Archive of SID

دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۲۴، شماره ۲، صفحه ۲۸۶-۲۷۷ (۱۳۹۵)

# ارزیابی پایداری عملکرد اسانس جمعیت‌های مختلف آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*) در مناطق مختلف ایران با استفاده از روش GGE biplot

عباس پورمیدانی*[۱]، حسن مداح عارفی[۲]، علی اشرف جعفری[۳]، سپیده ترابی[۴] و مهدی میرزا[۲]

۱*- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشجوی دکترای اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، تهران
پست الکترونیک abbas.pourmeidani@gmail.com
۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۴- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۱

## چکیده

به‌منظور تعیین پایداری عملکرد اسانس جمعیت‌های مختلف آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*)، بیست اکسشن (نمونه بذر) در شرایط عادی و در ۱۱ ایستگاه (دماوند، اصفهان، گلستان، همدان، خراسان، مرکزی، قم، تبریز، تهران، یزد و زنجان) در قالب طرح کرت‌های خرد شده در مکان بررسی شدند. براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر متقابل اکسشن × ایستگاه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد. در تجزیه گرافیکی محیط‌ها، ۱۱ محیط به ۳ مگامحیط تقسیم شد. در مگامحیط خراسان، قم، مرکزی، دماوند، یزد، زنجان و تهران، اکسشن‌های ۵، ۲۷، ۵۱، ۵۴ و ۵۶ سازگاری اختصاصی داشتند. اکسشن‌های ۳ و ۱۷ در مگامحیط تبریز و همدان سازگاری اختصاصی داشتند. در ارزیابی اکسشن‌ها بر اساس عملکرد اسانس و پایداری، اکسشن‌های ۵، ۵۴ و ۲۹ بهترین اکسشن‌ها بودند. در تجزیه گرافیکی روابط بین محیط‌ها، محیط‌های خراسان، قم، دماوند و مرکزی یک گروه محیط تشکیل دادند و با ایستگاه‌های تبریز و همدان رابطه متضاد داشتند که موجب اثر متقابل اکسشن در مکان شد. ایستگاه‌های خراسان، تبریز، اصفهان و گلستان بیشترین طول بردار را داشتند و نقش آنها در تمایز اکسشن‌ها مهم بود. ایستگاه خراسان و اصفهان محیط نزدیک به مطلوب تلقی گردیدند و نقش بیشتری در تمایز اکسشن‌ها داشتند. براساس تجزیه گرافیکی روابط بین اکسشن‌ها، مجموعه اکسشن‌های ۵۴ (نقده)، ۲۷ (نامعلوم ۱)، ۵۱ (تهران)، ۵۶ (زرند) و ۵ (قزوین ۲) با همدیگر یک گروه پرمحصول را تشکیل داده و به مگامحیط خراسان، قم، مرکزی، دماوند، یزد، زنجان و تهران سازگاری داشتند. این گروه از اکسشن‌ها می‌توانند برای توسعه کشت آویشن کوهی در این مناطق، مورد توجه قرار گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** آویشن کوهی، تجزیه پایداری، GGE biplot، عملکرد اسانس.

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

آویشن کوهی *(Thymus kotschyanus)* یکی از مهمترین گونه‌های جنس آویشن می‌باشد که کاربردهای وسیعی در زمینه بهداشتی، دارویی و صنایع غذایی دارد. اسانس فنلی آویشن جزء ۱۰ اسانس مهم دنیاست که دارای خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، آنتی‌اکسیدانی، نگهدارنده طبیعی غذا و تأخیردهنده در پیری پستانداران می‌باشد (Seidler *et al.*, 2008). اثر متقابل ژنوتیپ و محیط یکی از مسائل مهم و پیچیده برنامه‌های به‌نژادی برای ارزیابی و معرفی جمعیت‌ها و ارقام پرمحصول و سازگار به‌شمار می‌رود. در بیشتر برنامه‌های اصلاحی به‌ویژه در مقایسه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، به‌علت وجود اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط، تظاهر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف متفاوت است (Allard, 1964). به‌همین دلیل توصیه و معرفی ارقام یا ژنوتیپ‌های برتر در محیط‌های وسیع دشوار است (Eberhart & Russell, 1966). البته اثر متقابل ژنوتیپ و محیط باعث کاهش همبستگی بین ژنوتیپ و فنوتیپ شده و کارایی انتخاب را کاهش می‌دهد (Brandle & Meverty, 1994). تحقیقات نشان می‌دهد اختلافات فصلی، تنش‌های رطوبتی و دماهای روزانه و یا دوره‌های گرده‌افشانی ازجمله عوامل ناپایداری بوده و نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در ایجاد اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ایفا می‌کنند. عوامل مذکور علت بروز تفاوت در رتبه هریک از دو جزء اصلی اثر متقابل هستند (Bell & Eagles, 2001). به‌هرحال تغییرات ناشی از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بسیار بیشتر از تغییرات ناشی از اثر ژنوتیپ به‌تنهایی در عملکرد یک محصول است (Dixon, 2000 ). مهمترین موضوع در معرفی ارقام دارویی مطلوب، پایداری تولید اسانس است. از این‌رو ارزیابی پایداری تولید اسانس در اکسشن‌های مختلف (*Thymus kotschyanus*) برای دستیابی به ویژگی‌های هر اکسشن و معرفی اکسشن‌های برتر و مناسب برای شرایط مختلف آب و هوایی کشور ضروریست. البته روش‌های مختلفی به‌منظور تحلیل اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و ارزیابی پایداری ژنوتیپی توسط محققان پیشنهاد شده است. از منظر پارامترها و متغیرها، روش‌های کلی بررسی پایداری عبارتند از: روش‌های مبتنی بر تجزیه واریانس، روش رگرسیونی، روش‌های چند متغیره با تأکید بر روش‌های تجزیه واکنش ژنوتیپی و مدل کاهشی AMMI و سرانجام روش‌های غیرپارامتری. اگر واریانس محیطی یک ژنوتیپ کم باشد، واکنش آن به محیط‌ها برابر با میانگین واکنش تمام ژنوتیپ‌های آزمایش باشد و MS باقیمانده از مدل رگرسیونی بر شاخص محیطی کوچک باشد، آن ژنوتیپ پایدار است (Lin & Binns, 1991).

