



ارزیابی سبز شدن توده‌های ریحان (*Osimum basilicum* L.) در شرایط تنش‌های شوری و

خشکی

ماریه سادات میرفاضلی^۱، غلامعباس اکبری^{۲*}، حسین رامشینی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان-دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان - دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۰۱

چکیده

تحمل به تنش‌ها در مراحل اولیه‌ی نمو گیاهان بسیار حائز اهمیت بوده و بذوری که توانایی جوانه‌زنی در شرایط تنش را داشته باشند، استقرار موفق، تراکم مناسب و عملکرد بالایی خواهند داشت. این پژوهش با هدف شناسایی توده‌های متحمل ریحان (*Osimum basilicum* L.) به تنش شوری و خشکی در مرحله سبز شدن صورت گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها عبارت بودند از ترکیب دو عامل توده (۲۰ توده) و محیط (سه سطح) که شامل محیط شاهد، شوری و خشکی بودند. سبز شدن بذرها به صورت روزانه ثبت گردید. نتایج نشان داد که در مجموع صفات اندازه‌گیری شده، توده‌های Esfahan2 و Shiraz در شرایط محیطی شاهد (۸۷ و ۸۹ درصد)، توده‌های Esfahan2، Esfahan3 و Birjand در شرایط خشکی (۵۵، ۵۰ و ۴۳ درصد) و توده‌های Zahedan و Pishva در شرایط شوری (۵۷ و ۵۳ درصد) سبز شدن و استقرار بهتری نسبت به سایر توده‌ها داشتند. در این تحقیق واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی، ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی و توارث‌پذیری عمومی برای صفات مورد ارزیابی محاسبه شد. نتایج نشان داد تنوع زیادی در تحمل توده‌های مختلف به شوری و خشکی وجود دارد که از این تنوع می‌توان برای اصلاح ارقام جدید ریحان متحمل به شوری و خشکی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: استقرار، تنوع ژنتیکی، توارث‌پذیری عمومی، سرعت سبز شدن

مقدمه

دارا بودن تنوع در ترکیبات ثانویه‌ی موجود در اسانس، به‌شدت حائز اهمیت است. اسانس گیاه دارویی ریحان خواص ضدانگلی، ضدویروسی، ضد قارچی و ضد باکتریایی دارد و یک آنتی‌اکسیدان قوی به شمار می‌رود (Tahsili et al., 2009). بخش عمده‌ی اسانس ریحان شامل ترکیبات فنیل پروپانوئیدی است که چاویکول، متیل‌چاویکول، اوژنول، متیل‌اوژنول، متیل‌سینامات، میسین، مرسیتین و سیترال از جمله مهم‌ترین آن‌ها است (Sajjadi, 2006). گیاهان در طول دوران رشد و نمو خود تحت تأثیر تنش‌های متعددی از جمله عناصر سنگین، درجه حرارت‌های بالا و پایین، اشعه‌ی ماورای بنفش، وجود نمک در خاک و آب،

ریحان (*Osimum basilicum* L.) گیاه دارویی، یک‌ساله و علفی از خانواده نعناعیان است. گونه‌های متعلق به این جنس basil یا ریحان نامیده می‌شود. یکی از اقتصادی‌ترین گونه‌های متعلق به این جنس *O. basilicum* است (Kothari et al., 2004). این گیاه از سبزی‌های مفید و عامه‌پسند بوده که تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل کشت و کار می‌شود (Gang et al., 2001; Emadi et al., 2007) و منشأ آن شمال غرب هند، شمال غرب آفریقا و آسیای میانه است (Gill et al., 1992). اندام مورد استفاده این گیاه برگ، بذر و سرشاخه‌های گل‌دار است (Arabaci et al., 2004). به دلیل وجود مقادیر زیادی اسانس در اندام‌های رویشی و نیز

ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، عملکرد دانه و عملکرد اسانس می‌شود.

سبز شدن یکی از مهم‌ترین مراحل فنولوژیک گیاه است که تعیین‌کننده درجه موفقیت سیستم‌های زراعی در تولید است (Forcella et al., 2001; Figueiredo et al., 2003). سبز شدن محصولات زراعی تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر آب، خاک، شوری، خشکی، عمق کاشت و کیفیت یا زوال بذر است (Soltani et al., 2006). کاهش درصد و سرعت سبز شدن موجب استقرار ضعیف و عدم پوشش مناسب زمین خواهد شد که بر عملکرد نهایی اثر منفی می‌گذارد (Ellis, 1992). تنش‌های شوری و خشکی می‌تواند سبز شدن و درنهایت تولید گیاهان زراعی اثر داشته باشد؛ بنابراین، تحمل به تنش‌ها در مراحل اولیه‌ی نمو گیاهان بسیار حائز اهمیت بوده و بذوری که توانایی جوانه‌زنی در شرایط تنش را داشته باشند، استقرار موفق، تراکم مناسب و عملکرد بالایی خواهند داشت (He et al., 2002). ژنوتیپ‌های مختلف می‌توانند در واکنش به تنش‌های محیطی تنوع زیادی داشته باشند. مقدم و همکاران (Moghaddam et al., 2013) در یک بررسی روی تنوع مورفولوژیک توده‌های مختلف ریحان نشان دادند که تنوع ژنتیکی خوبی در بین ریحان‌های ایران وجود دارد و از این تنوع می‌توان در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود. در پژوهش دیگری مقدم و همکاران (Moghaddam et al., 2017) نشان دادند که در بین توده‌های بومی ریحان درصد اسانس بین ۰/۷۱ تا ۱/۲۵ درصد متغیر بود و ۴۸ ترکیب مختلف بیشتر از ۹۳ درصد این اسانس را تشکیل می‌داد. آن‌ها نشان دادند که ترکیب اصلی در اسانس این گیاه متیل‌چاویکول است که مقدار آن بین ۱۱/۶ تا ۸۹/۶ درصد است. همچنین، بر اساس ترکیبات اسانس توده‌های موردبررسی را در سه گروه اصلی قرار دادند. با توجه به موارد ذکرشده، این پژوهش با هدف شناسایی توده‌های ریحان متحمل به تنش شوری و خشکی در مرحله سبز شدن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتور اول شامل ۲۰ توده (۱۸ توده بومی و ۲ توده خارجی ریحان) و فاکتور دوم شرایط محیطی شامل شاهد (ظرفیت زراعی و شوری خاک

کمبود یا فراوانی بیش‌ازحد آب و غیره قرار می‌گیرند (Shakarami et al., 2011). شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی و یکی از عوامل مهم محدودیت رشد و نمو گیاهان است. یکی از حساس‌ترین مراحل رشد و نمو گیاهان نسبت به تنش شوری، مرحله‌ی جوانه‌زنی است (Joosen et al., 2010). تنش شوری به دلیل تجمع بیش‌ازحد کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محلول خاک بروز می‌کند، این املاح در درجه اول سدیم، کلر و سیس بی‌کربنات‌ها، سولفات‌ها، کلسیم، منیزیم، بر و به‌ندرت نیترات‌ها می‌باشند (Soltani et al., 2017). شوری تأثیر چند جانبه‌ای بر گیاهان زراعی داشته و باعث بروز تنش اسمزی، سمیت یونی و اختلال در تعادل یونی می‌شود (Munns et al., 2006). گیاهان از نظر میزان مقاومت به شوری و یا حساسیت به شوری متفاوت می‌باشند. این تفاوت‌ها به جنس‌ها و گونه‌های متفاوت و حتی میان رقم‌های یک‌گونه مربوط است. ابوالفادل و همکاران (Abou El-Fadl et al., 1999) گزارش کردند که در گیاه فلفل، با افزایش شوری، رشد گیاه کاهش، ولی میزان اسانس و ترکیبات آن افزایش یافت. الشافی و همکاران (El-Shafy et al., 1991) نیز کاهش معنی‌داری را در رشد رویشی ریحان، با افزایش شوری مشاهده نمودند. افزایش مقاومت گیاهان به شوری و انتخاب گونه‌های مناسب برای کاشت در مناطق شور، اهمیت زیادی از نظر کشاورزی و اقتصادی دارد (Kingsbury et al., 1984).

