

مقایسه عملکرد دانه و اجزاء مرتبط با آن در ژنوتیپ‌های رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Comparison of Seed Yield and Its Related Components in Genotypes of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

لیلی صفائی^۱، حسین زینلی^۲ و داود افیونی^۳

۱، ۲ و ۳- به ترتیب مربی، استادیار و مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۷

چکیده

صفائی، ل.، زینلی، ح. و افیونی، د. ۱۳۹۳. مقایسه عملکرد دانه و اجزاء مرتبط با آن در ژنوتیپ‌های رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳: ۳۰۳-۲۸۹.

رازیانه گیاهی علفی و چند ساله است که اسانس و عصاره آن کاربرد وسیعی در صنایع داروسازی، نوشابه سازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد. به منظور بررسی عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در این گیاه، آزمایشی در سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۳ در اصفهان انجام شد و در آن دوازده ژنوتیپ رازیانه شامل ده توده بومی (بوشهر، ارومیه، مشهد، اصفهان، فزوه، ابن سینا، همدان، لرستان، یزد و شیراز) و دو رقم خارجی (P11-820065 و 11486) با استفاده از طرح اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به این که در سال اول به علت خسارت سرمای پاییزه امکان یادداشت برداری از آزمایش وجود نداشت، در سال‌های دوم و سوم صفات مختلف مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، عملکرد و درصد اسانس ژنوتیپ‌ها یادداشت برداری شد. نتایج دو ساله نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به جز صفت تعداد شاخه فرعی، تفاوت معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ P11-820065، با متوسط عملکرد ۵۶۱ گرم در مترمربع و ژنوتیپ ابن سینا با ۲۰۱/۲۲ گرم در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند. سال‌های آزمایش تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و درصد اسانس داشت. ژنوتیپ‌های خارجی به خاطر داشتن طول دوره رویشی و زایشی بیشتر، دارای ارتفاع گیاه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه بیشتری بودند. نتایج ضرایب همبستگی صفات نشان داد که وزن هزار دانه، تعداد روز تا رسیدگی کامل و تعداد چترک در گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در مترمربع داشتند. ژنوتیپ P11-820065 به علت عملکرد بالا و درصد اسانس قابل توجه، جهت کشت در مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه منطقه اجرای آزمایش توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، توده‌های بومی، عملکرد، اجزاء عملکرد، درصد اسانس.

مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی علفی، چند ساله و متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) است. این گیاه دارای ریشه‌ای مستقیم، ساقه‌ای استوانه‌ای به رنگ سبز روشن و به ارتفاع ۲۰۰-۱۵۰ سانتی‌متر، برگ‌های سبز تیره، متناوب و دارای بریدگی با دم‌برگ پهن است. گل‌های کوچک و زرد رنگ گیاه به صورت مجتمع در چتر مرکب قرار می‌گیرند (Mozafarian, 1983)؛ Rechinger and Hedge, 1986؛ Omidbaigi, 1997). میوه رازیانه دوکی شکل با دو انتهای باریک و رنگ آن سبز یا قهوه‌ای روشن است (Anant et al., 2005). امروزه از مواد موثره آن در داروسازی برای مداوای سرفه، دل درد، نفخ، سوء هاضمه در کودکان و تحریک تولید شیر در مادران شیرده استفاده می‌شود. اسانس آن نیز به عنوان چاشنی در صنایع نوشابه‌سازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی کاربرد دارد (Khan et al., 1992).

وجود ژرم پلاسِم گسترده (Patel et al., 2008؛ Menna et al., 2010)، تنوع ژنتیکی بین گونه‌ها، نیاز آبی کم و مقاومت به خشکی از جمله عواملی است که بر اهمیت این گیاه افزوده است (Charles et al., 1993). مورالز و همکاران (Morales et al., 1993) با تحقیق روی ده رقم رازیانه گزارش کردند که این ارقام از نظر ارتفاع و عملکرد دانه تنوع قابل توجهی داشتند.

برنات و همکاران (Bernath et al., 1996) صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکرد دانه را در ۳۴ ژنوتیپ رازیانه بررسی کردند. نتایج کار آنان نشان داد که تنوع وسیعی از نظر عملکرد دانه و درصد اسانس در میان این ژنوتیپ‌ها وجود داشت. مسعود (Massoud, 1992) گزارش کرد که ده رقم مورد بررسی رازیانه، از نظر درصد اسانس با هم متفاوت بودند. تحقیقات زهید و همکاران (Zahid and Abbasi, 2008) روی ۵۰ جمعیت رازیانه نشان داد که آن‌ها از نظر صفات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و درصد اسانس از تنوع بالایی برخوردار بودند. در تحقیق دیگری توسط زهید و همکاران (Zahid et al., 2009) با استفاده از نشانگرهای ملکولی RAPD، وجود تنوع بالا در ژرم پلاسِم رازیانه مورد تاکید قرار گرفت. بر اساس نتایج سینگ و میتال (Singh and Mittal, 2003) عملکرد دانه در گیاه رازیانه با تعدادی از صفات مانند ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین تعدادی از اجزاء عملکرد نیز همبستگی مثبت یا منفی با عملکرد دانه داشتند. از آنجا که دانستن ارتباط بین عملکرد و اجزاء عملکرد جهت پیشبرد اهداف به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بهینه کردن عملکرد دانه از جمله اهداف مهم متخصصین زراعت است (Ali et al., 2003)، تحقیق حاضر به منظور تعیین رابطه بین عملکرد و اجزاء عملکرد در