براساس مدل پایداری رگرسیونی ابرهارت و راسل، ارزش ضریب رگرسیون (bi) و انحراف از رگرسیون ($s_{di}$) برای ژنوتیپ محاسبه می‌شود. یک جمعیت پایدار با میانگین عملکرد بالا، دارای ضریب رگرسیون یک ($b_i$=۱) و انحراف از رگرسیون برابر صفر ($s_{di}^2$=۰) می‌باشد (Eberhart & Russell, 1966). به عقیده لین و بین مکان عامل قابل کنترل و سال غیر قابل پیش‌بینی است. آنان بیان کردند، واریته‌ای پایدار است که در طول سال‌های مورد آزمایش نوسان کمتری داشته باشد، از این‌رو میانگین واریانس بین سال‌های درون مکان‌ها را به‌عنوان پارامتر پایداری پیشنهاد کردند (Lin & Binns, 1991).

براساس اکوالانس ریک (Wi) (Wricke, 1962)، ژنوتیپ‌های با ضریب ریک پایین دارای انحرافات کوچک‌تر از میانگین محیط‌ها و دارای پایداری بیشتری هستند. همچنین شوکلا برآورد واریانس ژنوتیپ iام در محیط‌های مختلف را براساس باقیمانده حاصل از طبقه‌بندی دو طرفه ژنوتیپ و محیط پیشنهاد کرد (Shukla, 1972). روش‌های آماری متداول از قبیل تجزیه واریانس، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون خطی توسط زوبل و همکاران (۱۹۸۸) با هم مقایسه شده و نشان دادند این روش‌ها برای تجزیه داده‌های چند محیط مؤثر نمی‌باشند. روش GGE Biplot ابزاری بسیار مفید برای ارزیابی چشمی و تفسیر پاسخ الگوی ارقام، محیط‌ها و اثر متقابل آنها می‌باشد. بای‌پلات نمایش گرافیکی و ارائه رفتار همزمان دو متغیر می‌باشد. روش بای‌پلات برای تفسیر نتایج رگرسیون مکان‌ها

www.SID.ir

Archive of SID



نیز استفاده می‌شود. در این روش اطلاعاتی درباره آزمایش‌های منطقه‌ای حاصل و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ارزیابی می‌شود. ویژگی منحصربه‌فرد این مدل، گروه‌بندی محیط‌هایی است که دارای رفتار مشابهی بوده‌اند و به‌صورت گرافیکی مشخص می‌کند کدام رقم در کدام محیط یا زیر گروه از ظرفیت بالاتری برخوردار است (Yan *et al.*, 2000). برای رسم بای‌پلات باید از مقادیر حاصل از مدل‌های چند متغیره مربوط به ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها در یک شکل و به‌طور همزمان استفاده کرد. از آنجا که عامل محیط، غیر قابل کنترل است، از این‌رو در روش بای‌پلات از منابع تغییرات ژنوتیپ و اثرمتقابل GGE ژنوتیپ در محیط استفاده می‌شود، تا بتوان نتایج قابل اعتمادی را به‌دست آورد. در مقایسه با مدل AMMI برای تفسیر پایداری ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های ناحیه‌ای عملکرد، به‌نظر می‌رسد که استفاده همزمان از دو منبع اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ× محیط نتایج موثرتری را دربر داشته باشد (Gabriel *et al.*, 1971).

