Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 47, No 4, Winter 2017 (661-670)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.130883.653930

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص ۶۷۰-۶۶۱)

ارزیابی تنوع ژنتیکی و مقایسهٔ جمعیت‌های انیسون (*Pimpinella anisum* L.) در ایران

اعظم ملکی[۱]، جلال صبا[۲*]، مجید پوریوسف[۲]، حسین جعفری[۳] و علی‌اشرف جعفری[٤]
۱. دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان
۳. استادیار مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی زنجان، زنجان، ایران
٤. استاد پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٦/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۲/۲۵)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و مقایسهٔ هشت جمعیت انیسون ایران (*Pimpinella anisum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان طی دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام گرفت. ویژگی‌های مورد بررسی شامل شمار روز تا گلدهی، شمار روز تا رسیدگی، دورهٔ پرشدن دانه، ارتفاع بوته، شمار چتر بارور، شمار چترک در چتر، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت و درصد اسانس دانه بودند. نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب ویژگی‌ها نشان داد، بین سال‌های آزمایش و همچنین بین جمعیت‌های مورد بررسی، از نظر همهٔ ویژگی‌ها به‌جز دورهٔ پرشدن دانه، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین ضریب‌های تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و درصد اسانس دانه، و بالاترین وراثت‌پذیری در ویژگی‌های درصد اسانس دانه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، شمار چترک در چتر و ارتفاع بوته دیده شد. بر پایهٔ تجزیهٔ خوشه‌ای، هشت جمعیت مورد بررسی در سه گروه مختلف قرار گرفتند که جمعیت‌های گروه اول از لحاظ ویژگی‌های مهمی همچون شمار روز تا گلدهی، شمار روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، شمار چتر بارور، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده نسبت به دیگر گروه‌ها برتری داشتند. نتایج مشخص کرد که تنوع بالایی بین جمعیت‌های انیسون وجود داشته و با گزینش در جمعیت‌های برتر، عملکرد و درصد اسانس قابل افزایش است. همچنین با توجه به برتری جمعیت‌های قزوین، مرکزی و سبزوار، می‌توان گزینش درون آن‌ها را برای بهبود عملکرد و درصد اسانس پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: انیسون، تجزیهٔ خوشه‌ای، درصد اسانس، ضریب تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری.

Evaluation of genetic variation and comparison of Iranain anise (*Pimpinella anisum* L.) populations

Azam Maleki[1], Jalal Saba[2*], Majid Pouryousef[2], Hossein Jafari[3] and Ali Ashraf Jafari[4]
1. Ph.D. Student of Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Uniersity of Zanjan, Zanjan, Iran
3. Assistant Professor, Agricultural Research and Education Centre of Zanjan, Zanjan, Iran
4. Professor, Rangelands Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
(Received: Sep, 6, 2015 - Accepted: Mar. 15, 2016)

ABSTRACT

In order to evaluation of genetic variation and comparison of 8 populations of Iranian anises, a study was conducted in the research farm of University of Zanjan in randomized complete block design during 1392 and 1393. Evaluated traits were days to flowering, days to maturity, grain filling period, plant height, number of fertile umbels, umbelet numbers per umbel, grain yield, biological yield, harvest index and grain essential oil percentage. Combined analysis of variance showed significant differences between years and between studied populations, point of all traits except grain filling period. The highest coefficients of genetic and phenotypic variation were found in traits of grain yield, biological yield and grain essential oil percentage and the highest heritability in traits of grain essential oil percentage, biological yield, grain yield, umbelet numbers per umbel and plant height, respectively. Based on cluster analysis, 8 under studied populations were divided into three groups that the first group of populations were better than others in terms of important traits such as days to flowering, days to maturity, plant height, number of fertile umbels, grain yield and biological yield. The results showed that there has been a high diversity between anise populations and yield and essential oil percentage is able to increase by selection in anise populations. Also regarding to excellencey of Qazvin, Markazi and Sabzevar populations, selecting within them can be proposed to improve yield and essential oil percent.

Keywords: Anise, cluster analysis, coefficient of genetic variation, essential oil percent, heritability.

* Corresponding author E-mail: saba@znu.ac.ir Tel: +98 912 141 2356

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انیسون با نام علمی *Pimpinella anisum* L. از خانوادهٔ چتریان (Apiaceae) Umbelliferae گیاهی است علفی، یک‌ساله و دوگان (دیپلویید) با ۲n=۱۸-۱۹ (Pimenov *et al.* 2003) و ۲n=۲۰ (Embong *et al.*, 1977) که برای نخستین بار توسط مصریان باستان و بعدها توسط یونانیان، رومیان و اعراب کشت شد. انیسون بومی خاورمیانه بوده (Reineccius, 1994) و منشأ آن سواحل غربی دریای مدیترانه، مصر و آسیای صغیر گزارش شده است (Omid beige, 2005). انتشار جغرافیایی انیسون در ایران، مناطق غرب، کردستان و آذربایجان بیان شده است (Asgari *et al.*, 1998). انیسون گیاهی است شیرین، گرم‌کننده و محرک که باعث بهبود عملکرد دستگاه گوارش شده، برای کبد و دستگاه گردش خون سودمند است. اسانس دانهٔ انیسون ویژگی ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد ویروسی، پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی)، ضد درد و ضد اسپاسمودیکی، ضد صرعی، ضد قارچی و حشره داشته، در ترمیم زخم‌های معده مؤثر است و کاربردهای آرایشی و بهداشتی نیز دارد (Al Mofleh *et al.*, 2007). مهم‌ترین مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ اسانس این گیاه، ترانس‌آنتول ($C_{10}H_{12}O$) است که تا ۹۵ درصد اسانس روغنی دانه (میوه) را تشکیل می‌دهد (Arslan *et al.*, 2004). امروزه دانهٔ این گیاه (aniseed) به‌عنوان طعم‌دهندهٔ برخی غذاها استفاده می‌شود.