تنش خشکی به‌طورجدی تولید محصولات زراعی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک محدود می‌کند و سبب ایجاد واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی متفاوتی در گیاهان زراعی می‌شود (Pattangual and Mador, 1999). تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل ناتوانی بذور جهت جوانه‌زنی در شرایط مزرعه است، زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و درنهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد (Springer, 2005). کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل کل آب، همراه با از بین رفتن آماس، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد از علائم مخصوص تنش آب است. در صورتی که شدت تنش آب زیاد باشد، موجب کاهش شدید فتوسنتز و مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه می‌گردد (Shakarami et al., 2011). حسنی و همکاران (Hassani et al., 2003) با پژوهش روی گیاه دارویی ریحان اعلام کردند تنش خشکی منجر به کاهش

گلخانه ۲۳ درجه سانتی‌گراد بود. رطوبت گلخانه نیز بین ۴۰ تا ۷۰ درصد تغییر داشت. لیست این توده‌ها و محل جمع‌آوری آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر)، خاک شور (۷ دسی‌زیمنس بر متر) و تنش خشکی (۷۰ درصد ظرفیت زراعی) در گلخانه کشت شدند. گلخانه مورد استفاده مجهز به سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی خودکار بود و میانگین دمای هوای

جدول ۱. نام توده‌های ریحان جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور* و دو توده خارجی

Table 1. Name of basil accessions collected from different places in Iran and two foreign accessions

ردیف Row	نام توده Accession	ردیف Row	نام توده Accession	ردیف Row	نام توده Accession	ردیف Row	نام توده Accession	ردیف Row	نام توده Accession
1	Esfahan 2	5	Birjand	9	Switzerland	13	Zahedan	17	Tonekabon
2	Tehran	6	BirjandB†	10	Shahre rey	14	Zahedan2	18	Kermanshah
3	Esfahan3	7	Pishva	11	Mashhad	15	Zabol	19	Shiraz
4	Gorgan	8	Pishva B†	12	Malayer	16	Khash	20	Napoolta‡

* نام هر توده از محلی که جمع‌آوری شده، گرفته شده است.

† رنگ همه توده‌ها به جز دو توده که با B نشان داده شدند، سبز بود.

‡ این توده از ایتالیا تهیه شده بود و نام ناپولتا روی پاکت آن ذکر شده بود. اطلاعات بیشتر در مورد رقم بودن یا نبودن آن در دسترس نبود.

* The name of each accession is came from the place that seeds were collected.

† The color of all accessions were green except for two accessions that were indicated by B.

‡ This accession is provided from Italy and the Napoolta was mentiond on the pocket. There was no more information if it was a cultivar or not.

اضافه‌شده از خاک خارج نشود. بعد از اعمال تنش شوری هدایت الکتریکی خاک برای اطمینان از انجام صحیح شوری خاک، تعیین شد. در مجموع ۲۰ توده و سه تکرار، خاک ۶۰ گلدان به‌عنوان تیمار شوری، شور شدند. تنش خشکی نیز در ۶۰ گلدان مجزا صورت گرفت و ۶۰ گلدان نیز به‌عنوان شاهد تحت هیچ تنشی قرار نگرفتند. جهت اعمال تنش خشکی (۷۰ درصد ظرفیت زراعی) پس از تعیین درصد رس، سیلت، شن و وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده که رابطه بین پتانسیل آب خاک و رطوبت خاک را مشخص می‌کند و از طریق رابطه (۱) محاسبه شد (Saxton et al., 1982):

$$\psi_m = A \cdot \theta_v^B \quad [1]$$

که در این رابطه، پتانسیل ماتریک برحسب بار و، نسبت رطوبت حجمی برحسب سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب خاک است که از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta = p^b \times \theta_m \quad [2]$$

در این رابطه نسبت رطوبت وزنی و وزن مخصوص ظاهری خاک است. در رابطه بالا A و B به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$A = \exp \left[-4.396 - (0.0715 C - 4.88) \times 10^{-4} \times S^2 - (4.285 \times b^{-5} S^2 C) \right] 100 \quad [3]$$

لازم به ذکر است که بذرها از مناطق سبزی‌کاری جمع‌آوری شدند و بعد از بررسی توسط هرباریوم دانشگاه تهران همه توده‌ها مربوط به گونه *O. basilicum* L. بودند. جهت حذف اثرات محیطی توده‌ها بعد از جمع‌آوری از محل‌های خود یک سال جهت تولید بذر در مزرعه و گلخانه پردیس کشت شدند. از هر توده تعداد ۵۰ عدد بذر در هر گلدان کشت شد و در مجموع ۱۸۰ گلدان پلاستیکی کشت شدند.

خاک موردنیاز برای انجام آزمایش دارای EC کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر، ۴۲ درصد شن، ۳۹ درصد سیلت، ۱۹ درصد رس و وزن مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. جهت شور کردن خاک و تهیه خاکی با شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر، پس از تعیین درصد اشباع خاک با استفاده از نمودار ارائه‌شده توسط آزمایشگاه شوری خاک وزارت کشاورزی آمریکا میزان نمک موردنیاز برای رسیدن به شوری‌های موردنظر تعیین شد (Soltani et al., 2004). برای شور کردن خاک از نمک‌های NaCl و CaCl₂ با نسبت وزنی ۵۰٪ و ۵۰٪ استفاده شد. میزان نمک موردنیاز برای شوری در آب حل شد و در شروع آزمایش به خاک اضافه گردید. گلدان‌ها به مدت یک هفته مرتب آبیاری شدند تا نمک در خاک پخش شد. آب اضافه که از طریق زهکش از گلدان خارج می‌شد، مجدداً به داخل گلدان اضافه می‌گردید که نمک

$$PCV = [\sqrt{Vp / X}] \times 100 \quad [۹]$$

$$GCV = [\sqrt{Vg / X}] \times 100 \quad [۱۰]$$

در این رابطه‌ها X میانگین صفت را نشان می‌دهد. قابلیت توارث عمومی (h2B) (Allard, 2007; Saterday et al., 1999) به صورت زیر محاسبه شدند:

$$H2B = Vg/Vp \times 100 \quad [۱۱]$$

در نهایت، جهت آنالیز داده‌ها از روش برش‌دهی فیزیکی استفاده گردید و ۲۰ توده ریحان به‌عنوان تیمار در نظر گرفته شدند و در هر یک از شرایط خاک شور، تنش خشکی و شاهد به‌صورت جداگانه مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که همه توده‌ها در شرایط شاهد نسبت به شرایط شوری و خشکی درصد سبز شدن بالاتری داشتند (شکل ۱). در شرایط تنش، برخی از توده‌ها نظیر توده‌های Birjand B، Mashhad و Napoolta در شرایط شوری درصد سبز شدن بیشتری داشتند، ولی برخی دیگر از توده‌ها نظیر Khash، Esfahan2 و Gorgan درصد سبز شدن در شرایط خشکی نسبت به شوری بالاتر بود. (شکل ۱).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف بین توده‌ها از نظر صفات درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن (تا ۲۰ و ۴۰ درصد)، میانگین زمان سبز شدن و انرژی سبز شدن در شرایط شاهد معنی‌دار بود، ولی اکثر این اختلافات در شرایط تنش شوری و خشکی معنی‌دار نبودند (جدول ۲). این امر بیان‌کننده حساسیت زیاد گیاه ریحان است که در شرایط شوری و خشکی اختلافات بین توده‌ها زیاد نبوده است. در شرایط شاهد بیشترین درصد سبز شدن (۸۹/۳۳ درصد) در توده Esfahan2 مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با توده‌های Birjand، Pishva، Pishva B، Zabol، Zahedan2، Zahedan و Shiraz نداشت.

از نظر صفات سرعت سبز شدن توده Shiraz بهتر از سایر توده‌ها بود (جدول ۳). توده Shiraz در شرایط شاهد دارای کمترین زمان تا سبز شدن (MET) نیز بود و اختلاف آن با توده‌های Birjand، Zabol، Zahedan، Mashhad و Malayer معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین انرژی سبز شدن نیز مربوط به توده Shiraz بود که با مقدار ۰/۷۵۹ اختلاف معنی‌داری با اکثر توده‌ها داشت (جدول ۳).

$$B = -3140 - 0.00222C^2 - 3.48 \times 10^{-5} \times S^2C \quad [۴]$$

که در این روابط S درصد شن خاک و C درصد رس خاک است. جهت اعمال تیمار شاهد از خاک مزرعه و میزان آبیاری در حد ظرفیت زراعی استفاده شد. بعد از تعیین میزان آب موردنیاز برای رسیدن به مقدار ظرفیت زراعی، مقدار ۷۰ درصد آن جهت رسیدن به تنش خشکی محاسبه شد. مجموع وزن خاک خشک و وزن گلدان خالی به‌عنوان وزن مرجع در نظر گرفته شد. گلدان‌ها به‌طور روزانه وزن می‌شدند و در هنگام نیاز، به‌اندازه اختلاف از وزن مرجع به آن‌ها آب اضافه می‌شد.

صفات مورد اندازه‌گیری

برای محاسبه‌ی درصد و سرعت سبز شدن بذرها از برنامه‌ی GerminV2 استفاده شد (Soltani et al., 2014). این برنامه R20 (سرعت تا ۲۰ درصد سبز شدن) یا R50 (سرعت تا ۵۰ درصد سبز شدن) را محاسبه می‌کند. سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$R50 = \left(\frac{1}{T_{50}} \right) \quad [۵]$$

میانگین مدت سبز شدن (MET) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$MET = \frac{\sum TiNi}{\sum Ni} \quad [۶]$$

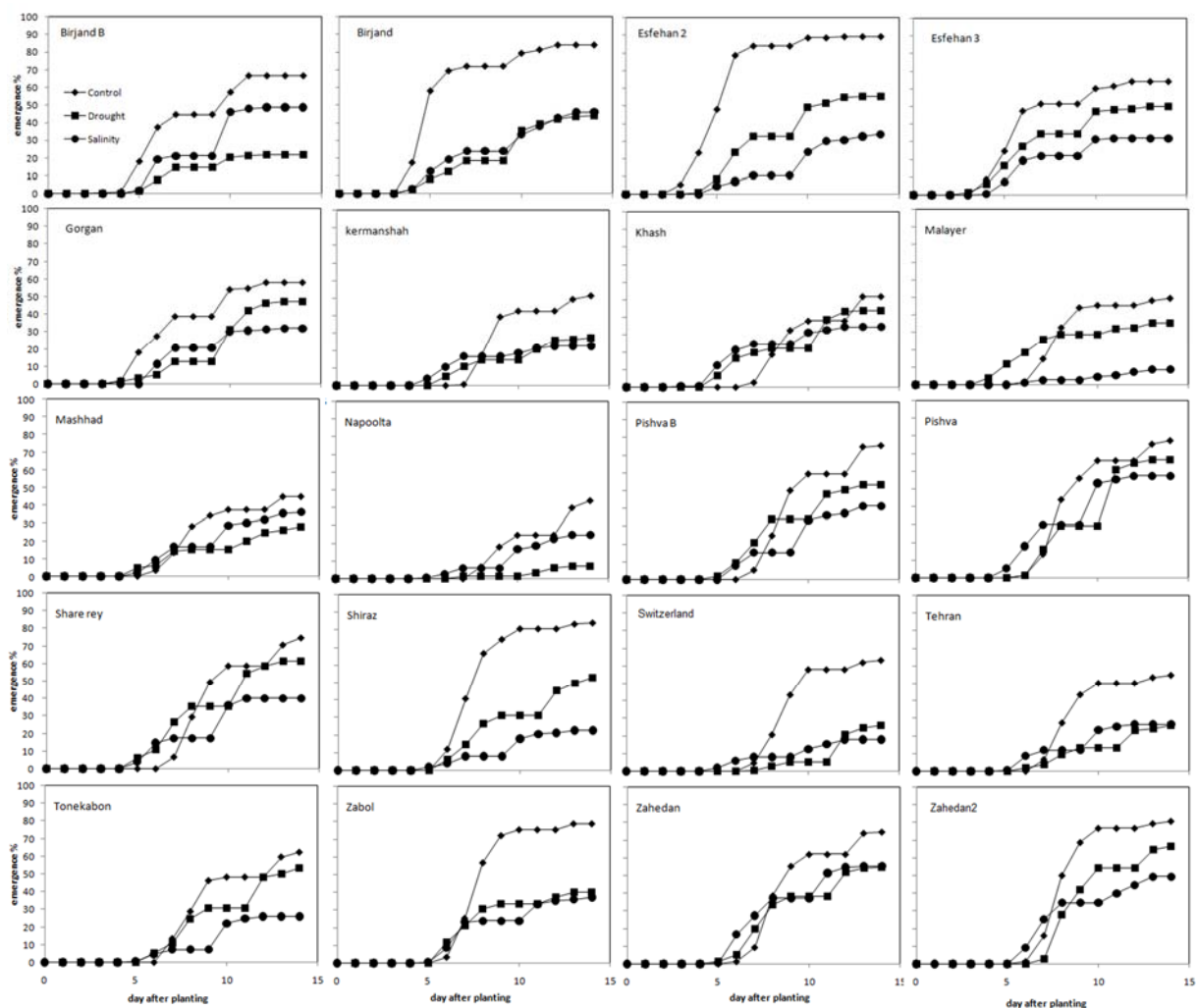
در این رابطه، Ni تعداد بذره‌های تازه جوانه‌زده در روز Ti است. انرژی سبز شدن GE از نسبت درصد بذره‌های سبز شده در روز پنجم به تعداد کل بذره‌های آزمون شده محاسبه شد (Elias and Copeland, 2001).