با وجود تحقیقات نسبتا زیاد در مورد ارزیابی و معرفی ویژگی‌های مختلف عملکردی و اسانس گونه (*Thymus kotschyanus*)، اما هیچ تحقیقی در مورد ارزیابی پایداری عملکرد اسانس جمعیت‌های مختلف آن در منابع داخلی و خارجی یافت نشد. البته در سایر گونه‌ها ازجمله گل‌محمدی، پایداری عملکرد ۳۵ اکسشن گل محمدی (*Rosa damascena*) متعلق به تقریبا تمام مناطق کشور در ۸ ایستگاه مختلف ارزیابی گردید. واریانس بین اکسشن‌های گل محمدی و واریانس محیط (و اجزای آن) از لحاظ تمام صفات مورد بررسی و واریانس اکسشن × محیط (و اجزای آن) هم برای تمام صفات به‌استثنای نسبت وزن گلبرگ به گل معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود. اثر متقابل برای دو صفت وزن گل و درصد ماده خشک گل هم از نوع متقاطع (کیفی) و هم غیرمتقاطع (کمی) بود، اما برای طول دوره گلدهی، تعداد گل در پایه، عملکرد گل و بازده اسانس به‌طور عمده از نوع متقاطع بود. اکسشن‌های گل محمدی با منشأ مناطق نیمه-خشک و خشک مانند گروه اکسشن‌های منطقه کاشان، دارای دوره گلدهی طولانی‌تر، تعداد گل در پایه و عملکرد گل بیشتر و درصد ماده خشک گل و نسبت گلبرگ به گل بالاتر بودند (Yousefi *et al.*, 2009). در تحقیق دیگری سازگاری و پایداری ۳۰ ژنوتیپ از گونه دارویی پنیرباد (*Withania somnifera*) برای عملکرد ریشه در ۸ ایالت هند به‌روش GGE biplot ارزیابی گردید. شش جمعیت سازگار و دارای پایداری عملکرد ریشه برای مناطق مختلف شناسایی گردیدند (Lai *et al.*, 2015).

به‌منظور تعیین پایداری کولتیوارهای مختلف نعنای وحشی (*Mentha arvensis*)، ۱۰ کولتیوار مختلف طی ۳ سال در ۳ منطقه مورد بررسی قرار گرفت. مدل AMMI، سه واریته Kosi, Kushal and Saryu را از نظر عملکرد اسانس، پایدار معرفی کرد (Lai *et al*. 2013). همچنین در آزمایشی ۱۰ ژنوتیپ مختلف شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) در ۱۴ منطقه در دو شرایط آبیاری نرمال و دیم در آلبرتای جنوبی مطالعه و عملکرد دانه و میزان مواد مؤثره مختلف ارزیابی شدند. در این تحقیق ارتباط شرایط محیطی و ژن‌ها بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و زراعی و همچنین پایداری عملکرد آنها در شرایط مختلف تعیین گردید.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش داده‌های حاصل از اندازه‌گیری تولید اسانس ۱۵ بوته از ۲۰ اکسشن آویشن کوهی (جدول ۱) در شرایط نرمال و در ۱۱ ایستگاه شامل دماوند، اصفهان، گلستان، همدان، خراسان، مرکزی، قم، تبریز، تهران، یزد و زنجان در قالب طرح کرت‌های خرد شده در مکان که در آن سال‌ها (۱۳۹۳و ۱۳۹۲) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد، تجزیه مرکب شدند. تولید اسانس از حاصلضرب درصد اسانس در عملکرد ماده خشک حاصل شد. پایداری اکسشن‌ها بر اساس اثرات متقابل ارزیابی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۱- مشخصات ۲۰ اکسشن ***Th. kotschyanus*** مورد مطالعه

| کد | شماره نمونه | منشأ | کد | شماره نمونه | منشأ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۳ | ۱۲۹۴۸ | قزوین ۱ | ۲۷ | ۲۳۷۶۳ | نامعلوم ۱ |
| ۵ | ۱۲۹۵۳ | قزوین ۲ | ۲۹ | ۲۳۱۲۴ | نامعلوم ۲ |
| ۷ | ۱۹۳۰۷ | زنجان ۱ | ۴۷ | ۸۹۱۶ | الیگودرز |
| ۸ | ۱۹۳۵۷ | زنجان ۲ | ۵۰ | ۱۹۲۶۶ | زنجان ۴ |
| ۱۰ | ۱۹۵۸۷ | آذربایجان‌غربی ۱ | ۵۱ | ۱۸۸۰۳ | تهران |
| ۱۱ | ۱۹۳۰۴ | زنجان ۳ | ۵۴ | ۱۸۰۶۳ | نقده |
| ۱۷ | ۱۷۹۶۹ | آذربایجان‌غربی ۲ | ۵۶ | ۱۸۳۱۶ | زرند |
| ۲۱ | ۱۶۹۹۱ | سنندج ۱ | ۵۸ | ۱۴۲۹۷ | سنندج ۲ |
| ۲۲ | ۱۷۰۹۱ | قزوین ۳ | ۶۷ | ۱۴۲۱۲ | ارومیه ۱ |
| ۲۳ | ۱۷۰۱۰ | دیواندره | ۷۰ | ۱۴۲۱۶ | ارومیه ۲ |

تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه GGE biplot به روش Yan و به‌صورت نمایش گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط توسط نرم‌افزار PBTools V1.4 انجام شد (Yan *et al.*, 2000). در این روش اثر ژنوتیپ (G) و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (G×E) که در مجموع آنها را به‌صورت GGE نشان می‌دهند، از فاکتورهای مهم در گزینش ارقام هستند. این فاکتورها به‌صورت گرافیکی برآورد شده، هم ژنوتیپ‌ها و هم محیط‌ها به‌صورت نمودار گرافیکی نمایش داده شدند.

