

ارزیابی خصوصیات فنولوژی و میزان اسانس برخی اکوتیپ‌های بومی گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.)

سیده مریم میرزاحسینی^۱، سید احمد سادات نوری^۲، یعقوب امن‌زاده^۳ و مجید قربانی جاوید^{۴*}

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

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

۳- استادیار، گروه فارماکوتکونوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

۴* - نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

پست الکترونیک: mjavid@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۵

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۵

چکیده

مطالعه خصوصیات فنولوژی و تعیین نیاز دمایی 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 داشت. این تحقیق با هدف ارزیابی خصوصیات فنولوژی به‌منظور شناسایی و طبقه‌بندی اکوتیپ‌های زودرس، دیررس و میان‌رس گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) و بررسی میزان اسانس بدست آمده از هر اکوتیپ انجام شد. در این پژوهش ۲۳ اکوتیپ بومی گیاه دارویی زنیان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۹۲ کشت گردید. به‌منظور تعیین تاریخ دقیق مراحل فنولوژیک از واحد تجمع حرارتی (Growth Day Degree) و زمان (Days After planting) استفاده شد. اکوتیپ‌ها هر سه روز یک‌بار مورد ارزیابی و یادداشت‌برداری قرار گرفتند و زمانی که ۵۰٪ گیاهان هر اکوتیپ به مرحله فنولوژی مورد نظر رسیدند تاریخ آن ثبت شد. پس از رسیدگی و برداشت، اسانس دانه به روش Hydro-distillation توسط دستگاه کلونجر تهیه گردید. نتایج حاصل از این پژوهش، اختلاف معنی‌داری را بین اکوتیپ‌ها از نظر صفات فنولوژی مورد ارزیابی نشان داد 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 می‌دهد زمان رسیدن به مرحله گلدهی در اکوتیپ‌های مورد مطالعه متغیر می‌باشد. همچنین کمترین اختلاف معنی‌دار در صفت دانه‌بندی دیده شد. میزان اسانس نمونه‌ها نیز از ۲/۷٪ (سربیشه) تا ۶/۱٪ (اراک) محاسبه شد. همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین، چهار اکوتیپ برتر از لحاظ زودرسی، میان‌رسی و دیررسی در هر مرحله فنولوژی مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفتند. مراحل رسیدگی فیزیولوژی و طول دوره پر شدن دانه به‌عنوان معیار برای تعیین زودرسی و دیررسی در نظر گرفته شدند که با توجه به این معیار اکوتیپ‌های اراک با ۶/۱٪ محتوای اسانس و قائن با ۴/۷۲٪ محتوای اسانس به‌ترتیب به‌عنوان زودرس‌ترین و دیررس‌ترین اکوتیپ شناسایی و معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، تعداد روز پس از کشت، درجه روز رشد، زنیان (*Trachyspermum ammi* L.)، فنولوژی، ماده مؤثره.

مقدمه

زنیان با نام علمی (*Trachyspermum ammi* L.) از خانواده چتریان از جمله گیاهان دارویی می‌باشد که در سال‌های اخیر مورد توجه گرفته است. زنیان گیاهی است علفی، یک‌ساله، به ارتفاع ۳۰ تا ۹۰ سانتی‌متر، که به صورت خودرو در مناطق شرق ایران، هند و مصر می‌روید. همچنین در نواحی مذکور و نقاط مختلف دیگر پرورش می‌یابد. برگ‌هایی به پهنک منقسم به بریدگی‌های نازک و ظریف و گل‌هایی به رنگ سفید و مجتمع به صورت چتر مرکب دارد. میوه زنیان، کوچک و بیضی، به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد می‌باشد و دارای بویی شبیه تیمول است. اسانس این گیاه دارای ۳۵ تا ۵۰ درصد تیمول و ۱۵ تا ۲۰ درصد سیمین و ۳۰ تا ۴۰ درصد آلفا-پینن، دیپانتن، گاما-ترپینن و مواد دیگر مانند کارواکرول با مقادیر بسیار کم است (Zargari, 1989).

