Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص ۱۰۰۸-۹۹۵

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 995-1008

بررسی‌خصوصیات فنولوژیکی، ریختی و فیتوشیمی ژنوتیپ‌های زنیان (*Trachyspermum ammi* L.)

مهدی فراوانی[1*]، نرجس عزیزی[1]، عبدالکریم نگاری[2]، مجید رنجبر[2] و علی اشرف جعفری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

فراوانی، م.، عزیزی، ن.، نگاری، ع.، رنجبر، م.، و اشرف جعفری، ع. ۱۳۹۸. بررسی‌خصوصیات فنولوژیکی، ریختی و فیتوشیمی ژنوتیپ‌های زنیان (*Trachyspermum ammi* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱ (۳): ۱۰۰۸-۹۹۵.

چکیده

توده‌های زنیان موجود در کشور دارای تنوع بسیار بالایی از نظر صفات کیفی و کمّی هستند. به‌منظور بررسی روابط بین صفات مورفولوژیک و زراعی و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد دانه، تعداد ۱۸ توده زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق مشهد در طی سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد عملکرد دانه بین ۹۳۸-۳۷۳ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده است. در این آزمایش صفات ریختی و فنولوژیکی، عملکرد سرشاخه، بازده اسانس و تولید بذر مطالعه شد. بر اساس نتایج حاصل، تنوع قابل ملاحظه و معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) در میان ژنوتیپ‌ها ازنظر صفات اندازه‌گیری شده همانند ۵۰٪ گل‌دهی ۱۳۰- ۸۵ روز، وزن زیست‌توده ۲۴۵- ۷۲ گرم در بوته، عملکرد دانه در بوته ۶۱/۳- ۳۸ گرم و درصد اسانس ۱۱/۲۲-۳/۰۸٪ بین ژنوتیپ‌های مختلف به اثبات رسید. نتایج همبستگی نشان داد عملکرد اسانس دارای همبستگی مثبت بالا و معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) با صفات درصد اسانس، وزن بوته، عملکرد دانه در بوته، وزن کل بوته و شاخص برداشت داشته است. همبستگی کمی بین صفات تاج و پوشش و زمان رسیدگی فیزیولوژیکی با عملکرد اسانس وجود داشت. همبستگی عملکرد دانه بازمان ساقه رفتن معنی دار (۵٪) و به‌شکل منفی (۰/۵۲-) بود. تجزیه علیت نشان داد بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت (۳۹٪) بر عملکرد اسانس دانه مربوط وزن کل بوته هست که خود همبستگی مثبت و بالایی (۵۳٪) با تعداد روز تا رسیدگی داشته است. برای مطالعه توده‌های بومی زنیان، انتخاب صفاتی همانند وزن کل بوته، ارتفاع بوته، زمان ساقه رفتن و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه از اهمیت خاصی برخوردار بوده و باید با دقت نظر و تأکید بیش‌تری در برنامه‌های اصلاحی مد نظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تنوع، رسیدگی فیزیولوژیکی، علیت، همبستگی

مقدمه

مطالعه خصوصیات فنولوژی و مورفولوژیکی گیاه دارویی، منجر به شناخت بهتر از میزان و نحوه رشد و نمو شده و می‌توان براساس این ویژگی برنامه‌ریزی دقیقی برای بهره‌برداری بهینه از گیاه و میزان مواد مؤثره نمود. ارزیابی خصوصیات فنولوژی به‌منظور شناسایی و طبقه‌بندی اکوتیپ‌های زودرس، دیررس و میان‌رس گیاه دارویی زنیان و بررسی میزان اسانس به‌دست‌آمده از هر اکوتیپ دارای اهمیت بوده و نتایج حاصله را می‌توان در برنامه‌های اصلاحی مدنظر قرار داد (Mirzahosseini et al., 2017).

خصوصیات گیاه‌شناسی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.): گیاهی یک‌ساله از خانواده چتریان با ۲n= ۱۸ به‌نام اجوان نیز شناخته می‌شود (Dalkani et al., 2011). اسامی مترادف فارسی اجوان، اسپرکای، انیسون بری، کمون حبشی، هاضوم، اژغون، زنیان و نانخواه می‌باشد. اسامی علمی مترادف آن عبارت از: *Trachyspermum*

۱ و ۲ - به‌ترتیب استادیار و کارشناسان بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۳- استاد مؤسسه تحقیقات جنگل و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email : mfaravani@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.73235

www.SID.ir

Archive of SID

Trachyspermum ammi، *Ammi copticum*، *copticum* و *Carum copticum* می‌باشد (Jan, et al., 2015). ارتفاع گیاه کم‌تر از یک متر (۹۰-۳۰ سانتی‌متر)، پرشاخ‌وبرگ، برگ‌هایی با پهنک منقسم به بریدگی‌های نازک، ظریف و گل‌های به‌رنگ سفید و مجتمع به‌صورت چتر مرکب دارد (Rezaei-Chianeh & Nasab, 2014). گل‌ها به‌روزآوری و دوجنسی هست. اشعه چتر آن کوتاه دارای طول نسبتاً مساوی و منتهی به براکته‌های باریک در محل اتصال به یکدیگر است. میوه‌اش شیزوکارپ،کوچک بیضوی به‌رنگ قهوه‌ای مایل به زرد و دارای بویی شبیه تیمول است بر روی میوه آن پنج خط طولی نخی‌شکل به‌رنگ روشن‌تر و دو نوع تار نازک مشاهده می‌شود. قسمت مورد استفاده این گیاه میوه آن است که زنیان نامیده می‌شود (Lubadde, 2014).

مناطق پراکنش زنیان در ایران: این گیاه یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گیاهان دارویی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران برای کشاورزی در شرایط کمبود آب حائز اهمیت فراوان است. سیستان و بلوچستان، تبریز، اصفهان، بین ایذه و ده دز ارتفاعات ۱۱۰۰ متری، فارس، مکران و تربت حیدریه می‌توان اشاره کرد. واکنش اکوتیپ‌های زنیان ازنظر مقاومت به سرما و نشت الکترولیت‌ها بعد از قرار گرفتن در معرض دماهای یخزدگی متفاوت هست تحقیقات نشان داده با کاهش دما به ۷/۵- درجه سانتی‌گراد، درصد بقاء دو اکوتیپ نیشابور و تربت حیدریه را به کم‌تر از ۲۰ درصد کاهش داد، درحالی‌که درصد بقاء اکوتیپ بیرجند در این دما حدود ۶۰ درصد بود. به نظر می‌رسد که اکوتیپ بیرجند با کم‌ترین درصد نشت الکترولیت‌ها، بالاترین درصد بقاء و وزن خشک بوته و تحمل به تنش یخزدگی بهتری از دو اکوتیپ دیگر دارد (Nezami et al., 2013).

الگوی کاشت نقش مؤثری در کارایی جذب نیتروژن توسط گیاه زنیان دارد که بر رشد اندام‌های مختلف و میزان نیتروژن موجود در اندام‌های‌گیاه تأثیرگذار می‌باشد (Azizi et al., 2015).