تنوع ژنتیکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل بقای موجودهای زنده از جمله گیاهان در برابر تغییر شرایط محیطی و آفات بوده و آگاهی از میزان تنوع ذخایر توارثی (ژرم پلاسم) و رابطه‌های ژنتیکی بین آن‌ها یکی از نیازهای اولیهٔ اصلاح گونه‌های گیاهی است (Behera *et al.*, 2008; Weir, 1990). در واقع موفقیت اصلاحگر در برنامه‌های اصلاحی به انتخاب مواد ژنتیکی مناسب و تنوع کافی در آن‌ها بستگی دارد و ارزیابی و تعیین میزان تنوع ژنتیکی، یکی از شاخص‌های مهم گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب و انتخاب والدین در برنامه‌های اصلاحی است (Li *et al.*, 2006). بنابراین، گردآوری ذخایر توارثی نخستین گام در راه اصلاح گیاهان و آگاهی از میزان تنوع ذخایر توارثی و رابطهٔ ژنتیکی بین آن‌ها یکی از نیازهای اولیهٔ اصلاح گونه‌های گیاهی است (Behera *et al.*, 2008).

افزایش عملکرد دانه و درصد اسانس دانه از هدف‌های عمدهٔ اصلاح گیاه انیسون است (Yan *et al.*, 2011). عملکرد دانهٔ تولیدی این گیاه، متأثر از ویژگی‌هایی مانند شمار شاخه، شمار چتر، شمار دانه در بوته و وزن هزاردانه است. در بررسی ۴۵ جمعیت این گونه توسط Abou El. Nasr & Ottai (2012)، در دو سال آزمایش تنوع بسیار معنی‌داری را در همهٔ ویژگی‌های مورد آزمایش بین ژنوتیپ‌ها مشاهده کرده و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در هر بوته، درصد اسانس و شمار شاخه‌های اولیه در هر گیاه با درصد اسانس گزارش کردند. Kara (2015) جمعیت‌های گردآوری‌شده از منطقهٔ Burdur ترکیه را از لحاظ ویژگی‌های عملکرد دانه، ارتفاع بوته، شمار شاخهٔ اصلی، شمار چتر و چترک در بوته، وزن هزاردانه، درصد اسانس و ترکیب‌های اسانس را در دو سال بررسی و عنوان کرد، عملکرد دانه، عملکرد اسانس و ترکیب‌های اسانس تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی قرار داشته و در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش افزایش داشته است. Salamati (2010) در بررسی رابطهٔ بین عملکرد دانه و اجزای آن در انیسون، بذرهای هشت ژنوتیپ آن را که از استان‌های اصفهان، کرمان و فارس گردآوری شده بودند، از نظر برخی ویژگی‌های زراعی و ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) بررسی و گزارش کرد، عملکرد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با ویژگی‌های زیست‌توده (بیوماس)، شمار چتر در بوته، شمار دانه در چتر و شمار شاخهٔ فرعی دارد. وی از نتایج به‌دست‌آمده نتیجه‌گیری کرد که زیست‌توده، شمار چتر در بوته و شمار دانه در چتر به ترتیب اهمیت نسبی بیشتری در تعیین عملکرد دانهٔ این گیاه دارند و این اجزای عملکرد می‌توانند معیار مناسبی برای بهبود عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های آن باشند.

انیسون یکی از گیاهان دارویی پرمصرف بازارهای جهانی است که در صنایع دارویی، آرایشی، بهداشتی و عطر و ادکلن استفاده می‌شود. اما اطلاعاتی از

www.SID.ir

Archive of SID

جمعیت‌های آن در ایران وجود ندارد. این تحقیق با هدف بررسی تنوع موجود در جمعیت‌های انیسون ایران انجام گرفت و نخستین تحقیق در این زمینه به‌شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، چهار جمعیت انیسون که در چهار منطقهٔ ایران (کرمان، اصفهان، بیرجند و سبزوار) کشت می‌شوند، با همکاری کارشناسان محلی منطقه گردآوری شد که همراه با چهار جمعیت دریافتی از بانک ژن مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (مرکزی، اراک، البرز و قزوین)، هشت جمعیت این گونهٔ مورد بررسی را تشکیل دادند (جدول ۱). بذرها در بهار سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در آزمایشی با قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقهٔ شمالی و۴۸ درجه و ۲۷ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا کشت شدند. شرایط آب‌وهوایی محل آزمایش در جدول ۲ آمده است. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۱/۵×۱ مترمربع بوده و هر یک شامل چهار ردیف با فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متر بود. بذرهای هر ردیف نیز با فاصلهٔ ۱۵ سانتی‌متر کشت شدند.

در دورهٔ رشد، زمان گلدهی و رسیدگی کامل جمعیت‌ها با دقت یادداشت‌برداری شد و فاصلهٔ زمانی کاشت تا گلدهی و رسیدگی کامل، به‌عنوان روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی ثبت شد. همچنین از تفاضل این دو زمان، دورهٔ پرشدن دانه‌ها به دست آمد. در زمان برداشت، هفت بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و ارتفاع آن‌ها از سطح زمین تا چتر اصلی با متر اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به‌عنوان ارتفاع نهایی ثبت شد. سپس شمار چترهای بارور و شمار چترک در چتر بوته‌های انتخابی شمارش شده و عملکرد دانه و عملکرد زیست‌تودهٔ بوته‌ها با ترازو (با دقت یک‌صدم) اندازه‌گیری شده و شاخص برداشت محاسبه شد.

برای استخراج اسانس دانه‌ها، از روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر (Arslan *et al.*, 2004) استفاده شد. به این صورت که مقدار ۳۰ گرم دانهٔ انیسون را درون بالن ۱ لیتری ریخته و ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. پس از آغاز جوشش مواد درون بالن، اسانس نمونه‌ها در مدت سه ساعت استخراج و درصد اسانس به‌دست‌آمده محاسبه شد.