قسمت مورد استفاده زنیان در طب سنتی دانه آن است که به‌عنوان ضد تهوع، مدر، مقوی معده، کاهش‌دهنده کلسترول خون و تسکین‌دهنده اسپاسم بکار می‌رود (Akbarinia et al., 2006). همچنین برای رفع بیماری‌های کبد، ناراحتی گلو و به‌ویژه سرفه استفاده می‌شود. اثر درمانی بر بیماری‌های جلدی، عصبی و ادراری تناسلی دارد و ضد نفخ و ضد کرم است (Rojhan, 1982; Mirzavand Broojeni, 1993). مطالعه و بررسی تاریخ و زمان هر یک از مراحل رشدی گیاه همانند جوانه‌زنی، رشد رویشی، گلدهی، دانه‌بندی و غیره فنولوژی یا زیستگرد نام دارد. به عبارت دیگر فنولوژی تقویم وقایع زندگی گیاهان است (Shanechy, 1993). 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 قابل توجهی بر فنولوژی گیاهان دارد (Booth et al., 2003). در گیاهان دارویی علاوه بر میزان تولید محصول، متابولیت‌های ثانویه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند، از این رو برای دستیابی به عملکرد مطلوب و میزان مؤثره قابل قبول در هر گیاه لازم است که ظهور مراحل مختلف رشدی، ثبت و مورد مطالعه قرار گیرند، زیرا ترکیب‌های مؤثر گیاهان از نظر کمی و کیفی در طول دوره رویش دچار تغییر و

تحول می‌شوند (Zarezadeh et al., 2015). ترکیب اسانس‌ها در یک گونه برحسب اندام‌های مختلف یک گیاه و شرایط محیطی فرق می‌کند. در آب و هوای گرم مقدار روغن‌های اسانسی در گیاه بیشتر است و می‌توان در بسیاری از گیاهان اسانس‌دار نژادهای مخصوصی را که از نظر شیمیایی اهمیت بیشتری دارند از سایر انواع مشخص کرد (Doroudi, 1995; Samsam-Shariat & Moatar, 1994). همچنین از مزایای بررسی فنولوژی یک گیاه، استفاده بهینه از منابع محیطی و نیز شناسایی مراحل حساس حیات گیاه به تنش‌های محیطی و مدیریت بهینه و به‌هنگام برای آنها در جهت دستیابی به عملکرد بالا می‌باشد (Amini et al., 2011). از طرفی با توجه به اینکه وجود تنوع ژنتیکی برای انتخاب والدین در برنامه‌های اصلاحی اهمیت فراوانی دارد، برای شناسایی اولیه ژرم‌پلاسم و بررسی تنوع ژنتیکی اغلب از خصوصیات مورفولوژیک، فنولوژیک و زراعی به‌عنوان اطلاعات پایه استفاده می‌شود (Krichen et al., 2012; Acquaah, 2007). در پژوهش انجام شده توسط Zarezadeh و همکاران (۲۰۱۵)، ۲۰۶ گونه گیاه دارویی در کلکسیون گیاهان دارویی استان یزد برای بررسی فنولوژی و سازگاری کشت شد و ۱۳۸ گونه با شرایط اقلیمی ایستگاه سازگار بودند که در این میان زنیان به‌عنوان گیاه سازگار شناسایی گردید. تحقیق بر روی فنولوژی و سازگاری گیاهان دارویی کشت شده در کلکسیون استان هرمزگان نشان داد که در بین گیاهان دارویی کشت شده زنیان جزء گیاهان سبز نشده و ناسازگار بوده است (Soltanipour & Majrouhi, 2012). در تحقیق Akbarinia و همکاران (۲۰۰۶) که بر روی ۱۲ نمونه زنیان جمع‌آوری شده از مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین اجرا شد. میزان اسانس نمونه‌ها از ۳/۱٪ تا ۳/۵٪ متفاوت بود. به‌منظور ارزیابی تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر خصوصیات مرفولوژی زنیان، تحقیقی در سال زراعی ۸۳-۸۲ توسط Boroumand Rezazadeh و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۶ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات مرفولوژیکی زنیان اثر معنی‌دار دارد، به نحوی که

جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۲۹ متر از سطح دریا انجام شد. از نظر اقلیمی منطقه پاکدشت جزو مناطق خشک محسوب شده و بارندگی‌ها عمدتاً در دو فصل پاییز و زمستان با متوسط بارش ۲۱۰ میلی‌متر در سال انجام می‌شود. درجه حرارت متوسط سالیانه به‌طور تقریبی ۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد و میزان تبخیر و تعرق سالیانه آن بیش از میانگین بارندگی سالیانه می‌باشد (آمار هواشناسی کشوری). همچنین مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

بذر ۲۳ اکوتیپ زنیان از بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور دریافت و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به‌منظور ارزیابی و مقایسه اکوتیپ‌ها براساس صفات فنولوژی در مزرعه پژوهشی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران کشت شد. مشخصات اکوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۲ ذکر شده است.

تأخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش عملکرد دانه شده و تاریخ کاشت آخر (۲۰ اردیبهشت) با عدم سبز شدن کامل همراه بود. تراکم زیاد باعث افزایش ارتفاع گیاه، کاهش انشعابات اولیه و ثانویه، تعداد چترک در هر چتر، تعداد چتر در بوته و وزن دانه در بوته شد. در ارتباط با مراحل فنولوژی گیاه دارویی زنیان و اکوتیپ‌های مختلف کشور تحقیقات کمی تاکنون انجام شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، گروه‌بندی اکوتیپ‌های بومی زنیان ایران براساس صفات فنولوژی و در نهایت شناسایی، معرفی و طبقه‌بندی اکوتیپ‌های زودرس، دیررس و میان‌رس بومی ایران و نیز بررسی میزان اسانس در هر یک از اکوتیپ‌ها مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۹۲ در مزرعه پژوهشی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران واقع در منطقه پاکدشت با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی، طول

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

بافت خاک	نیترژن (%)	هدایت الکتریکی (EC) (mS/cm)	اسیدیته (pH)	کربن آلی (%)
رسی لوم	۰/۱۴	۲/۵۳	۷/۵	۰/۵۹

جدول ۲- مشخصات محل جمع‌آوری و کدگذاری ۲۳ اکوتیپ زنیان بومی ایران

کد	جمعیت (استان)	اکوتیپ (شهرستان)	کد	جمعیت (استان)	اکوتیپ (شهرستان)
۱	البرز	کرج	۱۳	یزد	یزد
۲	اصفهان	اصفهان	۱۴	خراسان جنوبی	سربیشه
۳	اردبیل	اردبیل	۱۵	خراسان جنوبی	بیرجند
۴	اصفهان	فلاورجان	۱۶	خراسان جنوبی	بیرجند
۵	اردبیل	اردبیل	۱۷	خراسان جنوبی	قائن
۶	همدان	همدان	۱۸	خراسان جنوبی	بشرویه
۷	یزد	شاهدیه	۱۹	خراسان جنوبی	سربیشه
۸	یزد	صدوق	۲۰	قم	قم
۹	قزوین	قزوین	۲۱	فارس	شیراز
۱۰	یزد	شاهدیه	۲۲	مرکزی	اراک
۱۱	کرمان	رفسنجان	۲۳	فارس	مرودمت شیراز
۱۲	کرمان	رفسنجان			

به حجم ۲lit ریخته شد. عمل اسانس‌گیری برای هر اکوتیپ به مدت ۴ ساعت انجام شد و در نهایت پس از سرد شدن دستگاه و یادداشت مقدار اسانس بدست آمده، اسانس حاصل از روی آب تقطیر جمع‌آوری و برای بدست آوردن درصد اسانس از رابطه ۱ استفاده گردید (Azarnivand et al., 2010).
(رابطه ۱):

$$100 \times (\text{وزن خشک گیاه} / \text{حجم اسانس}) = \text{درصد بازده اسانس}$$