واریانس ژنتیکی (Vg) و واریانس فنوتیپی (Vp) با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Wricke and Weber, 1986; Prasad et al., 1981; Sunday et al., 2007):

$$[(MSg - MSe)/r] = Vg \quad [۷]$$

$$Vg + Ve = Vp \quad [۸]$$

در این رابطه‌ها MSg، MSe، Ve، Vg و r به ترتیب میانگین مربعات ژنتیکی، میانگین مربعات اشتباه آزمایشی، واریانس خطا، واریانس ژنتیکی و شمار تکرار هستند. ضریب تنوع فنوتیپی (PCV) و ژنتیکی (GCV) با روش (Sunday et al., 2007) به‌صورت زیر محاسبه شدند:



شکل ۱. روند تجمعی سبزشدن بذور ۲۰ توده ریحان در شرایط شاهد (EC کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، شوری (۷ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و خشکی (۷۰ درصد ظرفیت زراعی با EC کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر).

Fig. 1. Cumulative emergence of 20 basil accessions under control (EC lower than 1 dS.m⁻¹ and 100% of filed capacity), salinity (7 dS.m⁻¹ and 100% of field capacity) and drought (70% of field capacity and EC lower than 1 dS.m⁻¹) conditions.

درصد سبزشدن در شرایط شاهد بین ۴۶ تا ۸۹/۳۳ اعمال (Esfahan2 و Napoolta) متغیر بود (جدول ۳). تنش با کاهش درصد سبزشدن همراه بود، به‌طوری‌که در شرایط خشکی مقدار آن بین ۷/۳۳ تا ۶۶/۶۷ عدد (Zahedan2, PishvaT و Napoolta) و در شرایط شوری بین ۸/۶۷ تا ۵۷/۳۳ (Pishva و Malayer) متغیر بود (جدول ۴ و ۵). از نظر سرعت تا ۴۰ درصد سبزشدن در شرایط شاهد و خشکی اختلافات معنی‌داری میان توده‌ها مشاهده شد، ولی در شرایط شوری این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۵).

توده‌هایی که در شرایط شاهد درصد و سرعت سبزشدن بالاتری داشتند، در شرایط تنش خشکی نیز از سبزشدن بهتری نسبت به سایر توده‌ها برخوردار بودند (جدول ۴). هرچند برخی توده‌های دیگر نظیر Birjand B و Esfahan3 که در شرایط شاهد جزء توده‌های برتر نبودند، در شرایط خشکی اختلاف معنی‌داری با توده‌های برتر نداشتند (جدول ۴). به عبارتی اختلاف بین توده‌ها در شرایط تنش خشکی کمتر شده بود. در شرایط تنش شوری نیز روند مشابهی با تنش خشکی وجود داشت و اختلاف میان توده‌ها در این شرایط نیز کمتر از شرایط شاهد بود (جدول ۵).

جدول ۲. درجه آزادی و میانگین مربعات برای درصد سبز شدن (Gmax)، سرعت سبز شدن برای ۴۰ (R40) و ۲۰ درصد (R20) زمان تا میان مدت سبز شدن (MET) و انرژی سبز شدن (GE) در شرایط شاهد، تنش شوری و خشکی.

Table 2. Degree of freedom and mean square for seedling emergence (Gmax), rate of emergence for 40 (R40) and 20 (R20) %, mean emergence time (MET), and emergence energy (GE) under control, salinity and drought conditions.

Source of variation	منبع تغییر	df	Gmax	R40	R20	MET	GE
Control condition							
	شرایط شاهد						
Block	بلوک	2	3560.60**	0.061**	0.034**	1.718**	0.494**
Accession	توده	19	575.56**	0.008**	0.004**	0.394**	0.085**
Error	خطا	38	176.67	0.002	0.001	0.095	0.025
Drought Stress							
	شرایط خشکی						
Block	بلوک	2	5445.80**	0.046**	0.056**	2.071ns	0.192**
Accession	توده	19	689.04**	0.006*	0.007ns	3.757ns	0.048**
Error	خطا	38	250.502	0.003	0.004	2.607	0.019
Salinity Stress							
	شرایط شوری						
Block	بلوک	2	2242.47**	0.023ns	0.028ns	1.178ns	0.133**
Accession	توده	19	482.81ns	0.004ns	0.006ns	2.722ns	0.022ns
Error	خطا	38	276.92	0.0021	0.004	2.602	0.016

ns, *, ** و * * * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱٪

ns, *, **: Non significant and significant at the 5 and 1% level of probability respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین توده‌ها برای صفات مرتبط با سبز شدن [درصد سبز شدن (Gmax)، سرعت سبز شدن برای ۴۰ (R40) و ۲۰ درصد (R20) زمان تا میان مدت سبز شدن (MET) و انرژی سبز شدن (GE)] در شرایط شاهد.

Table 3. Mean comparisons of basil accessions for emergence traits under control condition. [Seedling emergence (Gmax), rate of emergence for 40 (R40) and 20 (R20) %, mean emergence time (MET), and emergence energy (GE)]

Accession	Gmax	R40	R20	MET	GE
Esfahan2	89.33 a	0.228 ab	0.250 abc	9.636 f-i	0.538 a-c
Esfahan3	64.00 c-f	0.124 f-i	0.211 b-f	10.013 c-h	0.386 c-g
Birjand B	66.67 b-f	0.154 c-i	0.194 c-g	10.302 abc	0.274 fg
Birjand	84.00 abc	0.217 a-d	0.249 abc	9.683 d-i	0.676 ab
Pishva B	77.33 a-e	0.167 b-h	0.206 b-g	10.155 b-e	0.303 c-g
Pishva	77.33 a-e	0.197 a-f	0.234 b-e	9.853 c-g	0.550 a-e
Tonekabon	62.67 c-f	0.138 d-i	0.161 fg	9.891 c-h	0.416 c-f
Tehran	56.00 ef	0.158 b-h	0.202 b-g	10.909 c-h	0.432 b-f
Khash	52.67 f	0.127 f-i	0.197 b-g	10.140 b-f	0.354 d-g
Zabol	79.33 a-d	0.223 a-c	0.255 ab	9.57 hi	0.676 ab
Zahedan	77.33 a-e	0.189 a-g	0.221 b-f	9.957 c-h	0.475 b-f
Zahedan2	80.67 abc	0.208 a-e	0.245 a-d	9.647 f-i	0.606 a-d
Switzerland	64.00 c-f	0.125 f-i	0.179 c-g	10.169 a-d	0.26 fg
Shahre rey	75.33 a-e	0.181 a-g	0.221 b-f	10.035 c-h	0.402 c-g
Shiraz	86.67 ab	0.248 a	0.304 a	9.348 I	0.759 a
Kermanshah	53.33 f	0.099 hi	0.191 c-g	10.108 b-g	0.323 c-g
Gorgan	58.00 def	0.111 g-i	0.176 e-g	10.606 ab	0.269 fg
Mashhad	48.00 f	0.098 hi	0.175 d-g	10.648 e-i	0.615 a-c
Malayer	49.33 f	0.133 e-i	0.229 b-e	9.615 ai	0.612 ad
Napoolta	46.00 f	0.065 i	0.146 g	10.664 a	0.135 g

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند

Means with same letter have no significant difference (LSD, 0.05)

جدول ۴. مقایسه میانگین توده‌ها برای صفات مرتبط با سبزشدن [درصد سبزشدن (Gmax)، سرعت سبزشدن برای ۴۰ (R40) و ۲۰ درصد (R20) زمان تا میان‌مدت سبزشدن (MET) و انرژی سبزشدن (GE)] در شرایط خشکی.