جدول۱. شماره و ویژگی‌های محل گردآوری هشت جمعیت انیسون

Table 1. Sample number and features of collection areas of the 8 anise populations

Sample number	Province	Altitude (m)	Longitude °N	Latitude °E
1	Markazi	2109	49° 99'	34° 53'
2	Arak	1708	49° 40'	34° 00'
3	Alborz	1380	52° 00'	36° 02'
4	Qazvin	1279	50° 00'	36° 15'
5	Kerman	1756	57° 01'	30° 15'
6	Esfahan	1570	51° 43'	32° 39'
7	Birjand	1444	59° 13'	32° 53'
8	Sabzevar	977	57° 40'	36° 15'

جدول۲. داده‌های هواشناسی مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان در سال‌های آزمایش

Table 2. Meteorological data for the research farm of university of Zanjan during the experiments years

	Year	April	May	June	July	August	September
Average temperature (°c)	1392	10.60	12.70	19.00	23.80	24.00	19.50
	1393	9.00	14.75	18.90	22.00	24.30	21.20
Relative humidity (%)	1392	51.90	55.80	47.60	45.50	47.50	53.30
	1393	65.00	56.11	49.10	54.70	41.80	49.00

پیش از انجام تجزیهٔ واریانس داده‌ها، یکنواختی اشتباه‌های آزمایشی با آزمون بارتلت بررسی شد. سپس تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین ویژگی‌ها (با آزمون چند دامنه‌ای دانکن) با نرم‌افزار SAS و تجزیهٔ خوشه‌ای (به روش Ward) با نرم‌افزار SPSS (نسخهٔ ۲۱) انجام شد. برای رسم نگاره (گراف)ها نیز از

www.SID.ir

Archive of SID

نرم‌افزار Statgraphics (نسخهٔ ۱-۲) استفاده شد. واریانس ژنتیکی و فنوتیپی ویژگی‌ها بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات به‌صورت زیر برآورد شد:

$$\hat{\sigma}^2_{gy} = \frac{MS_{gy} - MS_e}{r}$$

$$\hat{\sigma}^2_e = MS_e$$

$$\hat{\sigma}^2_{ph} = \sigma^2_g + \frac{\sigma^2_{gy}}{y} + \frac{\sigma^2_e}{ry}$$

$$\hat{\sigma}^2_g = \frac{MS_g - MS_{gy}}{ry}$$

که $\hat{\sigma}^2_e$ برآورد واریانس محیطی، $\hat{\sigma}^2_{gy}$ برآورد واریانس ژنوتیپ×سال، $\hat{\sigma}^2_g$ برآورد واریانس ژنتیکی، $\hat{\sigma}^2_{ph}$ برآورد واریانس فنوتیپی و MS_e، MS_{gy} و MS_g به ترتیب میانگین مربعات اشتباه آزمایشی، ژنوتیپ×سال و ژنوتیپ، r شمار تکرار و y شمار سال‌های آزمایشی است. سپس ضریب تنوع ژنتیکی و ضریب تنوع فنوتیپی ویژگی‌ها از رابطه‌های زیر به دست آمد (Roy, 2000):

$$PCV = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}^2{}_{ph}}}{\overline{X}} \times 100$$

$$GCV = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}^2{}_g}}{\overline{X}} \times 100$$

که در آن GCV و PCV به ترتیب ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی، $\hat{\sigma}^2_g$ برآورد واریانس ژنتیکی و $\overline{X}$ میانگین ویژگی موردنظر است. وراثت‌پذیری عمومی نیز از رابطهٔ زیر به دست آمد:

$$h^2_B = \frac{\hat{\sigma}^2{}_g}{\hat{\sigma}^2{}_{ph}} \times 100$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب ویژگی‌های مورد بررسی در دو سال آزمایش (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) در جدول ۳ درج شده است. بر پایهٔ این جدول بین سال‌های آزمایش، در همهٔ ویژگی‌های مورد بررسی به‌جز شمار روز تا رسیدگی، شمار چترک در چتر و عملکرد زیست‌توده، اختلاف معنی‌دار وجود داشته است. همچنین بین جمعیت‌های مورد بررسی از نظر همهٔ ویژگی‌های مورد بررسی (به‌جز دورهٔ پرشدن دانه‌ها)، اختلاف معنی‌دار وجود دارد که نشان‌دهندهٔ وجود تنوع مناسب بین جمعیت‌های انیسون مورد بررسی از نظر ویژگی‌های مورد بررسی است. در بررسی دوسالهٔ ژنوتیپ‌های انیسون توسط Abou El. Nasr & Ottai (2012) و Acimovic *et al*. (2014) نیز، تفاوت معنی‌دار بین همهٔ ویژگی‌های مورد بررسی گزارش شد. همچنین اختلاف معنی‌دار ویژگی‌ها در دو سال آزمایش، تفاوت در ظرفیت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها را تأیید کرده و نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها حامل همردیف (آلل)های ژنی با اثرگذاری افزایشی و افزایشی- افزایشی بوده و این اثرگذاری‌ها از سالی به سال دیگر ثابت‌اند (Curioni *et al*., 2003). اثر متقابل ژنوتیپ×سال (جدول ۳) نیز برای همهٔ ویژگی‌ها به غیر از شمار روز تا گلدهی معنی‌دار بود. این اثر متقابل معنی‌دار و بررسی ارزش میانگین‌های ویژگی‌های ژنوتیپ‌ها در بین جمعیت‌های بررسی‌شده، زمینهٔ ژنتیکی متفاوت جمعیت‌ها و واکنش آن‌ها با تفاوت‌های سال‌ها را منعکس می‌کند که این نتایج در دیگر گیاهان خانوادهٔ چتریان مانند گشنیز و رازیانه نیز گزارش شده است (Singh *et al*., 2002; Telci *et al*., 2009).