گیاه دارویی رازیانه و مقایسه ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه از نظر این عوامل طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه عملکرد و اجزاء مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف رازیانه، در سال‌های زراعی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵، تعداد دوازده ژنوتیپ این گیاه با استفاده از طرح اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان کاشته شدند. ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه واقع در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان اصفهان، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۶۱۲ متر، حداقل درجه حرارت ۱۷- و حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد، بافت خاک کلی لوم، طبقه آب و هوایی خشک سرد (بر اساس روش آمبرژه) و میانگین بارندگی ۳۰ ساله ۱۴۰ میلی‌متر است. از دوازده ژنوتیپ مورد بررسی ده ژنوتیپ بومی از مشهد، اصفهان، همدان، بوشهر، یزد، لرستان، ارومیه و شیراز جمع‌آوری شدند. دو رقم خارجی P11-820065 آلمانی (خارجی ۱) و 11486 اروپایی (خارجی ۲) نیز از دفتر گل و گیاهان زینتی، دارویی و قارچ‌های خوراکی تأمین شد. تاریخ کاشت ۱۵ اسفند ماه ۱۳۸۲ بود. هر واحد

آزمایشی چهار ردیف به طول ۳ متر بود. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر منظور شد. عملیات داشت شامل آبیاری و وجین در طی فصل رشد به طور مرتب انجام شد. با توجه به این که در سال ۱۳۸۳ دوره بذردهی دو ژنوتیپ خارجی با سرمای زودرس پاییزه مواجه شد، اندازه‌گیری صفات در این سال انجام نشد و پس از استقرار و سازگاری کامل گیاهان به شرایط محیطی، در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ صفات مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. در این آزمایش در هر کرت دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و صفات تعداد گل‌آذین (چتر مرکب)، تعداد چترک، تعداد گلچه در چترک، تعداد گل پوک، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه در مترمربع، وزن هزار دانه، میانگین ارتفاع گیاه در زمان ۵۰٪ گلدهی، میانگین ارتفاع گیاه در زمان ۱۰۰٪ گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و ۱۰۰٪ گلدهی کامل، تعداد روز تا رسیدگی کامل و درصد اسانس در ده بوته در هر کرت اندازه‌گیری و یادداشت برداری شد. به منظور استخراج اسانس، ۱۰۰ گرم از بذر خشک هر ژنوتیپ انتخاب و آسیاب شد و به مدت ۲ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس‌گیری و درصد آن به روش وزنی-وزنی اندازه‌گیری شد (Anonymous, 1998).

پس از جمع‌آوری اطلاعات مزرعه‌ای، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات با آزمون دانکن و همبستگی بین صفات با استفاده

(Menna *et al.*, 2010).

مقایسه میانگین مرکب صفات در جدول ۲ نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به ژنوتیپ‌های فزوه (۹ عدد)، اصفهان، ابن سینا، 11486 و بوشهر (۸ عدد) و کمترین تعداد در ژنوتیپ‌های لرستان، مشهد و همدان با ۵/۶۶ عدد مشاهده شد. ژنوتیپ‌های 11486 و ابن سینا به ترتیب با دارا بودن ۴۶/۴۵ و ۴۵/۶۳ ژنوتیپ‌های مشهد، ارومیه و همدان به ترتیب با ۱۱/۴۳، ۱۱/۹ و ۱۲/۶۳ عدد بیشترین و کمترین تعداد گل آذین را داشتند. بیشترین تعداد چترک مربوط به ژنوتیپ‌های ابن سینا و اصفهان (به ترتیب ۱۹/۴۶ و ۲۰/۱۶ عدد) و کمترین آن در ژنوتیپ‌های 11486 و بوشهر (به ترتیب ۱۳/۴۱ و ۱۳/۷۳ عدد) به دست آمد. ژنوتیپ‌های همدان، ابن سینا، لرستان، شیراز و مشهد بیشترین تعداد گل در چترک (به ترتیب ۱۹/۴۷، ۱۹/۲۶، ۱۹/۲۲، ۱۸/۴۶ و ۱۸/۰۲ عدد) و ژنوتیپ‌های P11-820065 و 11486 کمترین تعداد (۱۳ و ۱۳/۲۵ عدد) را داشتند. در تحقیق کوسگه و همکاران (Cosge *et al.*, 2009) تعداد انشعاب در گیاه رازیانه از ۴ تا ۱۱ عدد و تعداد چترک در چتر ۱۰/۳۳ تا ۱۸/۸۰ عدد گزارش شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. بالاترین تعداد گل پوک مربوط به ژنوتیپ‌های ابن سینا، شیراز و 11486 (به ترتیب ۱/۰۱، ۰/۹۹ و ۰/۷۳ عدد) و کمترین در ژنوتیپ مشهد (۰/۰۱ عدد) به دست آمد. ژنوتیپ P11-820065 بیشترین عملکرد در