در این روش، نمودارهای بای‌پلات الگوی "کدام ژنوتیپ(ها) برای کدام محیط" مناسب‌ترند، رتبه‌بندی گرافیکی شدند و ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیب همزمان عملکرد با پایداری، قابلیت نمایندگی محیط‌ها در مقابل قدرت تمایز محیط‌ها در تفکیک ژنوتیپ‌ها، رتبه‌بندی گرافیکی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ مطلوب و گروه‌بندی محیط‌ها بر اساس تشابه و عدم تشابه آنها در تفکیک ژنوتیپ‌ها رسم گردیدند.

## نتایج

در تجزیه واریانس مرکب داده‌ها اثرات اصلی محیط، اکسشن و اثر متقابل اکسشن در محیط در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی‌دار و سهم واریانس محیط، واریانس اکسشن و واریانس اثر متقابل اکسشن در محیط به‌ترتیب ۵۷/۸ و ۳/۷ و ۲۳/۵ درصد بود (جدول ۲). البته سهم واریانس اثر متقابل قابل توجه بود. بزرگی واریانس محیط بیانگر اختلاف بین محیط‌ها است که باعث ایجاد اثرات متقابل اکسشن در محیط شد. در آزمایش‌های چندمکانی نرمال، معمولا سهم محیط ۸۰ درصد و سهم اکسشن و اثر متقابل اکسشن در محیط ۲۰ درصد می‌باشد (Gauch & Zobel, 1997). با معنی‌دار شدن این اثر می‌توان تجزیه پایداری اکسشن‌ها را انجام داد.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد اسانس ۲۰ اکسشن آویشن کوهی در ۱۱ ایستگاه

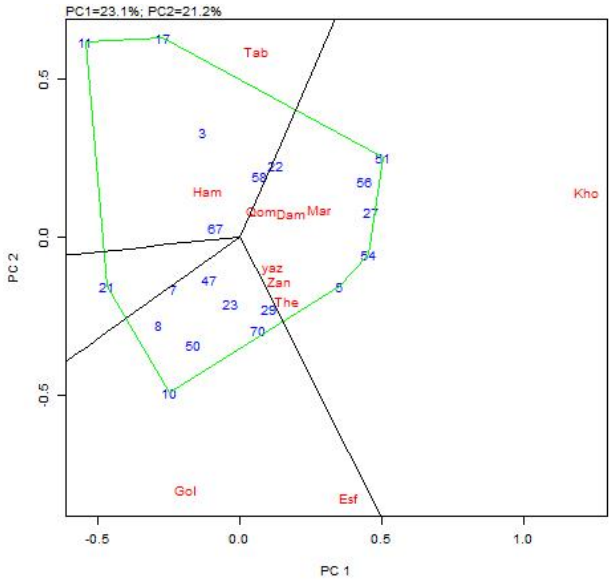
| منابع | df | MS | SS% |
|---|---|---|---|
| مکان | ۱۰ | ۱۲/۹۴** | ۵۷/۸ |
| تکرار داخل مکان | ۳۳ | ۰/۴۶۶ | ۶/۹ |
| اکسشن | ۱۹ | ۰/۴۳۱* | ۳/۷ |
| اکسشن در مکان | ۱۹۰ | ۰/۲۷۷** | ۲۳/۵ |
| خطا | ۶۲۷ | ۰/۰۲۹ | ۸/۳ |
| کل | ۸۷۹ | | |

*, **= معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه ۵ و ۱ درصد

## بررسی سازگاری اکسشن‌ها با الگوی نمودار چند ضلعی

یکی از کاربردهای مهم روش GGE biplot رسم نمودار چندضلعی است که می‌توان با استفاده از این نمودار تفسیرهای گوناگونی کرد. نمایش چند ضلعی مربوط به میانگین ۲۰ اکسشن در ۱۱ محیط در شکل ۱ ارائه شده است. در این نمودار اکسشن‌هایی که حداکثر فاصله را از مبدأ مختصات دارند، به یکدیگر وصل شده و یک چندضلعی را تشکیل دادند. سپس از مبدأ مختصات خطوطی بر اضلاع این چند ضلعی رسم شده و محیط‌های بزرگ تشکیل گردید (Yan & Kang, 2003). این نمودار برای تعیین اینکه کدام اکسشن برای کدام محیط مناسب است، به‌کار رفت. اکسشن‌های ۱۰، ۲۱، ۱۱، ۱۷، ۵۱ و ۵۴ در رأس‌های چند ضلعی قرار دارند.

البته با خطوطی که بر این اضلاع رسم شد، ۱۱ محیط به ۳ مگامحیط تقسیم شد. در مگامحیط خراسان، قم، مرکزی، دماوند، یزد، زنجان و تهران اکسشن‌های ۵، ۲۷، ۵۱، ۵۴ و ۵۶ سازگاری اختصاصی با این محیط‌ها داشتند. به‌طوری‌که اکسشن‌های ۳ و ۱۷ در مگامحیط تبریز و همدان عملکرد مناسبی داشتند. اکسشن‌های ۱۰، ۸، ۷۰ و ۵۰ در مگامحیط اصفهان و گلستان سازگاری اختصاصی داشتند. اکسشن‌های ۶۷، ۴۷، ۵۸، ۲۲ و ۲۳ که در نزدیک مرکز بای‌پلات قرار داشتند، دارای عملکرد متوسطی در تمام محیط‌ها بوده و به‌عبارتی سازگاری عمومی داشتند.