در مقایسهٔ میانگین بین سال‌های آزمایش (جدول۴)، جمعیت‌های انیسون مورد بررسی در سال اول آزمایش (۱۳۹۲) نسبت به سال دوم (۱۳۹۳)، سریع‌تر وارد مرحلهٔ گلدهی شده ولی دیرتر به مرحلهٔ رسیدگی کامل رسیدند، که در نهایت دورهٔ پرشدن دانه بین جمعیت‌های انیسون در دو سال آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. این امر می‌تواند به دلیل تفاوت شرایط محیطی و اقلیمی دو سال آزمایش باشد؛ همچنان که در جدول ۲ میانگین دما در ماه‌های فروردین تا تیرماه (مرحلهٔ رشد رویشی و گلدهی) سال اول بالاتر و در ماه‌های مرداد و شهریور (مرحلهٔ پرشدن و رسیدگی) پایین‌تر از سال دوم است. این مطلب در مورد ارتفاع بوته نیز تأیید می‌شود، به‌گونه‌ای که ارتفاع بوته‌ها در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم آزمایش است. ارتفاع بوته و شمار چترک در چتر، در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم آزمایش بود، بااین‌حال شمار چتر بارور در سال اول کمتر از سال دوم بود. همچنین در جمعیت‌های مورد بررسی، عملکرد دانه،

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت و درصد اسانس در سال دوم آزمایش، به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول آزمایش بود که به‌احتمال تفاوت در شرایط آب‌وهوایی و خاکی در دو سال آزمایش می‌تواند دلیل این مسئله باشد. درصد اسانس به‌دست‌آمده در سال دوم آزمایش به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول است که احتمال دارد به علت بالا بودن دما (حدود ۲ درجهٔ سلسیوس) و شرایط آب‌وهوایی خشک‌تر (کمتر بودن حدود ۵ درصد رطوبت نسبی) در مرحلهٔ تولید و ذخیرهٔ اسانس در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول باشد. در بررسی‌های Acimovic *et al.* (2014) نیز، شرایط آب و هوایی مطلوب در دورهٔ تشکیل و پرشدن دانه‌ها و شرایط گرم و خشک در مرحلهٔ ساخت (سنتز) اسانس و رسیدن دانه را برای افزایش کمیت و کیفیت انیسون مناسب دانسته‌اند.

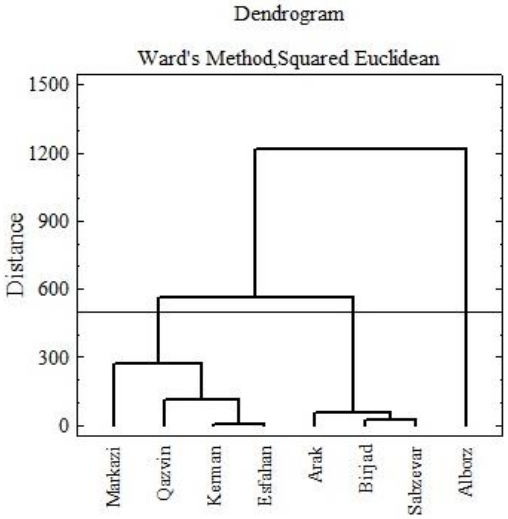
در مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های مورد بررسی (جدول ۵) مشاهده می‌شود، جمعیت البرز کمترین شمار روز تا گلدهی (با ۹۴ روز) را داشته و اختلاف معنی‌داری با دیگر جمعیت‌ها دارد. این جمعیت کمترین شمار روز تا رسیدگی (با ۱۴۵/۵ روز) و درازترین دورهٔ پرشدن دانه (با ۵۳/۱۷ روز) را نیز به خود اختصاص داده است. بیشترین ارتفاع مربوط به جمعیت مرکزی (با ۵۸/۶۲ سانتی‌متر) بود و از این نظر با جمعیت‌های قزوین، کرمان و اصفهان تفاوت معنی‌داری نداشت. کوتاه‌ترین ارتفاع بوته نیز مربوط به جمعیت البرز بود. از نظر شمار چتر بارور در بوته، جمعیت قزوین بیشترین (۵۰/۱۰ عدد) و جمعیت سبزوار کمترین شمار چتر بارور را داشتند و از این نظر تفاوت معنی‌داری با دیگر جمعیت‌ها نشان دادند. همچنین جمعیت سبزوار بیشترین (۱۲/۷۶ عدد) و جمعیت البرز کمترین شمار چترک در چتر را داشتند. در مقایسهٔ میانگین عملکرد دانه، جمعیت‌های مرکزی، قزوین، کرمان، اصفهان و بیرجند نسبت به دیگر جمعیت‌ها برتر بودند که این امر با توجه به همبستگی معنی‌دار عملکرد دانه با شمار چتر بارور ($r=0/49^{*}$) و دورهٔ پرشدن دانه‌ها ($r=0/48^{*}$) شایان توجیه است. در واقع با افزایش دورهٔ پرشدن دانه، گیاه فرصت بیشتری برای تولید چتر و پر کردن دانه‌ها و افزایش عملکرد خواهد داشت. همچنین این جمعیت‌ها از نظر اجزای عملکردی (شمار چتر بارور و شمار چترک در چتر) نیز نسبت به دیگر جمعیت‌ها برتری دارند. در بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های زیرهٔ سبز توسط Salamati & Zeinali (2013) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شمار چتر در بوته، ارتفاع بوته و عملکرد زیست‌توده با عملکرد دانه در بوته گزارش شد. همچنین در بررسی جمعیت‌های رازیانه توسط Jindal & Allah-Rang (1986) و Dwivedi *et al.* (2008) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با ویژگی‌های شمار چتر در بوته و عملکرد زیست‌توده گزارش کرده‌اند. همچنین جمعیت‌های مرکزی، اصفهان، کرمان و سبزوار عملکرد زیست‌تودهٔ بیشتری داشتند (جدول ۵) که می‌تواند به دلیل فرصت بیشتر این جمعیت‌ها برای رشد بوده باشد؛ همبستگی مثبت بین عملکرد زیست‌توده و شمار روز تا رسیدگی ($r=0/20$) و بین عملکرد و ارتفاع بوته ($r=0/21$) نیز مؤید این موضوع است. بالاترین شاخص برداشت نیز مربوط به جمعیت سبزوار (۴۶/۰۸) بود که از این نظر اختلاف معنی‌داری با جمعیت‌های اراک، قزوین، کرمان، اصفهان و بیرجند نداشت که با توجه به بالا بودن عملکرد دانه در این جمعیت‌ها دور از انتظار نیست.. کمترین شاخص برداشت نیز مربوط به جمعیت البرز بوده است. درصد اسانس دانه‌ها در جمعیت‌های مورد بررسی بین ۳/۵۵-۲/۵۵ درصد بود که بیشترین درصد اسانس مربوط به جمعیت قزوین (۳/۵۵ درصد) و جمعیت مرکزی (۳/۴۱ درصد) و کمترین میزان نیز مربوط به جمعیت‌های اراک، بیرجند و کرمان بوده است. در بررسی Ullah *et al.* (2013) روی پانزده ژنوتیپ انیسون، درصد اسانس دانه را در دو سال آزمایش بین ۲/۹۵-۱/۶۳ و Tuncturk & Yildirim (2006) در بررسی جمعیت‌های ترکیه، میزان اسانس را بین ۲/۷۳-۲/۶۶ به‌دست آوردند. درصد اسانس در آن نه تنها به منابع ژنتیکی، بلکه به میزان رشد بذر (مرحلهٔ رشدی) گیاه بستگی دارد. تغییر معنی‌داری در اسانس تجمع یافته در طول رشد بذر گیاه به میزان ۵/۵ درصد در مرحلهٔ مومی (واکسی) و ۳/۴ درصد در مرحلهٔ رسیدگی کامل بذرها توسط Omidbaigi *et al.* (2003) گزارش