Table 3. Mean comparisons of basil accessions for emergence traits under drought stress. [Seedling emergence (Gmax), rate of emergence for 40 (R40) and 20 (R20) %, mean emergence time (MET), and emergence energy (GE)]

توده Accession	Gmax	R40	R20	MET	GE
Esfahan2	55.33 ab	0.094 abc	0.161 abc	10.710 ab	0.127 cde
Esfahan3	50.00 abc	0.095 abc	0.142 abc	10.304 abc	0.248 a-d
Birjand B	43.33 abc	0.087 a-d	0.113 abc	7.033 c	0.06 de
Birjand	44.00 abc	0.65 bcd	0.130 abc	10.857ab	0.162 b-e
Pishva B	53.33 abc	0.088 abc	0.158 abc	10.656 ab	0.155 b-e
Pishva	66.67 a	0.119 abc	0.148 abc	11.028 ab	0.021 e
Tonekabon	53.33 abc	0.093 abc	0.160 abc	10.558 abc	0.18 b-e
Tehran	28.00 dc	0.00 d	0.072 bcd	10.664 ab	0.137 cde
Khash	44.00 abc	0.072 bcd	0.143 abc	10.903ab	0.248 a-d
Zabol	40.67 abc	0.082 a-d	0.131 abc	10.257abc	0.324 abc
Zahedan	54.67 ab	0.1119 abc	0.149 abc	10.7 ab	0.277 a-d
Zahedan2	66.67 a	0.163 a	0.206 a	10.095 abc	0.37 ab
Switzerland	28.00 cd	0.033 dc	0.063 dc	11.849 a	0.013 e
Shahre rey	62.00 a	0.124 ab	0.161 abc	10.539 abc	0.166 b-e
Shiraz	52.67 abc	0.096 abc	0.170 ab	10.438 abc	0.209 b-e
Kermanshah	27.33 cd	0.00d	0.094 bcd	11.003 ab	0.155 b-e
Gorgan	47.33 abc	0.065 bcd	0.117 abc	11.413 a	0.06 de
Mashhad	28.00 cd	0.00 d	0.068 bcd	10.349 abc	0.214 b-e
Malayer	35.33 bc	0.085 a-d	0.162 abc	9.735 abc	0.492 a
Napoolta	7.33 d	0.00 d	0.00 d	7.707 bc	0.00 e

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند

Means with same letter have no significant difference (LSD, 0.05)

جدول ۵. مقایسه میانگین توده‌ها برای صفات مرتبط با سبزشدن [درصد سبزشدن (Gmax)، سرعت سبزشدن برای ۴۰ (R40) و ۲۰ درصد (R20) زمان تا میان‌مدت سبزشدن (MET) و انرژی سبزشدن (GE)] در شرایط شوری.

Table 5. Mean comparisons of basil accessions for emergence traits under salinity stress. [Seedling emergence (Gmax), rate of emergence for 40 (R40) and 20 (R20) %, mean emergence time (MET), and emergence energy (GE)]

توده Accession	Gmax	R40	R30	R20	MET	GE
Esfahan2	34 a-d	0.033 ab	0.06 ab	0.113 abc	11.367 a	0.101 a-d
Esfahan3	32 a-d	0.051 ab	0.050 ab	0.155 ab	10.647 a	0.176 a-d
Birjand B	48.67 ab	0.086 ab	0.090 ab	0.152 ab	11.125 a	0.035 bcd
Birjand	46 ab	0.092 ab	0.128 a	0.110 abc	11.178 a	0.211 abc
Pishva B	41.33 abc	0.068 ab	0.102 ab	0.115 abc	11.183 a	0.00 d
Pishva	57.33 a	0.091 ab	0.071 ab	0.135 abc	10.907 a	0.092 bcd
Tonekabon	26 bcd	0.034 ab	0.035 ab	0.067 a-d	11.411 a	0.028 cd
Tehran	26.27 bcd	0.00 b	0.00 b	0.103 a-d	10.899 a	0.024 cd
Khash	34.67 a-d	0.059 ab	0.097 ab	0.120 abc	10.77 a	0.298 a
Zabol	37.33 abc	0.071 ab	0.118 a	0.128 abc	10.961 a	0.157 a-d
Zahedan	55.33 a	0.111 a	0.128 a	0.171 a	10.789 a	0.242 ab
Zahedan2	49.33 ab	0.108 a	0.117 a	0.126 abc	11.105 a	0.126 a-d
Switzerland	18.00 cd	0.00 b	0.00 b	0.065 bcd	10.611 a	0.077 bcd
Shahre rey	40.00 abc	0.056 ab	0.093 ab	0.139 abc	11.249 a	0.071 bcd
Shiraz	22.67 bcd	0.00 b	0.034 ab	0.036 dc	11.033 a	0.111 a-d
Kermanshah	22.67 bcd	0.049 ab	0.054 ab	0.061 bcd	10.148 b	0.08 bcd
Gorgan	32 a-d	0.050 ab	0.052 ab	0.055 bcd	10.943 a	0.00 d
Mashhad	36 a-d	0.028 ab	0.069 ab	0.088 a-d	10.887 a	0.047 bcd
Malayer	8.67 d	0.00 b	0.00 b	0.00 d	11.506 a	0.00 d
Napoolta	24.67 bcd	0.034 ab	0.035 ab	0.035 dc	12.213 a	0.015 dc

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند

Means with same letter have no significant difference (LSD, 0.05)