شکل ۱- نمایش گرافیکی انطباق ۲۰ اکسشن آویشن در ۱۱ محیط برای عملکرد اسانس

## ارزیابی اکسشن‌ها بر اساس عملکرد اسانس و پایداری

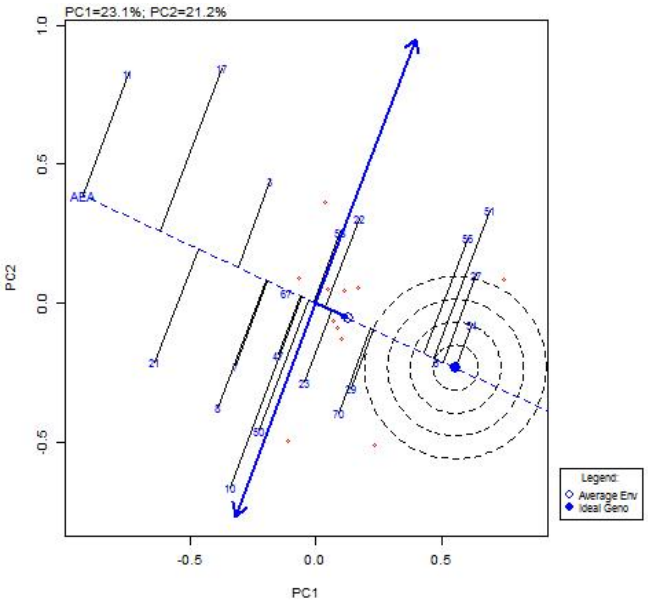
بای‌پلات GGE رتبه‌بندی ۲۰ اکسشن در ۱۱ محیط بر اساس ۲ مؤلفه اول GGE biplot در شکل ۲ ارائه شده است. خطی به‌صورت نقطه‌چین از محور مختصات می‌گذرد که متوسط عملکرد محیطی یا ATC (average Tester Coordinat) نامیده می‌شود و پایداری متوسط را نشان

www.SID.ir

Archive of SID



می‌دهد. اکسشن‌هایی که حول محور این خط قرار دارند و به دایره نزدیک‌تر باشند، دارای عملکرد اسانس بیشتری هستند. خط دیگر دو سر فلش و عمود بر خط ATC که از مبدأ مختصات گذشته، معیار عملکرد متوسط است و اکسشن‌هایی که در سمت راست آن قرار دارند، دارای عملکرد اسانس بیشتری از میانگین کل می‌باشند. اکسشن‌هایی که نزدیک به انتهای این خط باشند و فاصله کمی با خط ATC داشته باشند از پایداری بیشتری برخوردار هستند. از این‌رو ترتیب اکسشن‌ها بر روی خط ATC از نظر عملکرد اسانس به‌صورت G54>G27>G5>G51>G56>G29>G70>G23 می‌باشد. همچنین بر این اساس اکسشن‌های ۵، ۵۴، ۲۹ و ۶۷ نسبت به سایر اکسشن‌ها پایدارتر هستند. یک اکسشن ایده‌ال باید دارای عملکرد اسانس بالایی بوده و از پایداری بیشتری برخوردار باشد. به‌عبارتی، نزدیک به انتهای مثبت محور میانگین محیط‌ها بوده و فاصله آن از این محور حداقل باشد. بر این اساس اکسشن‌های ۵، ۵۴ و ۲۹ بهترین اکسشن‌ها از نظر عملکرد اسانس هستند.




شکل ۲- رتبه‌بندی ۲۰ اکسشن آویشن در ۱۱ محیط بر اساس میانگین عملکرد اسانس و میزان پایداری عملکرد

در شکل ۲ اکسشن مطلوب ۵۴ در مرکز دایره می‌باشد. این اکسشن دارای میانگین عملکرد اسانس و پایداری بالا می‌باشد. اکسشن‌هایی که به این اکسشن ایده‌ال نزدیک باشند، مطلوب‌تر تلقی می‌شوند. البته هرچه فاصله اکسشن‌ها از اکسشن مطلوب بیشتر باشد، به‌عنوان اکسشن‌های نامطلوب تلقی می‌شوند.