از روش پیرسون انجام شد. از نرم‌افزار SAS و MSTATC برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات (جدول ۱) نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلیه صفات مورد بررسی به استثناء صفت تعداد شاخه فرعی وجود داشت. نتایج همچنین نشان داد که فاکتور سال تنها بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد گل آذین، و تعداد گل پوک اثر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل ژنوتیپ در سال نیز بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد روز تا ۵۰ درصد و گلدهی کامل، تعداد روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع گیاه در ۵۰ درصد گلدهی و گلدهی کامل و درصد اسانس، در سطح احتمال یک درصد و بر صفات تعداد گل آذین و درصد اسانس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. سایر صفات تحت تاثیر اثر متقابل ژنوتیپ و سال قرار نگرفتند. تفاوت‌های مشاهده شده نشان‌دهنده آن است که ژرم پلاسما مورد بررسی از تنوع کافی برخوردار بوده و می‌توان از آن‌ها در انجام کارهای به‌نژادی استفاده کرد. گزارش‌های موجود نیز بیانگر وجود تنوع قابل ملاحظه‌ای در ژرم پلاسما رازیانه است (Massoud, 1992؛ Bernath, 1996؛ Morales, 1993؛ Zahid *et al.*, 2009؛ Patel *et al.*, 2008

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های رازیانه در دو سال زراعی
Table 1. Combined analysis of variance for different traits of fennel genotypes in two years

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	MS میانگین مربعات												
			تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین	تعداد چترک	گل در چترک	گل پوک	عملکرد در مترمربع	وزن هزار دانه	روز تا گلدهی ۵۰٪	روز تا گلدهی کامل	روز تا رسیدگی کامل	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی	ارتفاع در گلدهی کامل	درصد اساس
			Secondary branch number	Inflorcence number	Umblet number	Flower per umblet	Strile flower number	Seed yield per m ²	1000 seed weight	Day to 50% flowering	Days to full flowering	Days to rippening	Plant height in 50% flowering	Plant height in full flowering	Essential oil
Block	تکرار (بلوک)	2	3.58	101.06	12.61	15.05	0.30	5277.02	0.20	0.09	2.00	0.51	172.42	1.85	0.05
Genotypes	ژنوتیپ	11	9.39 ^{ns}	901.97**	25.15*	32.95**	0.59**	62888.24**	2.27**	1257.43**	1573.68**	1529.52**	11783.35**	8949.54**	11.15**
Error A	خطای الف	22	1.57	96.62	3.69	16.64	0.10	14693.25	0.20	1.47	1.10	0.93	94.53	152.55	0.20
Year	سال	1	5.30 ^{ns}	55.91 ^{ns}	823.43**	797.13**	0.07 ^{ns}	367263.06**	0.60**	1258.34**	690.68**	678.34**	295.80*	2625.82**	0.22 **
Genotypes × year	ژنوتیپ × سال	11	4.26**	130.63*	4.83 ^{ns}	7.92 ^{ns}	0.10 ^{ns}	12637.97 ^{ns}	0.30 ^{ns}	41.86**	17.49**	42.04**	246.96**	342.51**	0.03*
Block × year	تکرار × سال	2	4.83	115.06	12.98	28.64	0.25	1745.75	0.02	0.09	2.05	0.51	168.69	533.86	0.005
Error B	خطای ب	22	1.24	43.61	6.15	6.79	0.05	9233.85	0.20	1.47	1.10	0.93	33.35	70.61	0.01

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار؛ ** و *: به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار.

ns: Not significant; ** and *: Significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

در این تحقیق بالاترین وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های P11/820065 و 11486 (به ترتیب ۵/۴ و ۴/۸ گرم) مشاهده شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. علت این امر درشت‌تر بودن بذر این ژنوتیپ‌ها در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود که به همراه آن وزن هزار دانه بالاتری را به دنبال داشت. در ژنوتیپ‌های بومی دامنه تغییرات وزن هزار دانه از ۳/۱ گرم تا ۳/۷ گرم متغیر بود. شریفی عاشورآبادی و همکاران (Sharifi Ashoorabadi *et al.*, 2003) نیز بیشترین وزن هزار دانه رازیانه را ۳/۲۱ و ۳/۲۲ گرم گزارش کردند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و گلدهی کامل و همچنین تعداد روز تا رسیدگی کامل در ژنوتیپ‌های P11-820065 و 11486 (به ترتیب ۸۸، ۹۸ و ۱۷۸ روز) و کمترین آن در ژنوتیپ‌های لرستان، همدان، مشهد و ارومیه به دست آمد. بیشترین ارتفاع گیاه در مرحله ۵۰٪ گلدهی و گلدهی کامل مربوط به ژنوتیپ 11486 (به ترتیب ۲۰۰/۱۱ و ۲۰۴/۲۷ سانتی‌متر) بود و کمترین آن نیز مربوط به ژنوتیپ‌های مشهد، همدان، لرستان و ارومیه بود. ژنوتیپ P11-820065 بیشترین درصد اسانس را معادل ۵/۵ درصد تولید کرد که تفاوت آماری معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین درصد اسانس نیز مربوط به ژنوتیپ‌های همدان و بوشهر (۱/۷۰ درصد) بود. در بین ژنوتیپ‌های بومی بالاترین درصد اسانس مربوط به ژنوتیپ