متقابل پتانسیل‌های مختلف شوری و قدرت بذور دو توده سویای آمریکایی و ایرانی مورد بررسی قرار دارند. نتایج ایشان نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذور زوال یافته تحت تنش شوری کاهش بیشتری نسبت به بذور شاهد داشت. دی فیگوریدو و همکاران (De Figueiredo et al., 2003) به بررسی اثر تنش‌های محیطی بر سبز شدن بذور آفتابگردان، سویا و ذرت با سطوح مختلف قدرت بذور پرداختند. آن‌ها نشان دادند که میزان کاهش درصد سبز شدن برای بذوری با سطح قدرت بذور بالاتر نسبت به بذوری با قدرت متوسط و پایین کمتر بود. این نشان می‌دهد که بذوری با قدرت بذور کمتر دامنه تحمل کمتری به شرایط تنش دارند. بالبکی و همکاران (Balbaki et al., 1999) در ژنوتیپ‌های گندم به همین نتیجه دست یافتند. پتانسیل آب خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تأثیرگذار است. در مورد اثرات کاهش پتانسیل آب بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و همچنین عملکرد، گزارش‌هایی وجود دارد و مطالعات بیانگر آن است که کاهش پتانسیل آب منجر به کاهش شانس استقرار گیاه، سبز شدن یکنواخت، سرعت جوانه‌زنی و عملکرد می‌شود (Soltani et al., 2013; Hucl, 1999; Balbaki et al., 1993). برنستین و همکاران (Bernstein et al., 2009) آزمایشی را روی یک رقم ریحان انجام دادند و گزارش کردند که با افزایش سطوح شوری از تعداد و سطح برگ‌ها کاسته شد و میزان Na و Cl در اندام‌های هوایی و ریشه افزایش پیدا کرد. عزیزا و همکاران (Aziza et al., 2008) رشد و عملکرد اسانس سه گونه نعناع را تحت شرایط تنش شوری بررسی نمودند و کاهش رشد و عملکرد هر سه گونه را اعلام کردند. تنوع گسترده‌ای برای تحمل به شوری وجود دارد. به‌طور نظری کیفیت بذور می‌تواند بر عملکرد گیاهان زراعی به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم اثر بگذارند. اثر مستقیم شامل درصد و زمان از کاشت تا سبز شدن (سرعت سبز شدن) می‌شود که از طریق تراکم گیاهی، آرایش فضایی و بقای محصول بر عملکرد اثر بگذارد (Ellis, 1992). شوری بالا معمولاً سرعت و میزان جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. شوری از جوانه‌زنی بذور با کاهش قابلیت دسترسی آب یا تداخل با برخی جنبه‌های متابولیسم، همانند تغییر موازنه تنظیم‌کننده‌های رشد جلوگیری می‌کند. اعتقاد بر این است که تنش شوری با افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذور و علاوه بر آن از طریق اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر، جوانه‌زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد

در شرایط شاهد بیشترین سرعت تا ۴۰ درصد سبز شدن در توده Esfahan2، ۰/۲۲۸ و در شرایط خشکی در توده‌های Pishva و Zahedan، ۰/۱۱۹ مشاهده شد. در مجموع، می‌توان گفت میان توده‌های مورد مطالعه Esfahan2 در شرایط خشکی، Pishva و Zahedan در شرایط شوری محتمل‌ترین توده‌ها بودند. این در حالی بود که در شرایط شوری این اختلاف بسیار جزئی و بین صفر تا ۰/۱۱۱ متغیر بود. بیشترین سرعت تا ۲۰ درصد در شرایط شاهد مربوط به توده‌های Shiraz، ۰/۲۷۳ و Esfahan2، ۰/۲۵۰ مشاهده شد، ولی در شرایط تنش شوری و خشکی این اختلافات معنی‌دار نبود.

میانگین مدت سبز شدن در شرایط شاهد و خشکی معنی‌دار بود، ولی در شرایط شوری معنی‌دار نبود. در شرایط شاهد توده Mashhad کمترین میانگین زمان تا سبز شدن و توده Napoolta بیشترین میانگین زمان تا سبز شدن را به خود اختصاص دادند. در شرایط خشکی میانگین زمان تا سبز شدن در Birjand B در ۷ روز و Switzerland و Gorgan در ۱۱ روز بود که می‌توان نتیجه گرفت در شرایط خشکی توده Birjand B زمان کمتری برای سبز شدن نیاز داشته و در خاک‌های خشک عملکرد بهتری دارد هرچند اختلاف آن با برخی دیگر از توده‌ها معنی‌دار نبود. با ایجاد تنش، انرژی سبز شدن کاهش پیدا کرد. اختلاف انرژی سبز شدن میان توده‌ها در شرایط شاهد و خشکی معنی‌دار بود، ولی در شرایط شوری معنی‌دار نبود. در شرایط شاهد، بیشترین انرژی سبز شدن مربوط به توده Shiraz و کمترین مقدار انرژی سبز شدن را توده Switzerland داشت. همچنین، در شرایط خشکی کمترین انرژی سبز شدن مربوط به توده Napoolta و بیشترین مربوط به توده Malayer بود.

در مجموع به نظر می‌رسد بذور با قدرت بذور بالاتر، توانایی سبز شدن بهتری در تیمارهای تنش خشکی و شوری داشتند. همچنین، بذور با قدرت بالاتر دامنه وسیع‌تر محیطی در سبز شدن داشتند و در تحمل تنش نسبت به توده‌ها با قدرت پایین‌تر بهتر عمل کردند. سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2010) نشان دادند که دامنه درصد سبز شدن در بذور با قدرت بالا نسبت به بذور با قدرت پایین‌تر در تنش‌های شدید تفاوتی نداشت؛ یعنی در هر تیمار بهترین درصد سبز شدن مربوط به تیمار شاهد بود و اختلاف معنی‌داری با تنش‌های شدید محیطی نداشت. خواجه حسینی و همکاران (Khajeh-Hosseini et al., 2003) در قسمتی از آزمایش‌های خود اثر

استقرار گیاهچه تأثیر می‌گذارد (Falleri, 1994). توانایی جوانه‌زنی بذرها تحت شرایط رطوبتی، شانس استقرار بیشتر گیاه و تراکم بالاتر را در پی دارد که در نتیجه منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Balbaki et al., 1999). تحت تنش شوری، گیاهان مکانیسم‌های پیچیده‌ای برای سازگار شدن با تنش اسمزی و سمیت یون‌ها به کار می‌برند که بسته به نوع گیاه و میزان حساسیت آن‌ها به شوری متفاوت است. گیاهان زراعی تا یک حد آستانه می‌توانند شوری را تحمل کنند و بعد از آن با افزایش شوری عملکرد آن‌ها به صورت خطی کاهش می‌یابد (Fowler, 1991; Soltani et al., 2001).

با توجه به جدول ۶ ضریب تنوع ژنوتیپی صفات نشان می‌دهد که تنوع موجود در صفات مختلف و شرایط مختلف، متفاوت است. در شرایط شاهد، صفات سرعت سبز شدن (برای ۴۰ درصد) و انرژی سبز شدن بیشترین تنوع ژنوتیپی (بین ۳۱ تا ۳۲) و صفت میانگین زمان تا سبز شدن (حدود ۳) کمترین تنوع ژنوتیپی را دارا بودند. در شرایط خشکی و شوری نیز روند مشابهی مشاهده شد و صفات سرعت سبز

(Zhou et al., 1997). ژو و همکاران (Rehman et al., 1997) دریافتند که pH بالای ۸/۵ برای تعداد کل بذور جوانه‌زده و بقای گیاهچه زیان‌آور است. در pH برابر با ۱۰ جوانه‌زنی به مقدار پایینی صورت می‌گیرد و بقای گیاهچه بعد از دو هفته به صفر می‌رسد.