بیش‌ترین عملکرد اسانس با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل‌شده است. با استفاده از کود ورمی‌کمپوست (پنج تن در هکتار) میزان مصرف کود شیمیایی اوره تا حد ۷۵ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد و عملکرد اسانس مناسبی اسانس حدود ۸۵ کیلوگرم در هکتار تولید می شود (Saydi et al., 2016). اسانس دانه زنیان دو تا چهار درصد است. تعداد ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس زنیان در منابع مختلف از ۹ تا ۱۷ مورد گزارش‌شده است که هم خواص آنتی‌اکسیدانی و هم خواص ضدمیکروبی و در نتیجه قابلیت استفاده به‌عنوان نگهدارنده مواد غذایی دارد. ترکیبات اسانس آنتیمول،کارواکرول،آلفاوبتاپینن،ترپینن، پاراسیمن و سایر ترکیبات گزارش شده که بیش‌تر در دانه آن قرار دارد. میزان درصد اسانس گیاه تحت تأثیر انتخاب ژنوتیپ و مدیریت مزرعه قابل افزایش هست (Eblagh et al., 2013).

ظهور مراحل فنولوژیکی در هر گیاه از عوامل محیطی و ژنتیکی ناشی می‌شود که تأثیر مستقیم بر روی عملکرد گیاه دارد. از میان عوامل محیطی، دما اثر قابل‌توجهی بر فنولوژی گیاهان دارد. در گیاهان دارویی علاوه بر میزان تولید محصول، متابولیت‌های ثانویه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. ازاین‌رو برای دستیابی به عملکرد مطلوب و میزان مواد مؤثره قابل‌قبول در هر گیاه لازم است که ظهور مراحل مختلف رشدی، ثبت و موردمطالعه قرار گیرند، زیرا ترکیب‌های مؤثره گیاهان از نظر کمّی و کیفی در طول دوره رویش دچار تغییر و تحول می‌شوند (Zarezadeh et al., 2007).

در تحقیقی ۲۵ ژنوتیپ زنیان با سه ژنوتیپ نمونه در شرایط محیطی مختلف توسط سنجش ضرایب همبستگی مورد بررسی قرار گرفتند نتایج حاکی از آن بود که ضرایب همبستگی فنوتیپی بیش‌تر از ضرایب ژنوتیپی بوده و صفت عملکرد بیولوژیکی بیش‌ترین همبستگی مثبت مستقیم را با عملکرد دانه داشت (Monika et al., 2017). اختلاف معنی‌داری بین اکوتیپ‌های زنیان ازنظر صفات فنولوژی وجود داشته که بیانگر متفاوت بودن فاصله زمانی رسیدن به هر یک از مراحل رشدی در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه بود. بیش‌ترین اختلاف معنی‌دار در صفت گل‌دهی دیده شد که نشان داد زمان رسیدن به مرحله گل‌دهی در اکوتیپ‌های موردمطالعه متغیر است. هم‌چنین کم‌ترین اختلاف معنی‌دار در صفت زمان دانه‌بندی دیده شد. میزان اسانس نمونه‌ها نیز از ۲/۷٪ سربیشه تا ۶/۱ ٪ اراک متغیر بود. با استفاده از مقایسه میانگین‌ها، چهار اکوتیپ برتر ازلحاظ زودرسی، میان‌رسی و دیررسی در هر مرحله فنولوژی مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفتند (Mirzahosseini et al., 2017).

شناسایی ژنتیکی و ثبت ارقام مختلف گیاهی یکی از ارکان مهم حفاظت و بهره‌برداری صحیح مناسب از منابع ژنتیکی به‌شمار می‌آید که این امر در اکثر گیاهان، از روی خصوصیات مورفولوژیکی صورت می‌گیرد. پژوهش حاضر با هدف شناسایی منابع ژنتیکی برتر و احیاء اکوتیپ‌های زنیان صورت گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

داشتن تنوع در نمونه‌های گیاهان داروئی، از اهمیت خاصی برخوردار است. با اتخاذ روش‌های ویژه و شناخته‌شده می‌توان از این تنوع استفاده نمود. لذا ارزیابی تنوع گونه‌های گیاهی برای نگهداری منابع ژنتیکی و کاربرد علمی و عملی این مواد در برنامه‌های به‌نژادی برای متخصصین اصلاح نباتات امری حیاتی است. در پژوهش حاضر سعی شده تا با بررسی صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی، اجزاء عملکرد و اسانس و روابط میان عملکرد و اجزای آن و هم‌چنین اطلاع ارتباط صفات مؤثر بر عملکرد دانه و اسانس را شناسایی کرده تا بتوان از آن‌ها در انتخاب غیرمستقیم در مزرعه، بهره برد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه طرق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در شهر مشهد انجام شد. در این بررسی بذور۲۷ ژنوتیپ زنیان دریافت شده از بانک ژن منابع طبیعی ایران (جدول ۱) در قالب آزمون بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. بذور ژنوتیپ‌ها در بهمن‌ماه در بستر پیت موس در سینی‌های پلاستیکی کشت شد. آبیاری در گلخانه شاسی سرد به‌صورت هفتگی انجام شد. انتقال نشاء در اواسط اسفندماه پس از آماده‌سازی زمین و ایجاد ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متری، به فاصله بوته ۵۰ سانتی‌متری روی ردیف‌های در کرت‌هایی شامل سه ردیف شش متری برای هر ژنوتیپ کشت گردید. کودپاشی با استفاده از ۵۰کیلوگرم کود اوره به همراه ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار صورت گرفت. آبیاری به‌فاصله ده‌روزه و با سیستم قطره‌ای انجام گردید. مراحل فنولوژیکی گیاه برای هر ژنوتیپ بر اساس زمان ۵۰ درصد سبز شدن، به ساقه رفتن، ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیکی ثبت گردید. در پایان فصل رشد، تعداد پنج بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت و پس‌ازانتقال به آزمایشگاه، خصوصیات ریختی گیاه شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه، وزن دانه در هر بوته، وزن زیست‌توده هر بوته اندازه‌گیری شد. هم‌چنین میزان عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس اندازه‌گیری گردید. اسانس نمونه‌های زنیان با استفاده از دستگاه کلونجر و ۳۰ گرم نمونه دانه‌زنیان به‌روش تقطیر با بخار آب استخراج و اندازه‌گیری شد (Shahhoseini et al., 2018). تجزیه آماری توسط نرم‌افزارهای SPSS24 و AMOS24 صورت گرفت.

جدول ۱- اکوتیپ های زنیان اخذ شده از بانک ژن منابع طبیعی ایران

Table 1- Ajwain ecotypes of natural resources bank in Iran

ردیف Row	کد بانک ژن Accession number		منطقه Location	ردیف Row	کد بانک ژن Accession number		منطقه Location
1	906	Karaj	کرج	15	15130	Tehran	تهران
2	943	Esfahan	اصفهان	16	15226	Arak	اراک
3	1085	-	نامشخص	17	15484	Shahedieh	شاهدیه
4	3883	Karaj	کرج	18	20055	Ilam	ایلام
5	7893	Qom	قم	19	31831	Yazd	یزد
6	10124	Esfahan	مبارکه اصفهان	20	37251	Sarbisheh	سربیشه
7	10569	Ardabil	اردبیل	21	37477	Ghaen	قاین
8	12313	Shiraz	شیراز	22	37483	Birjand	بیرجند
9	14492	Arak	اراک	23	37492	Birjand	بیرجند
10	14525	Arak	اراک	24	37529	Ghaen	قاین
11	14548	Arak	اراک	25	38913	Boshruyeh	بشرویه
12	14593	Arak	اراک	26	38924	Birjand	بیرجند
13	14594	Arak	اراک	27	38929	Sarbisheh	سربیشه
14	14743	Arak	اراک		**		***