برای ثبت صفات فنولوژی، اکوتیپ‌ها هر ۳ روز یک‌بار مورد ارزیابی قرار گرفته و زمانی که ۵۰٪ بوته‌های هر کرت به مرحله فنولوژی مورد نظر رسیدند تاریخ آن ثبت گردید. همچنین به منظور تعیین تاریخ دقیق مراحل فنولوژیک از واحد تجمع حرارتی براساس درجه روز رشد (Growth Day Degree) و نیز زمان براساس تعداد روز پس از کشت (Days After Planting) استفاده شد. مهمترین مراحل فنولوژی اندازه‌گیری شده عبارتند از: تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ دانه‌بندی، تعداد روز تا ۵۰٪ رسیدگی فیزیولوژیکی و طول دوره پر شدن دانه، که در این میان صفت طول دوره پر شدن دانه از تفاضل تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژی بدست آمد که بیانگر فاصله زمانی از گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک دانه می‌باشد.

برای محاسبه تجمع حرارتی، براساس اطلاعاتی که از ایستگاه هواشناسی ورامین و پاکدشت گرفته شد، مقادیر تجمع حرارتی (GDD) براساس درجه روز رشد و با احتساب حداقل ۱۷ درجه و حداکثر ۳۵ درجه به‌عنوان دماهای حداقل (T_{min}) و حداکثر (T_{max}) محاسبه شد که به‌دلیل بالا بودن حداقل دمای محیط از دمای پایه از رابطه ۲ استفاده شد:

تاریخ کشت ۲۰ اسفند براساس نظر Broumand Rezazadeh و Koocheki (۲۰۰۶) در نظر گرفته شد که با توجه به شرایط منطقه و احتمال سرمازدگی، ابتدا در این تاریخ کشت در گلخانه و در سینی کشت انجام شد و بعد نشاءها در تاریخ ۷ اردیبهشت به زمین اصلی منتقل گردید. برای تهیه نشاء از بستر کشت کوکوپیت پرلیت استفاده شد. نشاءها دو بار در روز آبیاری می‌شدند تا از خشک شدن بستر کشت جلوگیری شود. حداقل دمای گلخانه در شب، حدود ۱۷ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد و حداکثر دمای آن در روز، حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. دوره تاریکی و روشنایی گلخانه ۱۴/۱۰ تنظیم گردید. همچنین عملیات آماده‌سازی و خاک‌ورزی مزرعه شامل عملیات شخم و دیسک و تسطیح انجام گردید، کرت‌ها به‌صورت جوی و پشته‌ای آماده و شیاربندی انجام شد. طول هر ردیف کشت ۱/۵ متر، فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و ۴ ردیف برای هر اکوتیپ در نظر گرفته شد و گیاهان هر اکوتیپ با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند و پس از انتقال به زمین به‌صورت دستی در محل داغ آب جوی و پشته‌ها نشاء شدند. آبیاری به‌صورت جوی و پشته‌ای و در طول دوره رشد گیاه تا زمان برداشت هر ۴ روز یک‌بار انجام شد. قبل از کشت و در زمان شخم زدن خاک با کود دامی به میزان ۲۵ تن در هکتار مخلوط شد، همچنین در مراحل کاشت و داشت از هیچ کود شیمیایی استفاده نشد، وجین علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی و در طول دوره رشد گیاه انجام شد.

پس از رسیدن اکوتیپ‌ها به مرحله رسیدگی فیزیولوژی، از هر اکوتیپ ۵۵ گرم بذر برای اسانس‌گیری به دانشکده داروسازی دانشگاه تهران منتقل گردید. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب (Hydro-distillation) توسط دستگاه کلونجر انجام شد. برای بیشتر شدن جذب سطحی ماده گیاهی با آب و در نتیجه بالا رفتن بازده اسانس، بذرها توسط آسیاب پودر شده و به‌همراه ۸۰۰ml آب داخل بالنی

$$G.D.D (HU) = N[(T_{max} + T_{min}) / 2] - T_b \quad (\text{رابطه ۲})$$

زودرس طبقه‌بندی شدند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و SPSS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح ۱٪ انجام گردید.