مترمربع (۵۶۱/۲۸ گرم) و ژنوتیپ‌های ابن سینا، یزد، بوشهر، شیراز، فزوه، ارومیه، اصفهان و مشهد کمترین مقدار (به ترتیب ۲۰۱/۲۲، ۲۲۸/۸۶، ۲۴۷/۶، ۲۵۷/۳۶، ۲۷۲/۲۵، ۳۲۲/۹۶، ۳۲۸/۹۱ و ۳۳۱/۹۳ گرم در مترمربع) را داشتند. در بین ژنوتیپ‌های بومی نیز ژنوتیپ لرستان با ۴۲۳/۵۳ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشت. بر اساس گزارش‌ها، عملکرد دانه رازیانه در سال اول ۰/۴ تا ۰/۶، در سال دوم ۱ تا ۲ و در سال سوم ۰/۶ تا ۱/۵ تن در هکتار گزارش شده است (Sefidkon, 2001; Sharifi Ashoorabadi and Abbaszadeh, 2000; Omidbaigi *et al.*, 2005). اکبری نیا و همکاران (Akbarinia *et al.*, 2005) عملکرد دانه رازیانه را ۱۷۰۳ کیلوگرم در هکتار و نجفی‌آشتیانی و لباسچی (Najafi Ashtiani and Lebaschi, 2006) عملکرد دانه رازیانه در شرایط دیم را ۱۵۲۷ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده‌اند. حداکثر دانه رازیانه در بلوچستان پاکستان ۱۱۸۳ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Agha *et al.*, 2010). استفانی و همکاران (Stefanini *et al.*, 2006) عملکرد دانه رازیانه را ۲ تن در هکتار و خورشیدی و همکاران (Khorshidi *et al.*, 2009) ۲/۵ تن در هکتار گزارش کرده‌اند. با توجه به این که عملکرد رازیانه بستگی به ژنوتیپ و شرایط اقلیمی محل رویش دارد لذا تفاوت‌های مشاهده شده را می‌توان به این عوامل نسبت داد.

معنی‌دار بود. این تفاوت معنی‌دار حاکی از شرایط متفاوت آب و هوایی و محیطی در سال‌های مورد آزمایش بود که در نتیجه صفات را تحت تاثیر قرار داده بود.

محاسبه همبستگی ساده صفات به روش پیرسون نشان داد که عملکرد دانه در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن هزار دانه داشت (جدول ۴)، پس با افزایش وزن هزار دانه، عملکرد دانه گیاه نیز افزایش می‌یابد. همچنین عملکرد دانه در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد چترک و تعداد روز تا رسیدگی کامل داشت، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در برنامه به‌نژادی رازیانه به منظور بالا بردن عملکرد دانه گیاه بایستی به صفات وزن هزار دانه، تعداد چترک و روز تا رسیدگی کامل توجه ویژه‌ای شود و در جهت ارتقاء این صفات تلاش شود. گزارش‌های سینگ و میتال (Singh and Mittal, 2003) و کوسگه و همکاران (Cosge et al., 2009) نیز حاکی از وجود یک رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد چترک و وزن هزار دانه در گیاه رازیانه است.

همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین درصد اسانس با تعداد گل آذین، عملکرد در مترمربع، وزن هزار دانه، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و گلدهی کامل، تعداد روز تا رسیدگی کامل و ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی و گلدهی کامل مشاهده شد. تحقیقات پیکاگلیا و ماروتی (Piccaglia and Marotti, 2001) بر رابطه

ارومیه (۲/۳۵ درصد) بود. در تحقیق کوسگه و همکاران (Cosge et al., 2009) درصد اسانس در ۲۰ ژنوتیپ رازیانه از ۱/۳۰ تا ۵/۳۸ درصد متغیر گزارش شده است که تائیدی بر نتایج این تحقیق است.

بر اساس نتایج به دست آمده ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر دوره رشدی در سه گروه زودرس (همدان، لرستان، ارومیه و مشهد)، متوسط رس (اصفهان، ابن سینا، فزوه، یزد و بوشهر) و دیررس (ژنوتیپ‌های P11-820065 و 11486) قرار گرفتند. عملکرد اسانس حاصل عملکرد دانه در درصد اسانس است (Wagner, 1993). بر اساس مقایسه میانگین صفات (جدول ۲) می‌توان چنین نتیجه گرفت که ژنوتیپ‌های اصلاح شده P11-820065 و 11486 به دلیل دوره رویشی و زایشی طولانی‌تر و همچنین درصد اسانس و وزن هزار دانه بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، از ارتفاع، عملکرد دانه و اسانس بالاتری برخوردار بودند. مقایسه میانگین صفات همچنین نشان داد که ژنوتیپ مشهد دارای تعداد شاخه فرعی و ارتفاع کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود. لذا در صورت ایجاد ارقام پا کوتاه می‌توان از آن‌ها به عنوان یک والد در تلاقی‌ها استفاده کرد.