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج آماری نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq 0.01$) در صفات مورد بررسی شامل درصد بین صفات فنولوژیکی ساقه رفتن، تعداد انشعابات ساقه، ارتفاع بوته، مساحت تاج و پوشش، تعداد گل، شروع گل‌دهی، ۵۰٪ گل‌دهی، دانه بستن، رسیدگی فیزیولوژیکی و اجزاء عملکرد همانند تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک، تعداد دانه در چترک، وزن دانه تک‌بوته، وزن زیست‌توده هر بوته، وزن هزار دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس بین تعداد ۲۷ ژنوتیپ زنیان وجود داشته است (جدول‌های ۲ و ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف مرفولوژیکی اندازه‌گیری شده زنیان

Table 2- Analysis of variance of various morphological traits of Ajwain

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد انشعابات Stem branches	رسیدگی کامل Seed maturity	رسیدگی فیزیولوژیکی Phyisilogical stage	دانه بستن Seed setting	ارتفاع درزمان برداشت Plant height	مساحت تاج و پوشش Canopy cover	۵۰٪ گل‌دهی 50% of flowering stage	شروع گل‌دهی Floweing stage	ساقه رفتن Stem elongation stage
بلوک R	2	1.42	91.19	23.62	2.37	43.39	5358787.4	21.71	14.5	14.9269
اکسشن *Accessions*	26	8.21**	1419.86**	803.55**	15.01**	374.61**	84503103**	432.54**	307.57**	307.03**
خطا Error	52	3.55	114.05	14.98	4.56	23.63	6268147.22	15.26	3.73	3.72
ضریب تغییرات (٪) CV		20.56	7.92	3.2	3.2	6.64	16.47	3.87	2.3	5.4

* و **: به‌ترتیب به‌معنی معنی‌دارشدن در سطح ۵ ٪ و ۱٪ است.

* and **: are significant at the levels of 5% and 1%, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف زراعی اندازه گیری زنیان

Table 3- Analysis of variance of various agronomic traits of Ajwain

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Esseintial oil	وزن هزار دانه 1000- seed seed weight	وزن دانه تک بوته Plant seed yield	وزن کل بوته Plant biomass	تعداد دانه در چترک Seeds/umbellate	چترک در چتر Umbellates/ umbel
بلوک R	2	0.008	3.85	0.002	95.81	3477.90	4173.42	1.31
اکسشن *Accessions*	26	0.032**	18.63**	0.175**	546.38**	6392.24**	8168.78**	16.9**
خطا Error	52	0.002	1.013	0.028	54.49	1787.75	3546.25	8.45
ضریب تغییرات (٪) CV		33.53	17.22	21.73	15.46	17.36	13.37	21.92

* و **: به‌ترتیب به‌معنی معنی‌دارشدن در سطح ۵٪ و ۱٪ است.

* and **: are significant at the levels of 5% and 1%, respectively.

خصوصیات فنولوژیکی زنیان

نتایج مقایسه میانگین مربعات چند دامنه‌ای دانکن در خصوص صفات فنولوژیکی زنیان (جدول ۴) نشان داد که ژرم‌پلاسم‌های ردیف ۳، ۱۵ و ۱۹ ضمن اینکه ازنظر زمان شروع ساقه رفتن در سطح ۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها خیلی دیرتر و پس از گذشت ۵۰ روز از فروردین به ساقه رفته است. درحالی‌که ژنوتیپ ردیف ۸ پس از هشت روز وارد این مرحله شد. ژنوتیپ‌های شماره ۲۲ و ۲۶ بعد از حدود ۸۶ روز وارد فاز زایشی و مرحله ۵۰٪ گل‌دهی شده است. ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ و ۲۷ بعد از ۱۳۰ روز به این مرحله رسیده و ۱/۵ ماه ازنظر زمان گل‌دهی اختلاف با یکدیگر

www.SID.ir

Archive of SID

داشتند. ازنظر زمان رسیدگی فیزلوژیکی تنوع خوبی حدود ۶۹ روز بین ژرم‌پلاسم‌های وجود دارد. ژنوتیپ‌های زودرس که از اراک و قاین (۱۲ و ۲۴) در مقابل ژنوتیپ ۲۷ که از شهرستان سربیشه تهیه شده بود، دارای طول فصل رشد طولانی‌تر بوده و دیرس‌تر بود (جدول ۴). تنوع فنولوژیکی مناسبی در بین ژرم‌پلاسم‌های جمع‌آوری شده وجود دارد و ازاین‌رو می‌توان در توسعه کشت و اصلاح نبات توصیه نمود. در تحقیق دیگر تفاوت معنی‌داری بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفات مرفولوژیکی و فنولوژیکی مشاهده کردند و بدین صورت که رسیدگی فیزیولوژیکی بذر و طول دوره پر شدن دانه در اکوتیپ‌های مختلف در تاریخ‌های متفاوتی اتفاق افتاده است (Mirzahosseini et al., 2017).

ارتفاع بوته، مساحت تاج و پوشش و تعداد انشعابات ساقه

مقایسه میانگین مربعات صفات مختلف مورد بررسی زنوتیپ‌ها (جدول ۱) توسط آزمون دانکن در سطح ۵٪ صورت گرفت که نتایج آن در جداول ۴ و ۵ آورده شده است. تغییرات به شرح زیر هست:

ارتفاع بوته ژرم‌پلاسم ردیف ۱۱ با ارتفاع ۸۹/۳۸ سانتیمتر و ژنوتیپ‌های ردیف‌های ۲۴ و ۲۷ با ۵۰ سانتیمتر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته را در بین ژرم‌پلاسم‌های به خود اختصاص دادند. میانگین ارتفاع مشاهده شده برای کلیه اکسشن‌های مورد بررسی برابر با ۷۳ سانتیمتر بود. بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت تاج و پوشش به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های ردیف ۲۵ و۲۴ مربوط به استان خراسان جنوبی بود. بیش‌ترین تعداد انشعابات ساقه به‌میزان ۱۱ عدد مربوط به ژنوتیپ‌های ردیف‌های ۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۳ و ۲۷ که بذور آن‌ها از مناطق بیرجند، سربیشه، شاهدیه یزد و اراک جمع‌آوری شده بودند و کم‌ترین تعداد انشعاب ساقه مربوط به ژنوتیپ‌های ردیف‌های ۲، ۴ و ۹ جمع‌آوری‌شده از مناطق اصفهان،کرج و اراک با میانگین تعداد شش عدد بود.

عملکرد و اجزاء عملکرد زنیان

مقایسه میانگین مربعات عملکرد، اجزاء عملکرد و اسانس ژرم‌پلاسم‌های مختلف زنیان حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری در بین ژرم‌پلاسم‌های در سطح ۵٪ می‌باشد (جداول ۴ و ۵). خلاصه تفاوت‌های مورد بررسی به شرح زیر می‌باشد:

تعداد چتر در بوته: ژرم‌پلاسم شماره ۲۷ سربیشه با ۸۵۲ و ژنوتیپ ۱۵ اراک با ۱۱۶ عدد چتر در بوته بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد چتر در بوته را داشتند (جدول ۵).