www.SID.ir

Archive of SID

شده است. در این بررسی جمعیت البرز در بیشتر ویژگی‌های مورد بررسی، میزان پایینی داشت که این امر می‌تواند به دلیل ظرفیت ژنتیکی این جمعیت و یا تفاوت شرایط اقلیمی محل آزمایش با مبدأ اصلی آن بوده باشد.

در بررسی نتایج جدول ۶، بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی مربوط به عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده بود. ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی ارتفاع بوته، شمار چتر بارور و درصد اسانس نیز متوسط بود. درحالی‌که، ویژگی‌های پدیدشناختی (فنولوژیک) پایین‌ترین تنوع را در جمعیت‌های مورد بررسی داشتند. وراثت‌پذیری بیشتر ویژگی‌های مورد بررسی به نسبت بالا بود. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی مربوط به عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، درصد اسانس دانه و شمار چترک در چتر بود. ارتفاع بوته، شمار روز تا گلدهی و شمار روز تا رسیدگی نیز دارای وراثت‌پذیری متوسط و دورهٔ پرشدن دانه و شاخص برداشت کمترین میزان وراثت‌پذیری را در بین ویژگی‌ها به خود اختصاص دادند. هستند. وراثت‌پذیری عمومی بالا برای عملکرد دانه، درصد اسانس و ارتفاع بوته، در بررسی Abou El. Nasr & Ottai (2012) روی انیسون گزارش و عنوان کرده‌اند که ضریب‌های تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالای این ویژگی‌ها، بیانگر اهمیت آن‌ها در این گیاه بوده و می‌تواند معیار خوبی برای گزینش در نسل‌های تفرق برنامه‌های اصلاحی باشد.



شکل ۱. نمودار درختواره‌ای به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خوشه‌ای جمعیت‌های انیسون
Figure 1. Dendrogram of cluster analysis of the anise populations

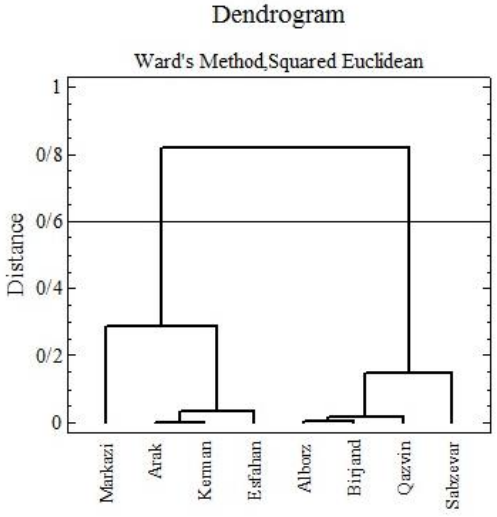
انجام تجزیهٔ خوشه‌ای (شکل ۱) و برش نمودار درختواره‌ای (دندروگرام) به‌دست‌آمده در فاصلهٔ ۱۰ موجب گروه‌بندی جمعیت‌ها در سه گروه (برمبنای ویژگی‌های مورد بررسی) شد. جمعیت‌های کرمان، اصفهان، قزوین و مرکزی در گروه اول، جمعیت‌های بیرجند، سبزوار و اراک در گروه دوم و جمعیت البرز به تنهایی در گروه سوم قرار گرفتند. به‌منظور بررسی ارزش ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در ایجاد گروه‌ها، میانگین و انحراف از میانگین کل برای هر گروه در همهٔ ویژگی‌ها محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۷ درج شده است. ارزش فنوتیپی خوشهٔ (کلاستر) اول برای همهٔ ویژگی‌ها به‌جز دورهٔ پرشدن دانه و شاخص برداشت میانگین بالاتری از میانگین کل داشته و میانگین این خوشه از نظر ویژگی‌های مهمی از جمله شمار روز تا گلدهی، شمار روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، شمار چتر بارور، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده از میانگین کل و میانگین دیگر گروه‌ها بالاتر بود. بنابراین جمعیت‌های موجود در این خوشه را می‌توان برای برنامه‌های اصلاحی افزایش عملکرد دانه و اسانس در این گیاه استفاده شد. در خوشهٔ دوم، ارزش فنوتیپی