بورک و همکاران (Burke et al., 2001) بیان داشتند که تنش حاصل از خشکی روی جوانه‌زنی و قدرت گیاهچه اثر گذاشته و در نهایت عملکرد پنبه را کاهش می‌دهد. در تحقیقات سیناکی و همکاران (Sinaki et al., 2007) روی ارقام کلزا مشاهده کردند که کمبود آب در مراحل رویشی و گلدهی، باعث کاهش ماده خشک کل می‌شود. توبرسا و همکاران (Tuberosa et al., 2004) در آزمایشی روی نخود میزان افت عملکرد این گیاه را در اثر تنش خشکی، بین ۲۰ تا ۲۵ درصد گزارش کردند. تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل ناتوانی بذور جهت جوانه‌زنی در شرایط مزرعه است، زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و در نهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد (Springer, 2005). تنش خشکی یکی از عوامل محیطی است که بر جوانه‌زنی و

جدول ۶. میانگین صفت، واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و توارث پذیری عمومی برای صفات درصد سبز شدن (Gmax)، سرعت سبز شدن برای ۴۰ (R40) و ۲۰ درصد (R20) زمان تا میان مدت سبز شدن (MET) و انرژی سبز شدن (GE) در شرایط شاهد، خشکی و شوری

Table 6. The average of trait, genetic and phenotypic variations, coefficient of genetic and phenotypic variations, and broad sense heritability for seedling emergence (Gmax), rate of emergence for 40 (R40) and 20 (R20) %, mean emergence time (MET), and emergence energy (GE) under control, drought and salinity conditions

شرایط	صفات	میانگین صفات	واریانس ژنتیکی	واریانس فنوتیپی	ضریب تنوع ژنوتیپی	ضریب تنوع فنوتیپی	توارث پذیری عمومی
Condition	Trait	Average of traits	Genetic variations	Phenotypic variations	Coefficient of genetic variations	Coefficient of phenotypic variations	Broad sense heritability
شاهد Control	Gmax	67.4	132.9649	191.855	20.55	17.11	69.3
	R40	0.1578	0.0018	0.0025	31.93	26.73	70.09
	R20	0.2126	0.0009	0.0024	17.48	14.32	67.14
	MET	9.95	0.085	0.0116	2.93	3.43	72.81
	GE	0.45	0.02	0.028	31.19	37.04	70.92
خشکی Drought	Gmax	44.4	146.179	229.6795	34.13	27.23	63.64
	R40	0.0693	0.0012	0.0021	66.5	49.72	55.89
	R20	0.1252	0.0009	0.0023	38.03	23.64	38.63
	MET	10.34	0.384	1.252	5.99	10.82	30.62
	GE	0.185	0.01	0.016	52.85	68.32	59.84
شوری Salinity	Gmax	34.67	68.6281	160.9357	36.59	23.89	42.64
	R40	0.045	0.0006	0.0013	52.6	79.2	44.11
	R20	0.0955	0.0007	0.0021	47.75	28.29	35.09
	MET	10.89	0.04	0.908	1.84	8.75	4.44
	GE	0.095	0.0019	0.0072	46.3	90.06	26.44

در شرایط شوری سبز شدن و استقرار بهتری نسبت به سایر توده‌ها برخوردار بودند. در این تحقیق واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی، ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی و توارث‌پذیری عمومی برای صفات مورد ارزیابی محاسبه شدند. در نهایت اینکه تنوع مناسبی در تحمل توده‌های مختلف به شوری و خشکی وجود داشت که از این تنوع می‌توان برای اصلاح ارقام جدید ریحان متحمل به شوری و خشکی استفاده کرد. لازم به ذکر است که مطالعات بیشتر در زمینه میزان اسانس و عملکرد این توده‌ها تحت شرایط تنش نیز باید در پژوهش‌های آتی مورد مطالعه قرار گیرد تا انتخاب بهتری در این زمینه صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

هزینه‌های این پژوهش از محل طرح پژوهشی با عنوان "ارزیابی و بهبود کیفیت و کمیت متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی ریحان جهت تجاری‌سازی و تولید دارو" تهیه گردید، که حمایت مالی آن توسط "ستاد توسعه علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی" در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری انجام گرفت. به این وسیله از حمایت ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

شدن و انرژی سبز شدن بیشترین تنوع ژنوتیپی و زمان تا میانگین سبز شدن کمترین تنوع را دارا بودند. به یقین هرچه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد، گزینش در آن‌ها دارای دقت بالاتری خواهد بود. هرچه میزان توارث‌پذیری به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، قابلیت توارث برای آن صفت بیشتر خواهد بود؛ یعنی شانس انتقال آن صفت از یک ژنوتیپ به ژنوتیپ دیگر بیشتر است. در شرایط شاهد، تقریباً همه صفات از قابلیت توارث‌پذیری بالایی برخوردار بودند (حدود ۷۰ درصد)، ولی در شرایط شوری و خشکی قابلیت توارث صفات کاهش پیدا کردند (جدول ۶). توارث‌پذیری معیاری برای برآورد پاسخ مورد انتظار با گزینش است و در طراحی برنامه‌های اصلاحی استفاده می‌شود. گزینش صفات مرتبط با تحمل خشکی برای افزایش آن بسیار ضروری بوده و در صورتی که گزینش مبتنی بر صفاتی با وراثت‌پذیری بالا باشد، این گزینش مؤثرتر خواهد بود.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع می‌توان گفت توده‌های Shiraz و Esfahan2 در شرایط محیطی شاهد، توده‌های Esfahan2، Esfahan3 و Birjand در شرایط خشکی و توده‌های Pishva و Zahedan

منابع

- Abou El-Fadl, I.A., Abd-Ella, M.K., Hussein, E.H., 1990. Effect of irrigation by saline water on the growth and some principal compounds of peppermint and spearmint in two types of soil. *Journal of Agriculture Research*. 16, 276-295.
- Allard, R.W., 1999. *Principles of Plant Breeding and edition*. John Wiley and Sons., New York.
- Alpaslan, M., Inal, A., Gunes, A., Cikili, Y., Oscan, H., 1999. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown under salinity. *Turkish Journal of Botany*. 23, 1-6.
- Arabaci, D., Bayram, E., 2004. The Effect of Nitrogen Fertilization and Different Plant Densities on some Agronomic and Technologic Characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). *Journal of Agrobiology*. 3, 255-62.
- Aziza, E.E., Al-Amir, H., Craker, L.E., 2008. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal and apple mint. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. 14, 77-87.
- Balbaki, R.Z., Zurayk, R.A., Blelk, M.M., Tahouk, S.N., 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science and Technology*. 27, 291-302.
- Bernstein, N., Kravchik, M., Dudai, N., 2009. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum*) in relation to alteration of morphological development. *Annals of Applied Biology*. 156, 167-177.
- Bieloriya, H., Mattel, A., Moresht, S., 1983. Water Relatoun of Cotton in Water Deficits and Plant Growth Vol. V11. Kozwasei. T. T. PP. 49057. Academic Press U.S.A, New York.