نتایج

تجزیه واریانس صفات فنولوژی اندازه‌گیری شده به تفکیک دو روش تجمع حرارتی (Grows degree day) و زمان (Days after planting) در جدول‌های ۳ و ۴ نمایش داده شده‌است. براساس این نتایج بین اکوتیپ‌ها از لحاظ تمامی صفات اندازه‌گیری شده، هم براساس زمان (DAP) و هم براساس تجمع حرارتی (GDD) اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

همچنین درجه حرارت پایه گیاه زنیان ۲/۱۸۵ برآورد شده است که براساس میانگین درجه حرارت‌های پایه ذکر شده در پژوهش‌های Fayazi و همکاران (۲۰۱۵) و Boroumand Rezazadeh و Koocheki (۲۰۰۶) مشخص گردید. به‌منظور شناسایی اکوتیپ‌های زودرس و دیررس و میان‌رس، بعد از انجام مقایسه میانگین در ابتدا میانه اکوتیپ‌ها شناسایی گردید و بعد ۳۰٪ از اکوتیپ‌های بالاتر و پایین‌تر از میانه به‌عنوان اکوتیپ‌های میان‌رس طبقه‌بندی شد و نیز با شناسایی اکوتیپ‌هایی که بیشترین و کمترین میزان مقایسه میانگین را داشتند به همراه ۴ اکوتیپ بعد از خود (به‌دلیل نزدیک بودن اعداد مقایسه میانگین در هر مرحله فنولوژی بین ۴ اکوتیپ) به‌عنوان اکوتیپ‌های دیررس و

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات فنولوژی اندازه‌گیری شده در اکوتیپ‌های مورد مطالعه زنیان براساس زمان (DAP) (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادی	گلدهی	دانه‌بندی	رسیدگی فیزیولوژی	طول دوره پر شدن دانه
بلوک	۲	۳/۱۴ ns	۵۶/۷۹ ns	۷۲/۲۷ ns	۱۸/۹ ns
اکوتیپ	۲۲	۷۴/۸۴ **	۴۰۷/۰۳ **	۱۶۵/۰۴ **	۱۹۲/۵۱ **
اشتباه آزمایشی	۴۴	۱۶/۴۴	۸۴/۴۴	۳۳/۴۸	۵۵/۸۵
ضریب تغییرات		۴/۰۸	۶/۷۸	۳/۱۵	۸/۹۲

** : معنی‌داری در سطح ۰/۰۱؛ * : معنی‌داری در سطح ۰/۰۵؛ ns : غیرمعنی‌دار

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات فنولوژی اندازه‌گیری شده در اکوتیپ‌های مورد مطالعه زنیان براساس تجمع حرارتی (GDD) (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادی	گلدهی	دانه‌بندی	رسیدگی فیزیولوژی	طول دوره پر شدن دانه
بلوک	۲	۴۲۰۷/۴۳ ns	۴۳۴۹۶/۱۳ ns	۴۵۹۸۷/۷۱ ns	۱۷۰۱۰/۳۴ ns
اکوتیپ	۲۲	۵۷۲۸۵/۲۶ **	۳۰۲۴۷۵/۵۲ **	۱۰۹۳۲۱/۴۱ **	۱۲۵۳۴۵/۶۳ **
اشتباه آزمایشی	۴۴	۱۲۴۱۲/۷۵	۶۲۶۱۹/۲۵	۲۱۱۲۰/۱۷	۳۶۶۰۵/۱۴
ضریب تغییرات		۴/۵۷	۷/۳۱	۳/۰۹	۹/۴۱

** : معنی‌داری در سطح ۰/۰۱؛ * : معنی‌داری در سطح ۰/۰۵؛ ns : غیرمعنی‌دار

اکوتیپ‌های مورد مطالعه است که نشان می‌دهد اکوتیپ‌های مختلف در فواصل زمانی متفاوتی وارد این مراحل رشدی شده‌اند. همچنین با توجه به نتایج حاصل

مرحله رشدی گلدهی و دانه‌بندی طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات ۵۰٪ گلدهی و دانه‌بندی، اختلاف معنی‌داری بین

شده است و سایر اکوتیپ‌ها از لحاظ این صفت میان‌رس محسوب می‌شوند.