تعداد چترک چتر: ژرم‌پلاسم‌های شماره چهار کرج با میانگین ۲۵۷ عدد بیش‌ترین تعداد چترک در چتر و ژنوتیپ‌های ۲، ۵، ۲۲ و ۲۷ جمع‌آوری‌شده از مناطق اصفهان، قم، بیرجند و سربیشه بیرجند با میانگین ۹۱ عدد کم‌ترین تعداد چترک در چتر را داشتند (جدول ۵).

تعداد دانه در چترک: ژرم‌پلاسم‌های شماره چهار جمع‌آوری‌شده از کرج با میانگین ۱۸ عدد و ژرم‌پلاسم ۲۲ جمع‌آوری‌شده از بیرجند با میانگین نه عدد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در چترک را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

وزن هزار دانه: ژرم‌پلاسم ردیف هشت شهرستان شیراز با ۱/۲۲ گرم بیش‌ترین وزن هزار دانه را داشته و کم‌ترین وزن مربوط به ردیف ۱۰ اراک با مقدار ۰/۳۵ گرم بود (جدول ۴). وزن هزار دانه علاوه بر خصوصیات ژنتیکی توسط خصوصیات اقلیمی نیز متأثر می‌شود. به‌طوری‌که افزایش دمای شب، سبب کاهش وزن هزار دانه می‌شود که عمدتاً ناشی از کاهش اندازه دانه است.کاهش وزن هزار دانه در اثر افزایش دمای هوا طی دوره پر شدن دانه به‌میزان تأثیر افزایش دما بر افزایش سرعت نمو گیاه طی دوره فوق بستگی دارد و اثر می‌گذارد و با تغذیه مناسب امکان افزایش وزن هزار دانه تا سه گرم ثابت شده است (Shabahan et al., 2016). هم‌زمان با تشدید تغییرات اقلیمی احتمالاً تغییراتی در درازمدت در وزن هزار دانه و قوه نامیه ژنوتیپ‌های گیاهی رخ دهد (Franks et al., 2007; Chineh et al., 2017).

وزن زیست‌توده: میانگین مربعات آزمون دانکن در سطح ۵٪ نشان داد دو ژرم‌پلاسم ۱۶ اراک و ردیف ۲۵ بشرویه با یکدیگر تفاوتی نداشته ولی نسبت بقیه ژنوتیپ‌ها با میانگین ۲۴۵ گرم خشک در هر بوته بیش‌ترین تولید زیست‌توده را داشته و در رتبه بعدی ژنوتیپ ۱۴کرمانشاه با ۱۶۵ گرم در بوته قرار می‌گیرد. کم‌ترین وزن بوته در ژنوتیپ‌های ۲۴ قاین، ۱۹ یزد، ۱۷ شاهدیه یزد و ردیف ۴ کرج با میانگین تولید ۷۲ گرم در بوته قرار دارد (جدول ۵).

عملکرد دانه: ژرم‌پلاسم ردیف ۲۷ جمع‌آوری‌شده از سربیشه بیرجند با وزن دانه در بوته ۶۱/۳ گرم و پس از آن ژنوتیپ‌های شماره هشت با که از شیراز جمع‌آوری‌شده و ردیف ۳ با میانگین ۳۸ گرم دانه در بوته قرارگرفته است. تفاوت عملکرد دانه در بوته ژنوتیپ‌های فوق با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد ارزیابی داشته به‌طور فراوانی متفاوت بوده

www.SID.ir

Archive of SID

و این تفاوت در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است. از طرف دیگر این اختلاف بین سایر ژرم‌پلاسم‌های معنی‌دار نبود و میانگین تولید دانه در بوته حدود ۱۰/۴ گرم بود (جدول ۵). بخش بزرگی از تغییرات وزن دانه و در نتیجه عملکرد به شرایط آب‌وهوایی دما، تشعشع و نزولات بر وزن دانه در زمان گل‌دهی و پر شدن دانه بسیار تأثیرگذار در تولید و عملکرد گیاه می‌باشند.

اسانس و عملکرد اسانس

آزمون مقایسه میانگین در خصوص درصد اسانس و عملکرد اسانس ۲۷ ژرم‌پلاسم زنیان در سطح ۵٪ انجام گردید (جدول ۵). میانگین درصد اسانس ژرم‌پلاسم‌های ۵/۸۴٪ و بیش‌ترین درصد اسانس در ژنوتیپ ردیف ۱۳ با ۱۱/۲۲٪ و کم‌ترین درصد اسانس در ژنوتیپ ۱۹ یزد با ۳/۰۸٪ حاصل گردید. بیش‌ترین عملکرد اسانس با میانگین ۲/۶۴ گرم در بوته از ژنوتیپ‌های منطقه بیرجند خراسان جنوبی ردیف ۲۷ سربیشه و ۲۶بیرجند حاصل گردید. پس از آن ژنوتیپ‌های بشرویه ۲۵ و۱۳ اراک با میانگین ۱/۳۶ گرم اسانس در بوته قرار گرفتند.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات مختلف مرفولوژیکی و اسانس ژرم‌پلاسم‌های زنیان

Table 4- The mean comparison of agro-morphological and yield characteristics of accessions of Ajwain

ردیف Row	اکسشن Acession	ساقه رفتن Steming stage (day)	۵۰٪ گلدهی 50% of flowering Stage (day)	رسیدگی فیزیولوژیکی Phyiological maturing (day)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	انشعابات ساقه Stem branches	تاج و پوشش Canopy cover (cm^2)	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)
1	906	44 b*	102 c	134 c	84 abc	8 a-e	12561 g-j	0.88 b-e
2	943	44 b	102 c	134 c	78 b-f	8 de	10667 i-l	0.80 c-f
3	1085	50 a	118 b	10 b	57 jk	10 a-e	7767 klm	1.12 abc
4	3883	40 c	102 c	112 gh	76 c-g	7 de	10366 i-l	0.46 ghi
5	7893	44 b	102 c	119 fg	83 a-d	10 a-d	19912 b-e	0.67 e-i
6	10124	44 b	102 cd	123 def	86 ab	9 a-e	13523 ghi	0.93 a-e
7	10569	44 b	100 cde	126 de	87 ab	8 a-e	15067 f-j	0.95 a-e
8	12313	17 g	90 fg	128 cd	63 hij	10 a-e	19260 b-f	1.23 a
9	14492	23 f	90 fg	123 def	70 fgh	6 e	16081 d-h	0.87 b-e
10	14525	28 e	90 fg	99 i	78 b-f	7 cde	17298 c-g	0.35 i
11	14548	38 cd	102 c	120 ef	89 a	12 a	16622 d-g	0.68 d-i
12	14593	39 cd	96 c-f	91 j	75 c-g	11 a	21714 abc	0.50 f-i
13	14594	31 e	90 fg	94 ij	80 b-e	8 a-e	20751 a-d	0.38 hi
14	14743	28 e	90 fg	101 i	82 a-d	8 a-e	21691 abc	0.70 d-h
15	15130	50 a	112 b	134 c	56 jk	10 a-e	6524 lm	0.90 b-e
16	15226	36 d	95 c	122 def	72 efg	8 a-e	22219 ab	0.82 c-f
17	15484	24 f	102 ef	119 fg	78 b-f	12 a	13782 ghi	0.75 d-g
18	20055	40 c	102 c	119 fg	85 ab	11 a	8528 j-m	0.80 c-f
19	31831	50 a	130 a	134 c	68 ghi	10 a-e	11302 h-k	0.95 a-e
20	37521	41 bc	102 c	128 cd	71 e-h	10 abc	11078 i-l	0.70 d-h
21	37477	28 e	90 fg	113 gh	80 b-e	10 a-e	20451 b-e	0.40 hi
22	37483	23 f	87.5 g	110 h	76 c-g	8 b-e	20263 b-e	0.50 f-i
23	37492	41 bc	118 b	128 cd	59 ij	11 ab	15953 e-h	1 a-d
24	37529	44 b	102 c	91 j	50 k	10 a-d	5330 m	0.95 a-e
25	38913	23 f	90 fg	121 def	74 d-g	9 a-e	25164 a	1.18 ab
26	38924	23 f	85 g	110 h	68 ghi	7 cde	13822 ghi	0.50 f-i
27	38929	22 f	130 a	160 a	50 k	11 ab	12646 g-j	0.83 c-f

*میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند از نظر آزمون آماری دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

*Values followed by the same letter within a column indicate they are not significantly different by Duncan test (p<0.5).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مختلف زراعی ژرم‌پلاسم‌های زنیان

Table 5- The mean comparison of agro-morphological and yield characters of 27 accessions of Ajwain

ردیف Row	اکسشن Accessions	تعداد چتر در بوته Umebel/plant	تعداد چترک در چتر Umbellate/ umbel	تعداد دانه در چترک Seed/Umbellate	وزن کل بوته Plant biomass(g)	وزن دانه در بوته Seed weight (g/plant)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil (g/plant)
1	906	230 h-e	15 a-e	136 b-f	102 bcd	13.4 c	3.78 j-m	0.509 c-f
2	943	155 gh	13 a-e	98 f	102 bcd	9.9 c	5.14 h-l	0.503 c-i
3	1085	539 e-b	11 cde	127 c-f	163 bc	37.4 b	3.23 lm	1.18 bc
4	3883	250 h-e	18 a	257 a	69 d	9.6 c	4.25 i-m	0.404 d-i
5	7893	474 g-b	10 cde	80 f	90 bcd	13 c	3.68 klm	0.489 c-i
6	10124	165 gh	11 cde	116 def	114 bcd	6.9 c	5.32 h-k	0.368 e-i
7	10569	206 fgh	16 abc	143 a-f	95 bcd	14.1 c	3.49 klm	0.436 c-i
8	12313	389 h-b	12 cde	197 a-f	127 bcd	38.9 b	6.67 fgh	2.58 a
9	14492	356 h-c	13 a-e	189 a-f	83 bcd	12 c	9.15 bcd	1.08 b-e
10	14525	312 h-d	13 a-e	188 a-f	79 cd	10 c	10.23 abc	1.01 b-g
11	14548	653 abc	18 ab	252 ab	122 bcd	9.9 c	4.39 i-m	0.256 hi
12	14593	490 f-b	14 a-e	199 a-f	134 bcd	9.2 c	5.91 ghi	0.526 c-i
13	14594	366 h-b	15 a-e	226 a-d	136 bcd	12.5 c	11.22 a	1.40 b
14	14743	398 b-h	12 a-e	162 a-f	165 b	13.3 c	8.29 def	1.03 b-f
15	15130	116 h	11 cde	124 c-f	82 bcd	7.9 c	3.49 klm	0.262 ghi
16	15226	536 b-e	12 b-e	156 a-f	253 a	13 c	8.83 b-e	1.15 bcd
17	15484	305 d-h	16 a-d	109 def	77 d	5.5 c	4.24 i-m	0.232 hi
18	20055	303 d-h	16 a-d	168 a-f	101 bcd	8.9 c	5.73 g-j	0.477 c-i
19	31831	212 fgh	12 cde	105 ef	72 d	10 c	3.08 m	0.306 f-i
20	37521	594 a-d	15 a-d	195 a-f	123 bcd	17.8 c	5.06 h-m	0.877 b-i
21	37477	437 b-h	15 a-e	219 a-e	128 bcd	8.8 c	10.46 ab	0.917 b-h
22	37483	258 e-h	9 e	99 f	88 bcd	10.6 c	4.30 i-m	0.463 c-i
23	37492	288 d-h	11 cde	113 def	99 bcd	4.9 c	3.16 lm	0.155 i
24	37529	302 d-h	11 cde	170 a-f	69 d	6.6 c	4.65 i-m	0.310 f-i
25	38913	671 ab	13 a-e	163 a-f	238 a	14.8 c	8.50 cde	1.33 b
26	38924	283 d-h	16 a-d	242 abc	93 bcd	11.5 c	7.27 efg	0.835 b-i
27	38929	853 a	10 de	86 f	153 bcd	61.3 a	4.29 i-m	2.71 a

*میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند ازنظر آزمون آماری دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Values followed by the same letter within a column indicate they are not significantly different by Duncan test ($p<0.5$).

میزان درصد بالایی اسانس ژنوتیپ ۱۳ توانسته است نقش بارزی در عملکرد اسانس داشته و علی‌رغم عملکرد دانه پایین بوته (۱۲ گرم در بوته)، از عملکرد اسانس بالایی برخوردار بود. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های مختلف از نظر زمان دانه بستن و رسیدگی فیزیولوژیکی متفاوت می‌باشند، لذا دمای هوا در زمان تشکیل دانه‌زنیان در ژنوتیپ‌های مختلف مؤثر بوده و هر چه مواجه با دمایی بالاتر شود، درصد اسانس افزایش می‌یابد. چراکه اسانس‌ها از متابولیت‌های ثانویه گیاهی بوده میزان آن‌ها در شرایط وقوع تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد (Letchamo et al., 1995).

همبستگی

نتایج همبستگی بین صفات بر اساس ضریب همبستگی پیرسون در جدول ۷ نشان داده شده است. عملکرد اسانس دارای همبستگی مثبت بالا و معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) با صفات درصد اسانس، وزن بوته، عملکرد دانه در بوته، وزن کل بوته و شاخص برداشت داشته است و از میزان این وابستگی در خصوص صفات تاج و پوشش و زمان رسیدگی فیزیولوژیکی کاسته می‌شود. این همبستگی با زمان ساقه رفتن به‌شکلی منفی (۰/۵۲-) و معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بوده و هرچه گیاه دیرتر وارد مرحله ساقه‌دهی گردد و یا تا حدی ارتفاع بوته (۰/۲۹-) بیش‌تری داشته باشد به‌دلیل همبستگی منفی که با عملکرد دانه ایجاد می‌شود از میزان عملکرد اسانس گیاه کاسته می‌گردد. این نتیجه با نتایج سایر محققین مطابقت دارد به‌طوری‌که در خصوص زنیان مشخص‌شده عملکرد دانه و اسانس همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات عملکرد بیولوژیکی گیاه دارد (Safaei et al., 2011; Niazian et al., 2018). هرچه گیاه سریع‌تر وارد مرحله ساقه رفتن‌گردد، تعداد روزهای پس از کاشت افزایش‌یافته و منجر به تولید بیوماس و عملکرد دانه بیش‌تری شده و این امر موجب افزایش عملکرد اسانس شده است (Ganapathi et al., 2018).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- ضرایب همبستگی بین صفات فنولوژیکی، مورفولوژیک عملکرد و اجزاء عملکرد زنیان

Table 6- Correlation coefficients between phenological, morphological traits of yield and yield components of Ajwain