## تجزیه گرافیکی روابط بین محیط‌ها

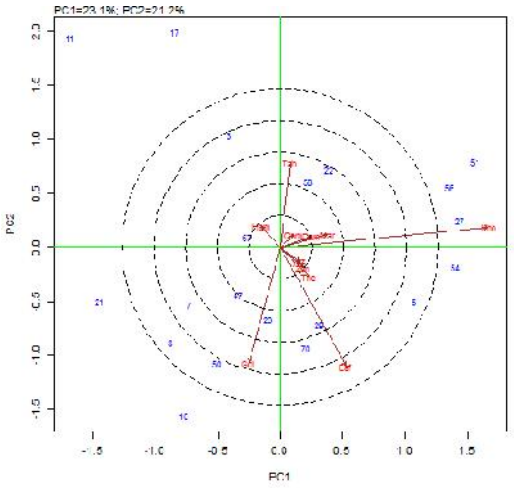
براساس شکل ۳ تشابه زیادی بین برخی محیط‌ها وجود داشت و در مقابل همبستگی منفی بین برخی محیط‌های دیگر وجود داشت. اگر زاویه بین بردارهای محیطی کمتر از ۹۰ درجه باشد، نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین آنها و اگر زاویه بین محیط‌ها بیش از ۹۰ درجه باشد، نشان‌دهنده همبستگی منفی این محیط‌هاست. زاویه و هم‌راستایی بردار محیط‌های خراسان، قم، دماوند و مرکزی کمتر از ۹۰ درجه است و همه آنها یک گروه محیط تشکیل دادند. به‌همین ترتیب زاویه بین ایستگاه‌های اصفهان، تهران، زنجان و یزد به‌صورت زاویه حاده است، بنابراین بین آنها همبستگی مثبت وجود دارد. این مجموعه از ایستگاه‌ها با ایستگاه‌های تبریز و همدان رابطه منفی و متضاد داشتند، از این‌رو این مگامحیط‌ها موجب اثر متقابل اکسشن در مکان شدند.

ویژگی مهم دیگر بای‌پلات همبستگی بین محیط‌ها، طول بردار هریک از محیط‌ها است که شاخصی برای قابلیت تمایز محیط‌ها می‌باشد. قابلیت تمایز از ویژگی هر محیط می‌باشد، به‌طوری‌که محیط‌های فاقد قابلیت تمایز نمی‌توانند اطلاعات مفیدی در مورد ژنوتیپ‌ها ارائه کنند (Yan & Yang, 2003). بررسی طول بردارها نشان داد که ایستگاه خراسان، تبریز، اصفهان و گلستان بیشترین طول بردار را داشته، بنابراین نقش آنها در تمایز اکسشن‌ها مهم بود. بقیه ایستگاه‌ها که بردارهای کوتاه‌تری داشتند، دارای نقش کمتری در تمایز اکسشن‌ها بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

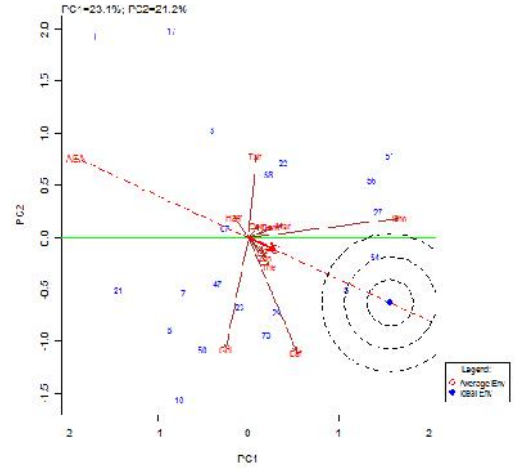




شکل ۳- تجزیه گرافیکی روابط بین محیط‌ها و مقایسه بین آنها از نظر تفکیک اکسشن‌ها

## ارزیابی محیط‌ها بر اساس محیط مطلوب

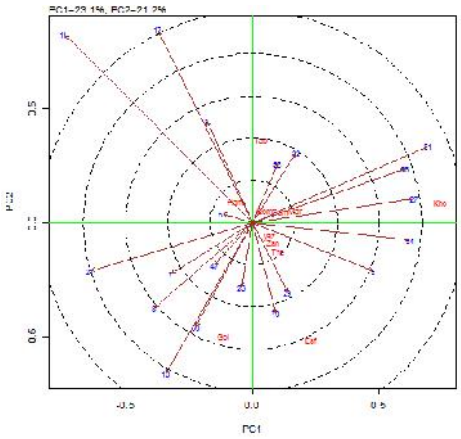
در شکل ۴ دایره کوچکی در انتهای خط ATC وجود دارد که نقطه محیط فرضی مطلوب به‌صورت مجازی است. البته هرچه طول بردار محیطی بیشتر و فاصله آن با خط ATC کمتر باشد، محیط مذکور به محیط ایده‌ال نزدیک‌تر است (Yan, 2001). بر این اساس ایستگاه‌های خراسان و اصفهان محیط نزدیک به مطلوب تلقی شده و نقش بیشتری در تمایز اکسشن‌ها داشتند.



شکل ۴- رتبه‌بندی گرافیکی عملکرد اسانس محیط‌ها در مقابل محیط ایده‌آل

## تجزیه گرافیکی روابط بین اکسشن‌ها

تشابه زیادی بین برخی اکسشن‌ها وجود دارد. اگر زاویه بین بردارها حاده باشد، نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین آنها و اگر زاویه بین بردار اکسشن‌ها بیش از ۹۰ درجه باشد، نشان‌دهنده همبستگی منفی این اکسشن‌هاست. در این راستا مجموعه اکسشن‌های۵۴، ۲۷، ۵۶،۵۱ و ۵ دارای همبستگی بوده و با همدیگر یک گروه پرمحصول تشکیل داده و به مگامحیط خراسان، قم، مرکزی، دماوند، یزد، زنجان و تهران سازگاری داشتند. ویژگی مهم دیگر بای‌پلات همبستگی بین اکسشن‌ها، طول بردار آنها در هریک از محیط‌ها بود. به‌عنوان مثال، اکسشن‌های ۱۷،۱۱، ۵۴، ۲۷، ۵۶،۵۱، ۱۰ و ۲۱ دارای طول بردار بیشتری بودند (شکل- ۵).