www.SID.ir

Archive of SID

برای شمار روز تا گلدهی، شمار روز تا رسیدگی، شمار چترک در چتر و شاخص برداشت بیشتر از میانگین کل بوده و برای دورهٔ پرشدن دانه، ارتفاع بوته، شمار چتر بارور، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و درصد اسانس کمتر از میانگین کل است. میانگین گروه سوم که شامل جمعیت البرز است، از نظر همهٔ ویژگی‌ها پایین‌تر از میانگین کل و تنها از نظر ویژگی‌های دورهٔ پرشدن دانه و درصد اسانس دانه بالاتر از میانگین کل است. بنابراین می‌توان از این جمعیت به‌عنوان یکی از والدین در برنامه‌های دورگ‌گیری استفاده کرد. از جمع‌بندی نتایج به‌دست‌آمده می‌توان چنین استنباط کرد که جمعیت‌های گروه اول و سوم، بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی را از همدیگر دارند و می‌توانند در تلاقی‌های مورد نیاز برای ایجاد تنوع و گزینش استفاده شوند.

گروه‌بندی دیگری بر پایهٔ ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی مناطق گردآوری جمعیت‌های انیسون انجام گرفت که در شکل ۲ مشاهده می‌شود. برای مقایسهٔ ماتریس فاصلهٔ این تجزیهٔ خوشه‌ای و تجزیهٔ خوشه‌ای پیشین بر پایهٔ ویژگی‌های مورد ارزیابی، ضریب همبستگی این دو ماتریس فاصله محاسبه شد که نشان داد رابطهٔ چندانی بین این دو ماتریس فاصله وجود ندارد. بااین‌حال، نتایج گروه‌بندی جمعیت‌ها بر پایهٔ ویژگی‌های مورد ارزیابی (شکل۱) و گروه‌بندی مناطق جغرافیایی (شکل۲)، به نسبت همسان است و به غیر از جمعیت‌های اراک و قزوین، دیگر جمعیت‌های مورد بررسی در هر دو نمودار درختواره‌ای، در گروه‌های همسان قرار گرفته‌اند. این امر بیانگر این است که جمعیت‌های مورد بررسی با رشدونمو و تجدید نسل بلندمدت در مناطق جغرافیایی مربوطه، سازگاری بالایی با شرایط پیدا کرده‌اند؛ به‌گونه‌ای که با وجود کشت این جمعیت‌ها در منطقهٔ زنجان، همچنان این تفاوت‌ها و سازگاری‌ها را به‌صورت ژنتیکی حفظ کرده‌اند.



شکل۲. نمودار درختواره‌ای به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خوشه‌ای مناطق جغرافیایی جمعیت‌های انیسون
Figure 2. Dendrogram of cluster analysis for geographic areas of the anise populations

جدول ۳. تجزیهٔ مرکب ویژگی‌های پدیدشناختی (فنولوژیک) و ریخت‌شناختی زراعی (اگرومورفولوژیک) جمعیت‌های انیسون
Table 3. Combined analysis of phenological and agromorphological traits of the anise populations

S.O.V	df	MS									
		Days to flowering	Days to maturity	Grain filling period	Plant height	Number of fertile umbels	Umbelet numbers per umbel	Grain yield	Biological yield	Harvest index (%)	Grain essential oil percentage
Year	1	432.780 **	23.857	131.970 **	621.432 **	3029.746 **	0.006	53.679 *	18.142	134.001 *	0.788
Replication (year)	4	2.868	4.995	7.949	8.550	26.820	0.165	4.513	35.644	12.347	0.045
population	4	41.641 **	68.889 **	24.287	182.464 **	187.070 *	4.16 **	84.986 **	428.282 **	20.482 *	0.832 **
Population × Year	7	16.265	36.215 **	21.254	68.289 **	142.167 *	1.280 **	25.431 **	100.624 **	15.767 *	0.245 **
Error	28	7.582	10.501	10.773	11.067	65.944	0.261	5.370	26.985	6.227	0.047
CV (%)	-	2.76	2.16	6.51	6.25	12.18	4.49	16.27	15.92	5.65	7.16

* and **: Significant at p = 0.05 and p = 0.01, respectively.

* و **: به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴. مقایسهٔ میانگین دو سال آزمایش از لحاظ ویژگی‌های پدیدشناختی (فنولوژیک) و ریخت‌شناختی زراعی (اگرومورفولوژیک) جمعیت‌های انیسون

Table 4. Mean Comparison of two years of experiment in terms of phenological and agromorphological traits of the anise populations

Year	Days to flowering	Grain filling period	Plant height (cm)	Number of fertile umbels	Grain yield (gr/plant)	Harvest index (%)	Grain essential oil percentage
1392	96.64 b	52.05 a	56.87 a	33.87 b	13.18 b	42.48 b	2.84 b
1393	102.65 a	48.73 b	49.67 b	49.76 a	15.30 a	45 82 a	3.14 a

میانگین‌های دارای حروف همسان، در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at p = 0.05.