صفات Traits	تاریخ ساقه دهی Stemming stage(day)	تاریخ ۵۰ درصد گل‌دهی 50% of flowering stage(day)	ارتفاع Plant height(cm)	سطح تاج پوشش (cm²) Canopy area	دانه بستن Seed setting(day)	رسیدگی فیزیولوژیکی (day) Physiological maturing	تعداد انشعابات ساقه Branches	تعداد چتر در چتر Umbellate/ umbel	دانه در چتر No. Seed/ umbellate	وزن کل تک‌بوته Plant biomass g	وزن دانه تک‌بوته گرم Plant seed yield g/p	HI	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)	درصد اسانس Essential oil %
تاریخ ۵۰ درصد گل‌دهی 50% of flowering stage	0.51**													
ارتفاع Plant height	0.01	0.44**												
مساحت تاج و پوشش Canopy area	-0.52**	-0.51**	0.40**											
دانه بستن Seed setting	0.16	0.66**	-0.34**	-0.30**										
رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturing	0.17	0.64**	-0.28**	-0.33**	0.95**									
تعداد انشعابات ساقه Branches	0.13	0.33**	-0.15	-0.07	0.18	0.10								
تعداد چتر در چتر Umbellate/ umbel	0.004	-0.19	0.36**	0.005	-0.25**	-0.21	0.15							
دانه در چتر No.Seed/ umbellate	-0.17	-0.33**	0.16	0.13	-0.42**	-0.41**	0.001	0.75**						
وزن کل تک‌بوته Plant biomass	-0.16	-0.09	0.03	0.39**	0.08	0.10	0.03	0.01	0.13					
وزن دانه تک‌بوته گرم Plant seed yield	-0.24**	0.32**	-0.41**	-0.02	0.49**	0.53**	0.10	-0.21	-0.11	0.33**				
HI	-0.23**	0.29**	-0.42**	-0.11	0.45**	0.50**	0.02	-0.22**	-0.17	-0.03	0.89**			
وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)	0.16	0.32**	-0.32**	-0.16	0.47**	0.51**	0.16	-0.28**	-0.37**	0.19	0.27*	0.24*		
درصد اسانس Essential oil %	-0.53**	-0.63**	0.21	0.48**	-0.46**	-0.46**	-0.26**	0.09	0.35**	0.37**	-0.09	-0.21	-0.32**	
عملکرد اسانس در بوته Essential oil yield /plant	-0.52**	-0.05	-0.29**	0.24**	0.20	0.25*	-0.01	-0.12	0.09	0.49**	0.86**	0.72**	0.18	0.37**

** و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

** and *: are significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

زنیان دارای تنوع بسیار بالایی ازنظر صفات کیفی و کمّی هستند (Neghab & Mehrjerdi, 2017). در مطالعه انجام‌شده عملکرد دانه با صفات وزن هزار دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، رسیدگی رابطه مثبت داشته ولی با ارتفاع بوته رابطه منفی معنی‌داری (۰/۴۰-) داشته است (جدول ۶). درحالی‌که توسط سایر محققین مشخص‌شده است همبستگی عملکرد دانه با صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه ثانویه، تعداد روز تا اتمام گل‌دهی و تعداد شاخه فرعی مثبت و معنی‌دار بود و با وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (Neghab & Mehrjerdi, 2017).

رگرسیون گام‌به‌گام

در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل سایر صفات قرار گرفت. صفت عملکرد دانه در بوته اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی شد و به‌تنهایی ۵۱ ٪ از تغییرات مربوط به عملکرد اسانس را توجیه نمود. صفت وزن هزار دانه، مساحت تاج و پوشش و تعداد چترک از جمله صفاتی بودند که وارد مدل شده و در مجموع ۶۰٪ از تغییرات صفت وابسته (عملکرد اسانس) را توجیه کرد (جدول ۷). در سایر تحقیقات مشابه بر روی زیره سبز صفات وزن هزار دانه، تعداد چتر، دانه در چتر و تعداد انشعابات ساقه از جمله صفاتی بودند که وارد مدل رگرسیونی شدند و در مقابل صفت وابسته عملکرد دانه قرار گرفتند (Afshar et al., 2016).

جدول ۷- نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در ژرم‌پلاسم‌های زنیان با متغیر وابسته عملکرد اسانس (گرم در بوته)

Table 7- Results of stepwise regression analysis in Ajwain germplasms with dependent variable as Essential oil yield (g/plant)

صفات Traits	R^2	$R^2_{partial}$	F
مرحله ساقه‌دهی Stemming stage	0.261	0.261	29.22**
وزن کل بوته Plant biomass	0.428	0.167	30.88**
ارتفاع بوته Plant height	0.510	0.082	28.75**
رسیدگی فیزلوژیکی Physiological maturing	0.552	0.042	20.61**

تجزیه و تحلیل‌ها نشان داده همبستگی زیادی بین تنوع جغرافیایی، شرایط محیطی بر میزان اسانس و تغییرات شیمیایی زنیان مؤثر هست. به‌طوری‌که میزان محتوای اسانس و تیمول بالا در شرایط ضعیف زراعی، و خاک نسبتاً سنگی در شرایط خشک و نیمه‌خشک زیاد بوده چرا که فنول‌ها احتیاج کم‌تری نسبت به ترکیبات غیر فنولی به رطوبت و خاک عمیق و دارای مواد آلی دارند (Rahimmalek et al., 2017).

تجزیه علیت

بر مبنای رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت، عملکرد اسانس هر بوته زنیان از اثرات مستقیم و غیرمستقیم عملکرد دانه توده‌های زنیان از اثرات مستقیم و غیرمستقیم تعداد روز تا ساقه‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و وزن بوته متأثر شده است. با توجه به ضریب تبیین (۵۵ درصد) بخش اعظم تغییرات عملکرد اسانس دانه توده‌های زنیان مربوط به این چهار صفت بود. بیشترین اثر مستقیم مثبت (۳۹٪) بر عملکرد اسانس دانه مربوط به وزن کل بوته است که خودهمبستگی مثبت و بالایی (۵۳٪) با تعداد روز تا رسیدگی دارد. ارتفاع بوته و تعداد روز تا ساقه رفتن گیاه اثر مستقیم منفی بر عملکرد اسانس دانه‌زنیان داشته است. اثرات غیرمستقیم نشان داد که با دیررس شدن توده ارتفاع و وزن کل بوته افزایش یافته که به‌علت اثر مثبت به صورت غیرمستقیم موجب افزایش میزان اسانس دانه گیاه شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که توده‌های زنیان موردمطالعه دارای پتانسیل ژنتیکی بالایی می‌باشند که می‌تواند منبع مناسبی برای کارهای اصلاحی باشد. بنابراین، می‌توان

www.SID.ir

Archive of SID

از طریق تلاقی بین ژنوتیپ‌های برتر و آزمون نتایج آن‌ها از طریق برنامه‌های به‌نژادی نسبت به انتخاب و تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود. سایر تحقیقات نیز نشان داده در تجزیه علیت، عملکرد دانه توده‌های زنیان از اثرات مستقیم و غیرمستقیم تعداد روز تا شروع گل‌دهی و ۵۰٪ گل‌دهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه ثانویه، تعداد دانه در گریبانک و وزن هزار دانه متأثر شده است و بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به وزن هزار دانه و کم‌ترین آن مربوط به تعداد شاخه ثانویه بود (Neghab & Mehrjerdi, 2017). لذا به‌منظور تفسیر دقیق‌تر نتایج حاصل از همبستگی‌ها و هم‌چنین ارزیابی اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد و تعیین سهم اجزای عملکرد، متغیرهای وارد شده در مدل نهایی رگرسیون، صفات واردشده به مدل رگرسیونی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند (جدول‌های ۷ و ۸). در تجزیه علیت عملکرد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل صفات عملکرد بیولوژیکی هر بوته، ارتفاع بوته، تعداد روز تا ساقه رفتن و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی به‌عنوان متغیرهای مستقل قرارداده شد. تا اثرات مستقیم و غیرمستقیم هریک از این متغیرها با متغیر تابع مشخص‌گردد (جدول ۸).

