8, 603-610.
5. Covell, S., Ellis, R.H., Roberts, E.H. & Summerfield, R.J. (1986). The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. I. A. comparison of chickpea, lentil, soybean and cowpea at constant temperatures. *Journal of Experimental Botany*, 37, 705-715.
6. Christians, N. (2004). *Fundamentals of turfgrass management*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
7. Dai, J., Huff, D. R. & Schlossberg, M. J. (2009). Salinity effects on seed germination and vegetative growth of greens-type *Poa annua* relative to other cool-season turfgrass species. *Crop Science*, 49, 696-703.
8. Fry, J. & Huang, B. (2004). *Applied turfgrass science and physiology*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
9. Gazanchian, A., KhoshKholgh Sima, N.A., Malboobi, M.A. & Majidi Heravan, E. (2006). Relationships between emergence and soil water content for perennial cool-season grasses native to Iran. *Crop Science*, 46, 544-53.
10. Ikemura, Y. (2003). *Using digital image analysis to measure the nitrogen concentration of turfgrasses*. M.Sc. Thesis. University of Arkansas. U.S.A.
11. Karcher, D. E. & Richardson, M. D. (2003). Quantifying turfgrass color using digital image analysis. *Crop Science*, 43, 943-951.
12. Karcher, D. E. & Richardson, M. D. (2005). Batch analysis of digital images to evaluate turfgrass characteristics. *Crop Science*, 45, 1536-1539.
13. Maguire JD (1962) Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Agron Journal*, 2, 176-177

14. Morris, K.N. (2000). *National Kentucky bluegrass Test*, 1999 Progress Report, NTEP 00-12, National Turfgrass Evaluation Program. USDA-ARS, Beltsville, MD.
15. Patton, A.J., Volenec, J.J. & Reicher, Z.J. (2007). Stolon growth and dry matter partitioning explain differences in zoysiagrass establishment rates. *Crop Science*, 47, 1237-1245.
16. Patton, A. J., Trappe, J. M., Richardson, M. D. & Nelson. E. K. (2009). Herbicide tolerance on 'sea spray' seashore paspalum seedlings. Online. *Applied Turfgrass Science*, doi: 10.1094/ATS-2009-0720-01-RS.
17. Richardson, M. D., Karcher, D. E. & Purcell. L. C. (2001). Quantifying turfgrass cover using digital image analysis. *Crop Science*, 41, 1884-1888.
18. Richardson, M. D., Karcher, D. E., Hignight, K. & Rush, D. (2008). Drought tolerance and rooting capacity of Kentucky bluegrass cultivars. *Crop Science*, 48, 2429-2436.
19. Shaver, B. R., Richardson, M. D., McCalla, J. H. D., Karcher, E. & Berger. P. J. (2006). Dormant seeding bermudagrass cultivars in a transition zone environment. *Crop Science*, 46(4), 1787-1792.
20. Schlossberg, M. J. & Schmidt, J. P. (2007). Influence of nitrogen rate and form on quality of putting greens cohabited by creeping bentgrass and annual bluegrass. *Agronomy Journal*, 99, 99-106.
21. Stehouwer, R.C., Hindman, J.M., MacDonald, K.E. & Kirsten, E. (2010). Nutrient and trace element dynamics in blended topsoils containing spent foundry sand and compost. *Journal of Environmental Quality*, 39, 587-595.
22. Yamada, T. (2011). *Festuca*, In: Kole C. (ed.) *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources, millets and grasses*. Springer, New York, p 153-164.

Evaluation of drought resistance and turf quality in some selected Tall fescue collected from different places of IRAN

Iman Rohollahi¹, Mohsen Kafi^{2*}, Nayer Azam Khoshkholghsima³
and Abdolmajid Liaghat⁴

1. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Science, Shahed University, Tehran, Iran

2. Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Associate Professor, Agriculture Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Iran

4. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

(Received: Apr. 20, 2014 - Accepted: Aug. 4, 2014)

ABSTRACT

In order to identify low maintenance turfgrass, turf quality of selected entries of germination stage under drought stress were evaluated by Digital Image Analysis methods in the field conditions. The first greenhouse study examined the interaction of four different levels of soil water contents (40, 60, 80 % and 100% field capacity) on 14 *Festuca arundinacea* entries. We determined the effects of low soil moisture (80%, 60% and 40 % field capacity) on the emergence and early establishment using 14 wild *F. arundinacea* populations collected from various regions of Iran and two commercial turf cultivars. Based on results, the highest final emergence (100%) was exhibited by Isfahan accession, at 40% FC, but it was 6.7% in Quchan accession. Finally, in the last experiment, turfgrass quality and coverage in selected entry of second experiment were evaluated in the field for one year. Gonabad entry showed very good turfgrass coverage at first evaluation after mowing. However, Isfahan accession showed the best turfgrass coverage in the end of experiment. Cultivar Barvado showed the highest turf colour index. These results suggest that collected entries from Iran specifically Isfahan and Brojen entries could be used for plant breeding programs and improvement of low maintenance turfgrass in Iran.

Keywords: digital image processing, drought stress, emergence, turfgrass quality.