شکل ۵- تجزیه گرافیکی روابط بین اکسشن‌ها از لحاظ عملکرد اسانس

## بحث

معنی‌دار شدن اثر متقابل اکسشن × ایستگاه حکایت از تفاوت اکسشن‌های مطالعه شده از لحاظ عملکرد اسانس و پاسخ به شرایط متفاوت مکانی در یازده ایستگاه داشت. سهم واریانس محیط (۵۷/۸ درصد) بسیار بیشتر از سهم واریانس اکسشن (۳/۷ درصد) و سهم واریانس اثر متقابل اکسشن در محیط (۲۳/۵ درصد) بود. در تجزیه گرافیکی محیط‌ها، ۱۱ محیط به ۳ مگامحیط تقسیم شدند و اکسشن‌های ۱۰، ۸، ۷۰ و ۵۰ در مگامحیط اصفهان و

www.SID.ir

Archive of SID



گلستان سازگاری اختصاصی داشتند. ارزیابی اکسشن‌ها بر اساس عملکرد اسانس و پایداری نشان داد که اکسشن‌های ۵، ۵۴ و ۲۹ بهترین اکسشن‌ها هستند.

همچنین در تجزیه گرافیکی روابط بین محیط‌ها، محیط‌های خراسان، قم، دماوند و مرکزی یک گروه محیط تشکیل دادند. این مجموعه با ایستگاه‌های تبریز و همدان رابطه منفی و متضاد داشتند که موجب اثر متقابل اکسشن در مکان شد. از طرفی طول بردار ایستگاه خراسان، تبریز، اصفهان و گلستان بیشترین بود که نشان‌دهنده نقش آنها در تمایز اکسشن‌ها بود. همچنین ایستگاه‌های خراسان و اصفهان محیط نزدیک به مطلوب تلقی گردیدند و نقش بیشتری در تمایز اکسشن‌ها داشتند. براساس تجزیه گرافیکی روابط بین اکسشن‌ها، مجموعه اکسشن‌های ۵۴، ۲۷، ۵۶،۵۱ و ۵ همبستگی داشتند و با همدیگر یک گروه پرمحصول تشکیل داده و به مگامحیط خراسان، قم، مرکزی، دماوند، یزد، زنجان و تهران سازگاری نشان دادند.

در یک دید کلی با توجه به محل قرار گرفتن اکسشن‌ها در بای‌پلات‌های مختلف، می‌توان اکسشن‌هایی را که بیشترین سازگاری اختصاصی با هر محیط را دارند، نشان داد. باید توجه کرد در گیاهان دارویی مانند آویشن کوهی هدف نهایی تولید، دستیابی به حداکثر عملکرد اسانس است که خود از دو ویژگی عملکرد ماده خشک و درصد اسانس تشکیل می‌گردد. از این‌رو براساس نتایج تجزیه GGE Biplot برای عملکرد اسانس، مجموعه اکسشن‌های ۵۴ (نقده)، ۲۷ (نامعلوم ۱)، ۵۱ (تهران)، ۵۶ (زرند) و ۵ (قزوین ۲) دارای همبستگی بالایی بودند و با همدیگر یک گروه پرمحصول تشکیل داده و از طرفی به مگامحیط خراسان، قم، مرکزی، دماوند، یزد، زنجان و تهران سازگاری داشتند. این اکسشن‌ها دارای طول بردارهای بیشتری بودند و می‌توانند به‌عنوان یک گروه اکسشنی برای توسعه کشت آویشن کوهی در این مناطق مورد توجه قرار گیرند.

این نتایج با گزارش‌های سایر محققان در مورد ارزیابی پایداری جمعیت‌های مختلف گونه‌های زراعی و دارویی و نیز مناسب بودن نتایج حاصل از تجزیه پایداری به‌روش GGE biplot همخوانی داشت. در مطالعه‌ای برای تعیین محیط‌های بزرگ برای مناطق کشت عدس در ایران نیز سه محیط بزرگ از بین هفت محیط مورد بررسی شناسایی شد (Sabaghnia *et al.*, 2008). همچنین در تحقیق دیگری سازگاری و پایداری ۳۰ ژنوتیپ از گونه پنیر باد (*Withania somnifera*) برای عملکرد ریشه در ۸ ایالت هند به‌روش GGE biplot ارزیابی گردید. شش جمعیت سازگار و دارای پایداری عملکرد ریشه برای مناطق مختلف شناسایی شدند (Lai *et al.*, 2015).