جدول مقایسه میانگین صفات از نظر سال (جدول ۳) نیز نشان داد که اثر سال بر صفات تعداد چترک، تعداد گل در چترک، عملکرد در مترمربع، درصد اسانس، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع گیاه

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف دوازده ژنوتیپ رازیانه در دو سال

Table 2. Means comparison of different traits of twelve fennel genotypes in two years

Genotype	تعداد شاخه فرعی Secondary branch number	تعداد گل آذین Inflorance number	تعداد چترک Umblet number	گل در چترک Flower per umblet	گل پوک Strile flower number	عملکرد در مترمربع Seed yield per m ²	وزن هزار دانه 1000 seed weight	روز تا %۵۰ گلدهی Day to 50% flowering	روز تا گلدهی کامل Days to full flowering	روز تا رسیدگی کامل Days to ripening	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی Plant height in 50% flowering	ارتفاع در گلدهی کامل Plant height in full flowering	درصد اسانس Essential oil
Isfshsn	8.86a	24.43bcd	20.16a	15.43ab	0.62ab	328.91b	3.5b	78.33c	88.50c	158.66e	161.99bc	170.72bc	1.91de
Fozveh	9.34a	25.34bcd	17.52ab	15.83ab	0.40ab	272.25b	3.7b	79.16c	89.33c	159.50de	152.88bcd	169.37bc	2.09de
Ebne Sina	8.00a	45.63a	19.46a	19.26a	1.01a	201.22b	3.4b	79.66c	90.16c	160.83d	147.38cd	166.66bc	2.15cd
Lorestan	5.66b	13.90cd	15.90bc	19.22a	0.29ab	423.53ab	3.3b	52.66e	59.00ef	135.66gh	74.88f	95.55f	1.86de
Hamedan	5.66b	12.63d	15.51bc	19.47a	0.37ab	366.79ab	3.4b	54.00e	59.50ef	136.50g	72.72f	97.33f	1.50e
Yazd	7.40ab	20.20bcd	17.30ab	16.95ab	0.49ab	228.86b	3.1b	68.00d	82.66d	148.50f	106.88e	135.99de	2.04cd
Mashhad	5.66b	11.43d	14.91bc	18.02a	0.01b	331.93b	3.5b	53.00e	57.83f	136.50g	69.68f	92.94f	2.00de
P11-820065	7.86ab	30.73abc	15.53bc	13.03b	0.55ab	561.28a	5.4a	87.16a	97.00a	179.83a	167.77b	176.87b	5.50a
Shiraz	7.66ab	33.93ab	16.85abc	18.46a	0.99a	257.36b	3.4b	77.83b	88.50c	161.83c	139.33d	153.72cd	2.10de
11486	8.50a	46.45a	13.41c	13.25b	0.73a	427.18ab	4.8a	88.00a	98.33a	178.00b	200.11a	204.27a	4.03b
Oromieh	7.06ab	11.90d	16.89abc	17.58ab	0.28ab	322.96b	3.4b	52.16e	60.16e	134.50h	75.16f	95.44f	2.35c
Boshehr	8.03a	25.36bcd	13.73c	15.16ab	0.59ab	247.60b	3.5b	85.16b	93.16b	92.89i	110.99e	125.83e	1.83de

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های رازیانه در دو سال آزمایش
 Table 3. Comparison of means of different traits of fennel genotypes in two years of experiment

سال	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین	تعداد چترک	گل در چترک	گل پوک	عملکرد در مترمربع	وزن هزار دانه	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا گلدهی کامل	روز تا رسیدگی کامل	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی	ارتفاع در گلدهی کامل	درصد اسانس	
Year	Secondry branch number	Inflorance number	Umblet number	Flower per umblet	Strile flower number	Seed yield per m ²	1000 seed weight	Day to 50% flowering	Days to full flowering	Days to rippening	Plant height in 50% flowering	Plant height in full flowering	Essential oil	
First year	سال اول	7.75a	26.04a	19.81a	20.20a	0.58a	402.24a	3.84a	75.44a	83.44a	157.30a	116.91b	134.35b	2.56b
Second year	سال دوم	7.20a	24.28a	13.05b	13.54b	0.45a	259.40b	3.65a	67.08b	77.25b	151.16b	129.72a	146.43a	2.67a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های رازیانه
Table 4. Simple correlation coefficients between different traits of fennel genotypes