جدول ۸- تجزیه علیت همبستگی عملکرد اسانس زنیان با باقیمانده صفات در مدل رگرسیونی گام‌به‌گام

Table 8- Path way analysis of essential oil yield with remaining traits from stepwise regression model

نام صفت Traits	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم Indirect effect				اثرات کل Total effects
		ساقه رفتن Stemming stage	وزن کل بوته Plant biomass	ارتفاع بوته Plant height	رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturing	
مرحله ساقه‌دهی Stemming stage	-0.5		-0.06	-0.003	0.04	-0.53
وزن کل بوته Plant biomass	0.393	0.08		-0.01	0.023	0.49
ارتفاع بوته Plant height	-0.232	-0.01	0.011		-0.065	-0.29
رسیدگی فیزلوژیکی Physiological maturing	0.231	-0.086	0.039	0.064		0.25

اثرات باقیمانده= ۰/۶۴۴

Residual effect=0.644

همان‌طور که در نتایج جدول ۸ مشاهده می‌شود صفت تعداد روز تا ساقه رفتن و ارتفاع بوته بیش‌ترین تأثیر منفی مستقیم را بر عملکرد اسانس داشته و از طرف دیگر عملکرد بیولوژیکی هر بوته و مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی اثر مثبت و مستقیمی با عملکرد اسانس داشته و اکسشن‌های که از نظر ظاهری جثه بزرگ‌تری داشته و زودتر وارد مرحله ساقه رفتن شده و طول دوره رشد طولانی‌تری داشته، از وزن بوته بالاتری برخوردار بوده و درنتیجه میزان عملکرد اسانس بیش‌تر شده است. صفت ارتفاع بوته و وزن بوته به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر زمان رسیدگی فیزیولوژیکی بوده و بر میزان عملکرد اسانس گیاه مؤثر می‌باشد. چون جهت اثر مستقیم با اثر کل (ضریب همبستگی) یکسان بود، می‌توان نتیجه گرفت که گزینش این چهار صفت تأثیر معنی‌داری برافزایش عملکرد اسانس دارد. تعیین روابط میان عملکرد و اجزای آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هست. تحقیقات بر روی گیاهان خانواده چتریان نشان می‌دهد که تعدادی از اجزای عملکرد مانند تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه اهمیت بسزایی در تعیین عملکرد دارند (Ranjan et al., 2011). سایر تحقیقات در خصوص زیره‌سبز نشان داده تعداد انشعابات ساقه، وزن هزار دانه، تعداد چتر، تعداد دانه در چتر جزء صفاتی بود که وارد مدل رگرسیونی شده و در تجزیه علیت مورد بررسی قرار گرفتند و گزارش‌شده بیش‌ترین اثر مستقیم مربوط به تعداد چتر در بوته (۰/۷) و وزن هزار دانه دارای اثر مستقیمی معادل ۰/۱۹ و اثر غیرمستقیم و ترتیب معادل ۰/۰۹ و ۰/۰۳ بر عملکرد دانه است (Afshar et al., 2016).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه علیت، صفت وزن بوته، ارتفاع بوته، مرحله ساقه‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیکی یا طول دوره رشد بر عملکرد اسانس مؤثر هست. در نتیجه برای مطالعه توده‌های بومی زنیان، انتخاب صفات باید با دقت نظر بیش‌تر برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی مد نظر قرار گیرند.

منابع

Afshar, A.K., Baghizadeh, A., and Mohammadi-Nejad, G. 2016. Evaluation of relationships between morphological traits and grain yield in cumin (*Cuminum cyminum* L.) under normal and drought conditions. Journal of Crop Breeding (18): 160-165. (In Persian with English Summary)

Azizi, E., Koocheki, A., Moghaddam, P.R., and Nassiri Mahallati, M. 2015. Interaction of nutrient resource and crop diversity on resource use efficiency in different cropping systems. Journal of Agroecology 7 (1):1-19. (In Persian with English Summary)

Chineh, I.R., Pirzadeh, A., Hosseini, B., and Madani, S.H. 2017. Effect of different irigation levels and harvest time on some agronomic characteristics and essential oil of *Carum copticum* L. Environmental Stresses in Crop Sciences (9): 329-337.

Dalkani, M., Darvishzadeh, R., and Hassani, A. 2011. Correlation and sequential path analysis in ajowan (*Carum copticum* L.). Journal of Medicinal Plants Research (5): 211-216. (In Persian with English Summary)

Eblagh, N., Fateh, E., Farzane, M., and Osfuri, M. 2013. Effect of cattle manure application, phosphate solubilizing bacteria and different phosphrous levels on yield and essence components of *Trachyspermum ammi* L. Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production (23): 1-15.

Franks, S.J., Sim, S., and Weis, A.E.2007. Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. Proceedings of the National Academy of Sciences (104): 1278-1282.

Ganapathi, T., Dharmatti, P., and Hegde, R.V. 2018. Effect of integrated nutrient modules on growth, yield and available plant nutrients in banana cv. Grand Naine. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences (7): 1964-1973.

Ghorbanzadeh, M., and Mehrjerdi, M.Z. 2017. A study on correlation between morphological traits and path analysis of yield on some ajowan (*Trachyspermum ammi* L.). In: The First International and the Third National Conference of Medical Herbs, Conventional Medicine and Organic Agriculture (ed. Astani, S). Bonyad Hamayesh Hamadan, Iran. (In Persian)

Jan, S.A., Shinwari, Z.K., Zeb, A., Khalil, A.T., and Shah, S.H. 2015. Ethnobotany and research trends in *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan); A popular folklore remedy. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences (15): 68-73.

Letchamo, W., Xu, H.L., and Gosselin, A. 1995. Photosynthetic potential of *Thymus vulgaris* selections under two light regimes and three soil water levels. Scientia Horticulturae (62): 89-101.

Lubadde, G. 2014. Genetic analysis and imporvement of pearl millet for rust resistance and grain yield in Uganda. University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg.

Mirzahosseini, S.M., Noori, S.A.S., Amanzadeh, Y., and Javid, M.G. 2017. Evaluation of phenological characteristics and amount of essential oils in some native ecotypes of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants (33): 435-448. (In Persian with English Summary)

Monika, M., Dodiya, N., Baudh, B., Rajani, V., and Meena, B. 2017. Correlation and path analysis for seed yield its contributing traits and oil content in Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). Environment and Ecology (35): 1849-1853.