- Burke, J.J., Omahony, J., 2001. Porotective role in acquired termotolerance of developmentally regulated heat shock proteins in cotton seeds. *Journal of Cotton Science*. 2, 147-183.
- De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C., De Carvalho, N.M., 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science Technology*. 31, 465-479.
- Ellis, R.H., 1992. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regulation*. 11, 249-255.
- Elias, S.G., Copeland, L.O., 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. *Agronomy Journal*. 93, 1054-1058.
- El-Shafy, S., Meawad, A., Awad, A., Shaer, M., 1991. Effect of combination treatment between salinity, gamma irradiation as well as cycocyl on: II Leaf pigment and chemical constituents of sweet basil plants. *Journal of Agricultural Research*. 18, 2247-2293.
- Emadi, F., Yassa, N., Amin, G.H., 2007. Analysis of *Rosmarinus officinalis* essential oil at different times. 3th Congress of Medicinal Plants. Shahed University, Tehran, Iran. pp, 184-185. [In Persian with English summary].
- Falleri, E., 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. *Seed Science and Technology*. 22, 591-599.
- Forcella, F., Benech, R.L., Arnold Sanchez, R., Ghersa, C.M., 2000. Modeling seedling emergence. *Field Crops Research*. 67, 123-139.
- Fowler, A., 1991. The role of NGOs in changing state-society relations: Perspectives from Eastern and Southern Africa. *Development Policy Review*. 9, 53-84.
- Gang, D.R., Wang, J., Nam, K.H., Simon, J.E., Lewinshon, E., Putivisky, E., 2001. An investigation of the storage and biosynthesis of phenyl propenes in sweet basil. *Plant Physiology*. 125, 539- 555.
- Gill, B.S., Randhawa, G.S., 1992. Effect of Transplanting dates and stage of harvesting on the herb and oil yields of French basil (*Ocimum basilicum* L.). *Indian Perfumer*. 36, 102-110.
- Hassani, A., Omydbygy, R., Heidari ShariefAbad, H., 2003. Effect of different soil moisture levels on growth, yield and metabolite adaptate accumulation in Basil. *Journal of Water and Soil Science*. 17, 67-76. [In Persian with English summary].
- He, Y.L., Liu, Y.L., Chen, Q., Bian, A.H., 2002. Thermotolerance related to antioxidation induced by salicylic acid and heat hardening in tall fescue seedlings. *Journal of Plant Physiology, Molecular and Biology*. 28, 89-95.
- Hilhorst, H.W.M., 2010. Germinator, a software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. *Plant Journal*. 62, 148-159.
- Hucl, P., 1993. Effects of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*. 73, 697-702.
- Joosen, R.V.L., Kodde, J., Willems, L.A.J., Ligterink, W., vander Plas, L.H.W., Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A., Bingham, J., 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soyabean seeds. *Seed Science and Technology*. 31, 715-725.
- Kingsbury, R.W., Epstein, E., 1984. Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant Physiology*. 74, 417-423.
- Kothari, S.K., Bhattacharya, A.K., Ramesh, S., 2004. Essential oil yield and quality of methyl eugenol rich *Ocimum tenuiflorum* L.f. (syn. *O. sanctum* L.) grown in south India as influenced by method harvest. *Journal of Chromatography A*. 1054, 67-72.
- Moghaddam, M., Omidbeygi, R., Salimi, A., Naghavi, M.R. 2013. An Assessment of genetic diversity among Iranian populations of basil (*Ocimum* spp.) using morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*. 44, 227-243. [In Persian with English summary].
- Moghaddam, M., Farhadi, N., Ranjbar, M., 2017. Variability in essential oil content and composition of *Ocimum ciliatum* accessions from Iran. Evidence for three chemotypes. *International Journal of Food Properties*. 20, S1489-S1500.
- Munns, R., James, R.A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*. 57, 1025-1045.

- Pattangual, W., Mador, M., 1999. Water deficit effects on raffinose family oligosaccharide metabolism in *Coleus*. *Journal of Plant Physiology*. 121, 998-993.
- Prasad, S.R., Prakash, R., Sharma, C.M., Itaque, M.F., 1981. Genotypic and phenotypic variability in quantitative characters in Oat. *Indian Journal of Agricultural Science*. 51, 480-482.
- Rehman, S., Harris, P.J.C., Bourne, W.F., Wikin, J., 1997. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. *Seed Science and Technology*. 25, 45-57.
- Sajjadi, S.E., 2006. Analysis of the essential oils of two cultivated Basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 14, 128-130.
- Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S., Papendick, R.I., 1986. Estimation generalized soil water characteristics from texture. *Soil Science Society of American Journal*. 50, 1031-1036.
- Shakarami, B., Dianati-Tilaki, G.H., Tabari, M., Behtari, B., 2011. The effect of priming treatments on salinity tolerance of *Festuca arundinacea* Schreb and *Festuca ovina* L. seeds during germination and early growth. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 18, 318-328. [In Persian with English summary].
- Sinaki, J.M., Majidi Heravan, E., Shirani Rad, A.H., Noormohamadi, G., Zarei, G., 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 2, 417-424.
- Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., Latifi, N., 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Science and Technology*. 29, 653-662.
- Soltani, A., Ghorbani, M.H., Galeshi, S., Zeinali, E., 2004. Salinity effects on germinability and vigor of harvested seeds in wheat. *Seed Science and Technology*. 32, 583-592.
- Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M., Sarparast, R., 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. *Agricultural and Forest Meteorology*. 138, 156-167.
- Soltani, E., Kamkar, B., Galeshi, S., Akramghaderi, F., 2010. The effect of seed aging on wheat emergence on the response of environmental stress. *Electronic Journal of Crop Production*. 2, 43-58. [In Persian with English summary].
- Soltani, E., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E., 2013. Seed bank modelling of volunteer oil seed rape: from seeds fate in the soil to seedling emergence. *Planta Daninha*. 31, 267-279.
- Soltani, E., Oveisi, M., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E., 2014. Seed germination modeling of volunteer canola as affected by temperature and water potential: hydrothermal time model. *Weed Research Journal*. 6, 23-38. [In Persian with English summary].
- Soltani, E., Adeli, R., Akbari, G.H., Ramshini, H., 2017. Application of hydrottime model to predict early vigour of rapeseed (*Brassica napus* L.) under abiotic stresses. *Acta Physiol Plant*. 39, 252.
- Springer, T.L., 2005. Germination and early seedling growth of chaffy-seeded grasses at negative water potentials. *Crop Science*. 45, 2075-2080.
- Sunday, O.F., Ayodele, A.M., Babatunde, K.O., Oluwole, A.M., 2007. Genotypic and phenotypic variability for seed vigor traits and seed yield in West African rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Journal of American Science*. 3, 34-41.
- Tahsili, J., Sharifi, M., Behmanesh, M., Ziaei, M., 2009. Gene expression of eugenol O - methyl transferase and components of essential oils in (*Ocimum basilicum* L.) at different stages of growth. *Journal of Iran's Biology*. 23, 18-25.
- Tuberosa, R., Salvi, S., 2004. Markers, genomics and post-genomics approaches. *Proceeding of 4th International Crop Science Congress*. pp. 1-19. Available at web site <http://www.CROPSCIENCE.org.au>
- Wricke, H., Weber, W.E., 1986. *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. Berlin: Walter de Gruyter and Co.
- Zhou, J., Deckard, E., Ahrens, W.H., 2005. Factor affecting germination of hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) seeds. *Weed Science*. 53, 41-45.