Traits	صفات	تعداد شاخه فرعی Secondary branch number	تعداد گل آذین Inflorcence number	تعداد چترک Umblet number	گل در چترک Flower per umblet	گل پوک Strile flower number	عملکرد در مترمربع Seed yield per m ²	وزن هزار دانه 1000 seed weight	روز تا ۵۰٪ گلدهی Day to 50% flowering	روز تا کامل گلدهی Days to full flowering	روز تا رسیدگی کامل Days to rippening	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی Plant height in 50% flowering	ارتفاع در کامل گلدهی Plant height in full flowering
Inflorcence number	تعداد گل آذین	0.42**											
Umblet number	تعداد چترک	0.13	0.1										
Flower per umblet	گل در چترک	-0.13	0.04	0.73**									
Strile flower number	گل پوک	0.32**	0.69**	0.18	0.19								
Yield per m ²	عملکرد در مترمربع	0.002	0.02	0.23*	0.12	-0.04							
1000 seed weight	وزن هزار دانه	0.20	0.34**	-0.07	-0.25*	0.09	0.52**						
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ گلدهی	0.61**	0.66**	0.20*	-0.08	0.51**	0.15	0.45**					
Day to 100% flowering	روز تا ۱۰۰٪ گلدهی	0.62**	0.68**	0.17	-0.14	0.51**	0.07	0.43**	0.97**				
Day to rippening	روز تا رسیدگی کامل	0.51**	0.67**	0.11	-0.17	0.46**	0.24*	0.59**	0.94**	0.92**			
Plant height in 50% flowering	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی	0.48**	0.64**	-0.05	-0.36**	0.42**	0.04	0.43**	0.78**	0.81**	0.85**		
Plant height in full flowering	ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی	0.54**	0.70**	-0.03	-0.34**	0.44**	-0.02	-0.02	0.75**	0.81**	0.81**	0.93**	
Essential oil (%)	درصد اساس	0.18	0.36**	-0.10	-0.27**	0.15	0.43**	0.75*	0.44**	0.44**	0.64**	0.53**	0.33**

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار؛ ** و *: به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار است.

ns: Not significant; ** and *: Significant at 1% and 5% probability levels respectively.

و تاییدی بر این مسئله است که با طولانی تر شدن دوره رشدی گیاه، عملکرد گیاه افزایش خواهد یافت. وزن هزار دانه و درصد اسانس گیاه در طی دو سال تفاوت معنی داری نداشت. شاید بتوان دلیل آن را تحت تاثیر محیط قرار گرفتن کمتر این دو صفت دانست. لذا سال و شرایط آب و هوایی بر آن بی تاثیر بوده است.

در مجموع می توان نتیجه گرفت که جهت افزایش عملکرد دانه در گیاه رازیانه لازم است به صفات وزن هزار دانه، تعداد چترک در گیاه و تعداد روز تا رسیدگی کامل توجه ویژه ای شود. همچنین در صورتی که هدف اصلی حصول به بالاترین درصد اسانس باشد بایستی جهت بهبود تعداد گل آذین، تعداد روز تا درصد گلدهی و گلدهی کامل، تعداد روز تا رسیدگی کامل و ارتفاع در ۵۰ درصد گلدهی و گلدهی کامل تلاش شود. ژنوتیپ P11-820065 به علت عملکرد بالا و درصد اسانس قابل توجه، جهت کشت در مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه منطقه اجرای آزمایش توصیه می شود.

مثبت و معنی دار اسانس با تعداد گل آذین تاکید دارد. کوسگه و همکاران (Cosge *et al.*, 2009) نیز افزایش تعداد شاخه فرعی و ارتفاع گیاه را عامل مثبتی در افزایش میزان اسانس گزارش کرده اند.

اثر متقابل ژنوتیپ و سال در جدول ۵ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین تعداد شاخه فرعی متعلق به ژنوتیپ اصفهان در سال اول بود. بیشترین تعداد گل آذین در ژنوتیپ 11486 سال دوم (۵۰/۰۳ عدد) و کمترین آن در ژنوتیپ لرستان (۹ عدد) همان سال به دست آمد. بیشترین تعداد چترک متعلق به ژنوتیپ اصفهان در سال اول بود. در صورتی که بیشترین تعداد گل در چترک در ژنوتیپ های لرستان، همدان و مشهد مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه در مترمربع، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا گلدهی کامل و تعداد روز تا رسیدگی کامل نیز در سال اول و در ژنوتیپ P11-820065 و پس از آن در ژنوتیپ 11486 مشاهده شد. این مسئله تاییدی بر نتایج حاصل از همبستگی صفات بود

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سال بر روی صفات مختلف ژنوتیپ‌های رازیانه

Table 5. Means comparison of interaction effect of genotype and year on different traits of fennel genotypes