جدول۵. مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های پدیدشناختی (فنولوژیک) و ریخت‌شناختی زراعی (اگرومورفولوژیک) جمعیت‌های انیسون در دو سال آزمایش

Table 5. Mean Comparisons of phonological and agromorphological traits of the anise populations in two years of experiment

Population	Days to flowering	Days to maturity	Plant height	Number of fertile umbels	Umbelet numbers per umbel	Grain yield	Biological yield	Harvest index (%)	Grain essential oil percentage
Markazi	99.20 b	151.60 ab	58.62 a	49.01 ab	11.01 d	19.58 a	46.42 a	42.32 bc	3.41 ab
Arak	99.05 b	149.60 abc	48.85 c	34.87 d	11.35 cd	12.43 c	31.15 b	43.73 abc	2.67 d
Alborz	94.00 c	145.50 c	42.00 d	39.50 cd	10.10 e	6.46 d	15.69 c	41.43 c	3.16 bc
Qazvin	103.3 a	153.60 a	58.36 a	50.10 a	10.88 d	14.57 bc	31.89 b	45.09 ab	3.55 a
Kerman	100.4 ab	151.10 ab	56.27 ab	43.41 bc	12.18 ab	15.46 b	34.90 b	43.91 abc	2.65 d
Esfahan	100.90 ab	149.50 abc	54.90 ab	43.52 bc	11.82 bc	16.02 b	36.08 b	45.10 ab	2.93 c
Birjand	99.86 ab	147.80 bc	53.80 b	35.41 d	11.06 d	13.79 bc	31.28 b	45.52 ab	2.55 d
Sabzevar	100.4 ab	149.90 ab	53.34 b	38.74 cd	12.76 a	15.60 b	33.65 b	46.08 a	3.17 bc

میانگین‌های دارای حروف همسان، در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at p = 0.05.

جدول۶. دامنه (کمینه و بیشینه)، میانگین، ضریب تنوع فنوتیپی، ضریب تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری ویژگی‌های مورد ارزیابی در دو سال آزمایش

Table 6. Range (minimum & maximum), mean, phenotypic coefficient of variation, genetic coefficient of variation and heritability of the evaluated traits in two years of experiment

Traits	Range		Mean	Coefficient of Variation		Broad-sense heritability (%)
	Minimum	Maximum		Phenotypic coefficient of variation	Genetic coefficient of variation	
Days to flowering	92.80	105.75	99.64	2.64	2.06	60.94
Days to maturity	140.00	157.00	146.84	2.31	1.59	47.43
Grain filling period	45.38	57.00	50.39	3.99	2.14	12.48
Plant height (cm)	36.00	68.67	53.27	10.35	8.19	62.57
Number of fertile umbels	27.00	69.19	41.82	12.09	6.54	29.26
Umbelet numbers per umbel	9.00	13.21	11.39	7.30	6.08	69.26
Grain yield (gr/plant)	6.21	25.32	14.24	26.43	22.13	70.08
Biological yield (gr/plant)	14.70	60.47	32.63	25.98	22.65	75.97
Harvest index (%)	37.21	48.45	44.15	4.18	2.01	23.02
Grain essential oil percentage	2.13	3.85	3.00	12.42	10.43	70.50

جدول۷. میانگین و انحراف میانگین گروه‌های به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خوشه‌ای نسبت به میانگین کل برای ویژگی‌های پدیدشناختی (فنولوژیک) و ریخت‌شناختی زراعی (اگرومورفولوژیک) جمعیت‌های انیسون

Table 7. Mean and mean deviation of the groups of cluster analysis than total average for phenological and agromorphological traits of the anise populations

Group	Population number	Days to flowering	Days to maturity	Grain filling period	Plant height (cm)	Number of fertile umbels	Umbelet numbers per umbel	Grain yield (gr/plant)	Biological yield (gr/plant)	Harvest index (%)	Grain essential oil percentage
Mean of group 1	1-4-6-5	100.95	151.45	50.09	57.04	46.51	11.47	16.41	37.32	44.10	3.13
Mean deviation than total average		1.31	4.61	-0.29	3.77	4.69	0.07	2.17	4.69	-0.05	0.13
Mean of group 2	7-8-2	99.77	149.10	49.85	51.99	36.34	11.72	13.94	32.03	45.11	2.80
Mean deviation than total average		0.13	2.26	-0.54	-1.28	-5.48	0.32	-0.30	-0.61	0.96	-0.20
Mean of group 3	3	94	145	53.17	42.00	39.50	10.10	6.46	15.69	41.43	3.16
Mean deviation than total average		-5.64	-1.84	2.78	-11.27	-2.32	-1.29	-7.78	-16.94	-2.72	0.16

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به وراثت‌پذیری بالا و تنوع عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، درصد اسانس، ارتفاع بوته و شمار چترک در چتر، همچنین رابطهٔ مثبت و معنی‌دار ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شمار چترک در چتر، با همدیگر و رابطهٔ مثبت این ویژگی‌ها با درصد اسانس، می‌توان اظهار داشت که با گزینش این ویژگی‌ها در جمعیت‌های انیسون، عملکرد و درصد اسانس قابل افزایش است. این نتیجه‌گیری با نتایج Singh *et al.* (2002) و Curioni *et al.* (2003) در توافق است. همچنین Abou El. Nasr & Ottai (2012) نیز عنوان کرده‌اند که با گزینش برای هر یک از ویژگی‌های عملکرد دانه هر بوته، درصد اسانس و شمار شاخهٔ اصلی و یا گزینش همزمان برای بیش از یکی از این ویژگی‌ها، می‌توان عملکرد اسانس در این گیاه را بهبود بخشید. نتایج همچنین مشخص کرد که تنوع بالایی بین جمعیت‌های این گیاه وجود داشته و با گزینش در جمعیت‌های برتر، عملکرد و درصد اسانس قابل افزایش است. همچنین با توجه به برتری جمعیت‌های قزوین، مرکزی و سبزوار، می‌توان گزینش درون آن‌ها را برای بهبود عملکرد و درصد اسانس پیشنهاد کرد.