در تحقیقی Shukla و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند، موفقیت در تعیین پایداری و سازگاری لاین‌ها بستگی به‌میزان و کیفیت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و روش برآورد پایداری دارد. آنان برای اولین بار ۷ لاین اصلاح شده مختلف از گونه (*Papaver somniferum*) را به‌منظور تعیین پایداری آنها به‌روش‌های رگرسیونی و گرافیکی ارزیابی کردند. لاین‌های NBIHT-1, NBIHT-3 و NBIHT-4 دارای پایداری و سازگاری بالایی از نظر عملکرد دانه و میزان ماده مؤثره در تمام محیط‌های آزمایشی بودند. همچنین لاین‌های NBIHT-5 و NBIHT-6 بالاترین سازگاری را در محیط اختصاصی برای عملکرد دانه داشتند. البته روش GGE Biplot بهتر از روش‌های دیگر توانست اکسشن‌ها را برای محیط‌های مختلف تفکیک و معرفی کند.

## سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانیم از زحمات و همکاری پژوهشگران بانک ژن منابع طبیعی ایران و مراکز تحقیقاتی یازده استان همکار در این پروژه تشکر و قدردانی نماییم.

## منابع مورد استفاده


- Allard, R., 1964. Principles of plant breeding. Second Edition. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Bell, C.C. and Eagles, H.A., 2001. Proceeding 10th Australian wheat breeding Assemby. 33-35.
- Brandle, J.E. and Meverty, P.B., 1994. Genotype×environment interaction and stability of seed yield of oil seed corn-in Manit. Canadian Journal of Plant Science, 21:233-240.


www.SID.ir

Archive of SID



science: 2nd conference of international society of organic agriculture research, June, 2008, Modena, Italy.

–Shukla, G., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237-245

–Shukla, S., Brij K., Mishra, R., Siddiqui, A. and Rawli P., 2015. Comparative study for stability and adaptability through different models in developed high tebaine lines of opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Industrial Crops and Products, 74:875-886.

–Wrick, G., 1962. Über eine Methode zür Erfassung der Okologischen streubreite in Feldresuchen. Z. Pflanzen-Zuchtg, 47: 92-96.

–Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei S.R., Darvish, F. and Assareh M.H., 2009. Yield stability analysis of various *Rosa damascena* Mill. accessions in different ecological conditions of Iran. Scientia Horticulture,121:333-339.

–Dixon, A.G.O. and Nukenine, E.N., 2000. Genotype × Environment interaction and optimum resource allocation for yield and yield component of cassava. African Crop Science Journal, 8: 1-10.

–Eberhart, S.A. and Russell, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.

–Lai, R.K., 2013. Adaptability patterns and stable cultivar selection in menthol mint (*Mentha arvensis* L.). Industrial Crops and Products, 50: 176-181.

–Lai, R.K., 2015. Quantification of adaptability and stability among genotypes/ cultivars for root yield in Ashwagandha (*Withania somnifera*). Industrial Crops and Products**,** 77: 648–657.

–Lin, C.S. and Binns, M.R., 1991. Genetic properties of four type of stability parameter. Theory of Apply Genetic, 82: 505-509.

–Seidler-Lozykowska, J., 2008. Quality of thyme herb (*Thymus vulgaris* L.) from organic cultivation. Poster presented at cultivating the future based on

www.SID.ir

Archive of SID



# Stability analysis of essential oil yield in different populations of thyme (*Thymus kotschyanus*) in different regions of Iran using GGE biplot

A. Pourmeidani*[1], H. Maddah Arefi[2], A.A. Jafari[3] , S. Torabi [4] and M. Mirza[2]

1*- Corresponding author, PhD student in Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research, Tehran, I.R. Iran, Email: abbas.pourmeidani@gmail.com
2- Asso. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran
3- Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran
4- Assis. Prof., Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research, Tehran, I.R. Iran

Received: 20.11.2015 Accepted: 22.12.2015

## Abstract

To determine essential oil yield stability in different populations of thyme (*Thymus kotschyanus*), 20 plant populations were examined in normal conditions at 11 stations, consisted Damavand, Esfahan, Golestan, Hamedan, Khorasan, Markazi, Qom, Tabriz, Tehran, Yazd and Zanjan. Data were analyzed in split plot in location design. Based on combined analysis of variance, genotype × location interaction was significant at (p>1%). This showed differences of the studied populations in yield and response to different conditions in eleven locations. In Graphical analysis, 11 environments were divided into 3 Mega environments. In mega environments Khorasan, Qom, Markazi, Damavand, Yazd, Zanjan and Tehran, genotypes 5, 27, 51 and 54 showed special compatibility. Genotypes 3 and 17 in Tabriz and Hamadan mega environment and genotypes 10, 8, 70 and 50 in mega environment of Golestan showed special compatibility. Assessment based on essential oil yield and stability of genotypes showed that accessions 5, 54 and 29 were suitable accessions. Graphical analysis of relationships between the environments, Khorasan, Qom, Markazi and Damavand, formed a group environment. Khorasan, Tabriz, Isfahan and Golestan locations showed significant role in differentiation of the studied genotypes. Based on graphical analysis of relationship between the genotypes, genotypes of 54 (Naghade), 27 (unknown 1), 51 (Tehran), 56 (Zarand) and 5 (Qazvin 2) formed a high production group presenting special compatibility to mega environment of Khorasan, Qom, Markazi, Damavand, Yazd, Zanjan and Tehran. The mentioned genotypes could be used for thyme cultivation in the mentioned areas.

**Keywords:** Essential oil, GGE biplot, , stability analysis, Thyme, *Thymus kotschyanus*.

www.SID.ir