Year	Genotype	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین	تعداد چترک	گل در چترک	گل پوک	عملکرد در مترمربع	وزن هزار دانه	روز تا گلدهی ۵۰٪	روز تا گلدهی کامل	روز تا رسیدگی کامل	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی	ارتفاع در گلدهی کامل	درصد اسانس
		Secondary branch number	Inflorance number	Umblet number	Flower per umblet	Strile flower number	Seed yield per m ²	1000 seed weight	Day to 50% flowering	Days to full flowering	Days to rippening	Plant height in full flowering	Plant height in full flowering	Essential oil
First	Isfshsn	9.66a	29.20cdef	25.13a	20.73abc	0.68abcde	481.1abc	3.86cd	85.66b	94.00b	164.3e	162.7cd	168.8bcd	1.9h
	Fozveh	9.33ab	30.00cdef	19.93bc	17.53cdef	0.37abcd	387.2bcd	4.00bc	85.33b	93.66b	164.0e	145.8e	163.1bcde	2.16f
	Ebne Sina	8.66abc	50.80ab	23.00ab	22.26ab	1.04a	200.8ef	3.63cdef	84.33bc	93.33b	164.7e	136.1e	168.3bcd	2.43d
	Lorestan	6.66abcde	18.80fghi	18.66bcde	23.53a	0.58abcde	460.1bc	3.20ef	56.33i	62.00h	138.3l	62.77j	89.77h	1.86h
	Hamedan	6.00bcde	14.66ghi	18.26bcde	23.26a	0.39cdef	475.2abc	3.80cde	58.00i	62.00h	138.0l	57.77j	90.99h	1.40i
	Yazd	6.33abcde	16.86fghi	22.06ab	20.60abc	0.24defg	311.4cdef	3.16f	66.00h	85.33cd	146.0k	99.44gh	123.3f	2.30e
	Mashhad	6.33abcde	15.40ghi	17.93bcdef	22.66a	0.02fg	390.5bcd	3.63cdef	58.00i	61.66h	138.0l	61.03j	89.22h	2.03g
	P11-820065	8.00abcd	33.93cde	19.00bcd	16.53defg	0.69abcde	644.6a	5.40a	93.33a	99.00a	185.7a	164.2cd	175.6b	6.40a
	Shiraz	8.33abcd	30.26cdef	19.93bc	20.26abcd	0.95abc	299.4cdef	3.46cdef	83.66bc	93.00b	165.7e	138.3e	155.8cde	2.16f
	11486	8.33abcd	36.86cd	16.46cdefg	15.73efgh	0.67abcde	539.0ab	4.43b	93.00a	98.66a	184.0b	207.2a	177.9b	4.56b
	Oromieh	8.66abc	12.86hi	19.20bcd	20.73abc	0.43bcdef	380.9bcde	3.66cdef	56.33i	65.33g	134.0mn	61.99j	89.22h	3.00c
	Boshehr	6.66abcde	22.86efgh	18.20bcde	18.53bcde	0.58abcde	256.7def	3.86cd	85.33b	93.33b	165.0e	105.7fg	120.3fg	1.90h
Second	Isfshsn	8.06abcd	19.66fghi	15.20cdefgh	11.80hij	0.56abcde	176.7f	3.15f	71.00fg	83.00e	153.0i	161.3cd	172.7bc	1.90h
	Fozveh	9.35ab	20.68efghi	15.11cdefgh	14.62efghi	0.79abcd	157.3f	3.41cdef	73.00f	85.00d	155.0h	160.0cd	175.7b	2.16f
	Ebne Sina	7.33abcde	40.46bc	15.93cdefg	18.00cdef	0.98ab	201.7ef	3.26def	75.00e	87.00c	157.00fg	158.7d	165.0bcde	2.43d
	Lorestan	4.66e	9.00i	13.15fghi	14.91efghi	0.005fg	387.0bcd	3.56cdef	49.00j	56.00ij	133.0n	87.00i	101.3h	1.86h
	Hamedan	5.33cde	10.60hi	12.75ghi	13.99fghi	0.34defg	258.3def	3.16f	50.00j	57.00i	135.0m	87.66hi	103.7gh	1.40i
	Yazd	8.46abc	23.53defgh	12.53ghi	13.30ghij	0.73abcd	146.3f	3.15f	70.00g	80.00f	151.0j	114.3f	148.7e	2.30e
	Mashhad	5.00de	7.46i	11.88ghi	13.37ghij	0.16g	273.3def	3.45cdef	48.00j	54.00k	135.0m	78.33i	96.66h	2.03g
	P11-820065	7.73abcde	27.53cdefg	12.06ghi	9.53j	0.41cdef	478.0abc	5.43a	81.00d	95.00b	174.0c	171.3c	178.2b	6.40a
	Shiraz	7.00bcdefg	37.60c	13.76efghi	17.33cdefg	1.03a	215.3def	3.42cdef	72.00fg	84.00de	158.0f	140.3e	151.7de	2.16f
	11486	8.66abc	56.03a	10.36hi	9.96j	0.79abcd	315.3cdef	5.30a	83.00c	98.00a	172.0d	193.0b	230.7a	4.56b
	Oromieh	5.46efg	10.93hi	14.59defgh	14.37fghi	0.13efg	265.0def	3.30def	48.00j	55.00jk	135.0m	88.33hi	101.7h	3.00c
	Boshehr	9.4ab	27.86cdefg	9.26i	11.33ij	0.59abcde	238.5def	3.23ef	85.00bc	93.00b	156.0gh	116.3f	131.3f	1.90h