REFERENCES

1. Abou El. Nasr, T. H. S. & Ottai, M. E. S. (2012). Enhancement of essential oil yield of Egyptian anise, *Pimpinella anisum*, L. by individual plant selection. *Australian Journal Basic and Applied Sciences*, 6(7), 510-517.
2. Acimovic, M.G., Korac, J., Jacimovic, G., Oljaca, S., Djukaovic, L. & Vuga-janjatov, V. (2014). Influence of ecological conditions on seeds traits and essential oil contents in anise (*Pimpinella anisum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1), 232-238.
3. Asgari, F., Sefidkon, F. & Mirzaee, M. (1998). Quantitative and qualitative composition of the essential oil of anise. *Research and development*, 38, 110-114. (in Farsi)
4. Al Mofleh, I., Alhaider, A., Mossa, J.S., Al- Soohaibani, M. & Rafatullah, S. (2007). Aqueous suspension of anise (*Pimpinella anisum*) protects rats against chemically induced gastric ulcers. *World Journal of Gastroenterology*, 13(7), 1112-1118.
5. Arslan, N., GüRBüZ, B., Sarihan, E.O., Bayrak, A. & Gümüscü, A. (2004). Variation in Essential Oil Content and Composition in Turkish Anise (*Pimpinella anisum* L.) Populations. *Turk Journal Agriculture*, 28, 173-177.
6. Behera, T. K., Gaikward, A. B., Singh, A. K. & Staub, J. E. (2008). Relative efficiency of DNA markers (RAPD, ISSR and AFLP) in detecting genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 733-7.
7. Cosge, B., İpek, A. & Gurbuz, B. (2009). Some phenotypic selection criteria to improve seed yield and essential oil percentage of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*). *Tarim Bilimleri Dergisi*, 15(2), 127-133.
8. Curioni, A. O., Arizio, O. P., Garcia, M. & Alfonso, W. (2003). Preharvest phenometric characteristics of ansie *Pimpinella anisum* L. plants under various agroedaphoclimatic conditions. *Revista Brasileira de Plantas Medicinalis*, 5, 17-22.
9. Dwivedi, S. V., Sing, T. & Mishra, S. K. (2008). Association studies of yield with quantitative and qualitative characters of fennel. *Progressive Horticulture*, 40, 114-116.
10. Embong, M. B., Hadziyev, D. & Molnar, S. (1977). Essential oils from spices grown in Alberta. Anise oil (*Pimpinella anisum*). *Canadian Journal of Plant Science*, 57,681-688.
11. Jindal, L. N. & Allah-Rang, M. (1986). Variability and association analysis in fennel. *Research and Development Reports*, 3, 50-54.
12. Kara, N. (2015). Yield, quality, and growing degree days of anise (*Pimpinella anisum* L.) under different agronomic practices. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39, 1-9.
13. Li, J. J., Pei, G. L., Pang, H. X., Bilderbeck, A., Chen, S. S. & Tao, S. H. (2006). A new method for RAPD primers selection based on primers bias in nucleotide sequence data. *Journal of Biotechnology*, 126, 415-423.
14. Omidbeigi, R. (2005). Approaches to the production and processing of medicinal plants. (Second ed.). *Astan Quds Razavi press*. Volume 1. (in Farsi)
15. Omidbeigi, R., Hadjiakhoondi, A. & Saharkhiz, M. (2003). Changes in content and chemical composition of *Pimpinella anisum* L. oil at various harvest time. *Journal of Essential oil Bearing Plants*, 6(1), 46-50.
16. Pimenov, M. G., Vasil'eva, M. G., Leonov, M. V. & Daushkevich, J. V. (2003). Karyotaxonomical analysis in the Umbelliferae. *Science Publishers*, Enfield.

www.SID.ir

Archive of SID

17. Reineccius, G. (1994). Source Book of Flavours. 2nd ed. Chapman and Hall. New York.
18. Roy, D. (2000). Plant breeding analysis and exploitation of variation. Pp: 701. *Alpha Science International LTD*.
19. Safai, L., Zeinali, C. & Afyoni, D. (2014) Comparison of Seed Yield and Its Related Components in Genotypes of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Breeding of Seed and Plant*, 30(2), 289-303. (in Farsi)
20. Salamati, M. S. & Zeinali, H. (2013). Evaluation of genetic variation in different populations of Cuminum cyminum L. using morphological traits. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(1), 51-62. (In Farsi)
21. Salamati, M. (2010). Path analysis for the genotypes of anise (*Pimpinella anisum*). Fifth National Conference on new ideas in agriculture. Iran. Esfahan. (in Farsi)
22. Singh, H. P., Patra, N. K., Kalra, A., Singh, H. B., Kumar, B., Singh, S. P. & Singh, A. K. (2002). Genetic distance in coriander (*Coriandrum sativum* L.), for essential oil and yield traits. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 11, 101-105.
23. Telci, I., Demirtas, I. & Sahin, A. (2009). Variation in plant properties and essential oil composition of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) fruits during stages of maturity. *Industrial Crops and Products*, 30, 126-130.
24. Tuncturk, M. & Yildirim, B. (2006). Effect of seed rates on yield and yield components of anise (*Pimpinella anisum*). *Indian Journal of Agriculture Science*, 76(11), 679-681.
25. Ullah, H., Mahmood, A., Ijaz, M., Tadesse, B. & Honermeier, B. (2013). Evaluation of anise (*Pimpinella anisum* L.) accessions with regard to morphological characteristics, fruit yield, oil contents and composition. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(29), 2177-2186.
26. Weir, B.S. (1990). Genetic Data Analysis: Methods for discrete population Genetic Data. *Sinauer Associates.* Sunderland, MA.
27. Yan, F., Beyer, E. M., Azizi, A. & Honermeier, B. (2011). Effects of sowing time and sowing density on fruit yield, essential oil concentration and composition of anise (*Pimpinella anisum* L.) under field conditions in Germany. *Zeitschrift fur Arznei-und Gewurzpflanzen*, 16, 26-33.

www.SID.ir