Neghab, M.G., and Mehrjerdi, M.Z. 2017. Investigation of correlation between morphological traits and pathway analysis of seed yield of *Trachyspermum ammi* L. In: The first international conference and the third National Conference on Medicinal Plants, Traditional Medicine and Organic Agriculture. Mofatteh School Hamadan, Iran.p. 11. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Nezami, S., Nezami, A., and Rezazadeh, Z.B. 2013. Evaluation of frost tolerance of three Sprague ecotypes (*Trachyspermum ammi* Linn.) in controlled conditions. Iranian Journal of Field Crops Research (11): 121-130. (In Persian with English Summary)

Niazian, M., Sadat-Noori, S.A., and Abdipour, M. 2018. Modeling the seed yield of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) using artificial neural network and multiple linear regression models. Industrial Crops and Products (117): 224-234.

Niazian, M., Sadat Noori, S.A., Tohidfar, M., and Mortazavian, S.M.M. 2017. Essential oil yield and agro-morphological traits in some Iranian ecotypes of ajowan (*Carum copticum* L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants (20): 1151-1156. (In Persian with English Summary)

Qureshi, A.A., and Eswar, K.K. 2010. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Trachyspermum ammi*. Plant Archives (10): 955-959.

Rahimmalek, M., Heidari, E.F., Ehtemam, M.H., and Mohammadi, S. 2017. Essential oil variation in Iranian Ajowan (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague populations collected from different geographical regions in relation to climatic factors. Industrial Crops and Products (95): 591-598.

Ranjan, B., Manmohan, S., Singh, S.R., and Singh, R.B. 2011. Medicinal uses of *Trachyspermum ammi*: A review. The Pharma Research (5): 247-258.

Rezaei-Chianeh, E., and Nasab, A.D.M. 2014. Evaluation of the integrated application of bio-chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of *Carum copticum* L. in intercropping with *Trigonella foenum-graecum* L. Journal of Agroecology 6(3): 582-594. (In Persian with English Summary)

Safaei, L., Zeinali, H., and Afiuni, D. 2011. Study of genetic variation of agronomic haracteristics in *Foeniculum vulgare* Mill. genotypes. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 19: 167-180. (In Persian with English Summary)

Saydi, Z., Fateh, E., and Aynbaneh, A. 2016. The effect of different sources of nitrogen and organic fertilizers on soil properties andessentioal oil properties of ajwain. Crop Production (9): 175-192.

Shabahang, J., Khorramdel, S., and Gheshm, R. 2016. Evaluation of symbiosis with mycorhizzal on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajowan (*Carum copticum* L.) under different nitrogen levels. Journal of Agroecology 5(3): 289-298. (In Persian with English Summary)

Shahhoseini, R., Saeidi, K., Babaahmadi, H., and Ebadi, M. T. 2018. Effect of fertilizers and superabsorbent hydrogel on the yield, essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth.) cultivated in Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants (21): 230-236. (In Persian with English Summary)

Zarezadeh, A., Mirvakili, S., and Arabzadeh, M. 2007. Survey on phenology and aeclimitization of medicinal plants species in Yazd province collection. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants (23): 204-217. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 995-1008

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص ۱۰۰۸-۹۹۵

Study of Phenological, Morphological and Phytochemical Characteristics of Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.) Genotypes

M. Faravani[1*], N. Azizi[1], A.K. Negari[2], M. Ranjbar[2] and A. A. Jafari[3]

Submitted: 02-06-2018
Accepted: 16-03-2019

Faravani, M., Azizi, N., Negari, A.K., Ranjbar, M., and Ashraf Jafari, A. 2019. Study of phenological, morphological and phytochemical characteristics of ajwain (*Trachyspermum ammi* L.) genotypes. Journal of Agroecology. 11(3): 995-1008.

Introduction[1]

Trachyspermum ammi (L.) Sprague or commonly Ajwain is an herbaceous herb belonging to the family Apiaceae and vastly grows in Egypt, Iran, Pakistan, Afghanistan, and India as well as European regions. Known as Zenyan or Nankhah in medical and pharmaceutical manuscript of medieval Persia, seeds of Ajwain were highly used by traditional healers for different ailments. Due to its various chemical constituents, the herb seeds were also evaluated for its numerous pharmacological properties. Moreover, numbers of chemical constituents have been reported for the herb. In addition, fiber (11.9%), carbohydrates (24.6%), tannins, glycosides, moisture (8.9%), protein (17.1%), fat (21.1%), saponins, flavones and other components (7.1%) involving calcium, phosphorous, iron, cobalt, copper, iodine, manganese, thiamine, riboflavin and nicotinic acid are of reported phytochemical constituents of Ajwain. Other studies showed that there was a difference among investigated ecotypes of Ajwain for following characters including plant height, number of branches, number of umbels, number of umbellets in an inflorescence, biological yield, single plant yield, and for number of secondary branches and oil content at 5% probability level. According to high correlation analysis between grain and oil yields, breeding for these two traits can be consistent in Iranian ecotypes of Ajwain. Oil contents percentage in ecotypes from south and center were more than other parts of Iran.

Materials and Methods

This study was carried out at Research Station of the Agricultural Research and Education Center of Khorasan Razavi, Iran during 2012-2013 crop years. In this experiment, 27 genotypes of Ajwain from different parts of the country were collected by the Natural Resources Genes Bank of Iran. Gene banks is a source for the right seed and look into several issues in order to improve levels of germplasm distribution and its utilization, duplication of plant identity, and access to database, for pre-breeding activities. In order to evaluate the morphological and phenological traits and to measure essential oil percentage, yield and yield components of Trachyspermum ammi for achieving superior germplasm. It was conducted in a randomized complete block design with three replications. Seed samples were first cultivated in the greenhouse and then transferred to the field and cultivated in drip irrigation conditions. Both fresh and dry weights were collected and measured for each sample. Seed size, yield components, biomass and grain yield as well as essential oil percentage were measured in all the cultured germplasm. All phenological stages including stem elongation time, flowering time and seeding time were counted and recorded during the growth period.

Results and Discussion

In this research, analysis of variance showed that there is a significant difference at 5% probability level between genotypes for a number of traits in different groups for 50% flowering time in 1.5 months, plant

1 and 2- Assisstant Professor and Engineer, Forests and Rangelands Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran, respectively.
3- Forest and Rangeland Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Tehran, Iran
(*-Corresponding Author Email:mfaravani@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.73235

www.SID.ir

Archive of SID

biomass 72-245 g.plant^{-1}, seed yield 38-61.3 g.plant^{-1}, and essential oil 3.08-11.22%. The highest positive direct effect (39%) on the yield of Ajwain essential oil was observed on biomass trait which has a positive and high correlation (53%) with the number of days to maturity. Different accessions of Ajwain have a potentially important source of genetic variation for the improvement of the cultivated species. Genetic and environmental conditions play a significant and interrelated role on the emergence of traits. The selection of these traits is influenced by genotype and phenotype. High levels of genetic advance represent an incremental gene activity, while low levels represent the non-additive activity of the gene. The knowledge of genetic variability in a given crop species for characters under improvement is important in any plant breeding program. Understanding the nature and magnitude of variability among Ajwain genotypes for traits of economic importance is the goal of this study and it is vital to plan effective breeding programs.

Conclusion

As plant biomass has the highest positive direct effect on the yield of ajwain essential oil and a high correlation (53%) with the number of days to maturity, the selection of these traits should be considered with greater attention and emphasis on breeding programs. They were determined as suitable criteria and characters in plant breeding to produce the best of ajwain genotypes.

Keywords: Pathway analysis, essential oils, diversity, Physiological maturity, Correlation

www.SID.ir