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

References

- Agha, Q., Ahmad, S., Islam, M., Gill, A., and Athar, M. 2010.** Growth and production potential of five medicinal crops in highlands of Balochistan, Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(20): 2159-2163.
- Akbarinia, A., Khosravifard, M., Rezaei, M. B., and Sharifi Ashoorabadi, E. 2005.** The comparison of autumnal and spring fennel, ammi, anise and nigella cultivation in irrigation and dry farming condition. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants* 20 (3): 319-334 (in Persian).
- Ali, N., Javidfar, F., Elmira, J. Y., and Mirza, M. Y. 2003.** Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Botany* 35:167-174.
- Anant, K. J., Sanket, K. J., and Tarun, P. 2005.** Seed album of some medicinal plants of India. *Asian Medicinal Plants & Health Care Trust, New Dehli, India.* 107 pp.
- Anonymous, 1998.** *British Pharmacopoeia, Vol. 2.* Pharmacopoeia Commission. HMSO, London, UK.
- Bernath, J., Kattaa, A., Nemeth, E., and Franke, R. 1996.** Biological investigation of fennel (*Foeniculum vulgare*) population of different genotype . *Coltivazione e miglioramento di piante officinali, Trento, Italy.*
- Charles, D. J., Morales, M. R., and Simon, J. F. 1993.** Essential oil of fennel. pp.570-573. In: Janick, J., and Simon, J. E. (eds.) *New Crops.* Wiley, New York, USA.
- Cosge, B., İpek, A., and 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.
- Khan, M. M. A., Samiullah, S. H. A., and Afridi, M. M. R. K. 1992.** Yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in relation to basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. *Journal of Plant Nutrition* 15: 2505- 2515.
- Khorshidi, J., Fakhr Tabatabaei, M., Omidbaigi, R., and Sefidkon, F. 2009.** The effect of different densities of planting on morphological characters, yield, and yield components of fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill cv. Soroksary). *Journal of Agricultural Science* 1(2): 66- 73.

- Massoud, H. 1992.** Study on the essential oil in seed of some fennel cultivars under Egyptian enviromental conditions. 40th Annual Congress on Medicinal Plant Research , TRIESTE, Italy, 1992, *Planta Medica* 58(7): 681-682 .
- Menna, R. S., Kakani, R. K., Anwer, M. M., and Panwar, A. 2010.** Variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *The Indian Journal of Agricultural Science* 80(8): Abstract.
- Morales, M. R., Charles, D. J., and Simon, J. E. 1993.** Fennel: A new specialty vegetable for the fresh market. pp: 575-579. In: Janick, J., and Simon, J. E. (eds.) *New Crops*. Wiley, New York, USA.
- Mozafarian, V. 1983.** Apiaceae Family in Iran, Identification Keys and Distribution. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. Seriol No. 35, 388 pp. (in Persian).
- Najafi Ashtiani, A., and Labaschi, M. H. 2006.** The study of fennel yield in different gradients. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants* 21: 33-42 (in Persian).
- Omidbaigi, R. 1997.** Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants, Vol. 2. Nasheran Publication, Tehran, Iran. 424 pp. (in Persian).
- Omidbaigi, R., Sadraii Manjili, K., and Sefidkon, F. 2005.** The effect of sowing date on qualitative and quantitative yield of *Lomatopodium staurophyllum*. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants* 20: 73-85 (in Persian).
- Patel, D. G., Patel, P. S., and Patel, I. D. 2008.** Studies on variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *The Indian Journal of Agricultural Science* 17(1): 29-32.
- Piccaglia, R., and Marotti, M., 2001.** Characterization of some Italian types of wild fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (1): 239-244.
- Rechinger, K. H., and Hedge, I. C. 1986.** Umbelliferae. In: Rechinger, K. H. *Flora Iranica*. Vol. 162. Graz: Akademische Druck-u Verlagsanstalt, Austria. 596 pp.
- Sefidkon, F. 2001.** A study on qualitative and quantitative of fennel oil in different growth stages. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants* 16: 85-104 (in Persian).
- Sharifi Ashoorabadi, E., and Abbaszadeh, B. 2000.** The effect of organic and chemical fertilizers on N absorption in fennel. *Iranian Journal of Medical and*

Aromatic Plants 15: 24-31 (in Persian).

- Sharifi Ashoorabadi, E., Matin, A., and Lebaschi, M. H., 2003.** Growth physiological index in fennel (*Foeniculum vulgare*) under fertilizer condition. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants 18 (2): 157-182 (in Persian).
- Singh, Y., and Mittal, P. 2003.** Correlation and path-coefficient analysis in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Crop Research 25: 111-115.
- Stefanini, M. B., Ming, L. C., Marques, M. O. M., Meireles, M. A. A., Moura, L. S., and Marchese, J. A. 2006.** Seed productivity, yield and composition of the essential oil of fennel *Foeniculum vulgare* var. *dulcis* in the season of the year. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 8: 86-90.
- Wagner, H. 1993.** Maximizing seed yield and important components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) .Wissens Chaft Technologie 95 (3) : 114-117 .
- Zahid, N. Y., and Abbasi, N. A. 2008.** Morphological characteristics and oil contents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions from different regions of Pakistan. Journal of Chemistry Society of Pakistan 30(6): 889-895.
- Zahid, N. Y., Abbasi, N. A., Hafiz, I. A., and Ahmad, Z. 2009.** Genetic diversity of indigenous fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) germplasm in Pakistan assessed by RAPD markers. Pakistan Journal of Botany 41(4): 1759-1767.