مرحله رسیدگی فیزیولوژی و طول دوره پر شدن دانه نتایج تجزیه واریانس صفات رسیدگی فیزیولوژی و طول دوره پر شدن دانه نشان می‌دهد که بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد نظر اختلاف معنی‌داری وجود دارد، بدین صورت که رسیدگی فیزیولوژی بذر و طول دوره پر شدن دانه در اکوتیپ‌های مختلف در تاریخ‌های متفاوتی اتفاق افتاده است. همچنین با توجه به جدول ۶ نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفت رسیدگی فیزیولوژی نشان می‌دهد که اکوتیپ‌های رفسنجان (کد ۱۱)، سربیشه (کد ۱۴)، قم و اراک به ترتیب با تعداد روز پس از کشت (DAP) ۱۷۷/۳۳، رسیدگی ۳۳/۱۷۵، ۱۷۸ و ۱۵۷/۳۳ و با مقدار تجمع حرارتی (GDD) ۴۵۴۵/۲، ۴۴۹۳/۸، ۴۵۶۲/۲ و ۴۰۱۹ درجه روز رشد زودتر از سایر اکوتیپ‌ها وارد این مرحله رشدی شده است. همچنین اکوتیپ‌های فلاورجان، بیرجند (کد ۱۵)، قائن و مرودشت به ترتیب با ۱۸۹، ۱۹۳/۳۳ و ۱۹۲ روز پس از کشت و با مقدار تجمع حرارتی ۴۹۳۵/۶، ۴۸۴۲/۵، ۴۹۵۰/۳ و ۴۹۱۶/۷ درجه روز رشد دیرتر از سایر اکوتیپ‌ها به مرحله فیزیولوژی رسیده‌اند که البته فاصله زمانی رسیدگی فیزیولوژی در اکوتیپ‌های دیررس نزدیک به هم می‌باشد، از این رو می‌توان گفت هر ۴ اکوتیپ تقریباً در یک زمان وارد مرحله رسیدگی شدند. در این میان اکوتیپ اراک با داشتن کمترین مقدار DAP و GDD سریع‌تر از سه اکوتیپ دیگر وارد مرحله رسیدگی فیزیولوژی شده‌اند و اکوتیپ‌های قائن (۱۷ کد) و فلاورجان با داشتن بیشترین مقدار DAP و GDD دیرتر از باقی اکوتیپ‌ها وارد این مرحله رشدی شده است و اختلاف بین دو اکوتیپ قائن (۱۷ کد) و اراک، ۳۶ روز و ۹۳۱ درجه روز رشد است. سایر اکوتیپ‌ها از لحاظ این صفت میان‌رس محسوب می‌شوند. همچنین براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفت طول دوره پر شدن دانه در جدول ۶

از مقایسه میانگین صفت گلدهی (جدول ۵)، اکوتیپ‌های سربیشه (کد ۱۴)، قائن، شیراز و اراک به ترتیب با ۹۵، ۹۳/۶۶، ۸۹/۶۶ و ۹۳ روز پس از کشت و با مقدار تجمع حرارتی (GDD) ۲۳۱۶/۳۷، ۲۲۸۴/۶۳، ۲۱۷۸/۳۴ و ۲۲۶۴/۱۱ درجه روز رشد زودتر از سایر اکوتیپ‌ها وارد مرحله رشدی ۵۰٪ گلدهی شدند. همچنین اکوتیپ‌های اردبیل (کد ۳)، صدوق، یزد و بیرجند به ترتیب با مقدار ۱۰۷، ۱۰۵/۶۶، ۱۰۵/۶۶ و ۱۱۰/۶۶ روز پس از کشت و با مقدار تجمع حرارتی ۲۶۸۸/۰۳، ۲۶۰۶/۸۸، ۲۶۰۶/۴۵ و ۲۷۴۳/۵۹ درجه روز رشد دیرتر از سایر اکوتیپ‌ها به ۵۰٪ گلدهی رسیده که در این میان اکوتیپ شیراز (کد ۲۱) با داشتن کمترین مقدار DAP و GDD سریع‌تر از سه اکوتیپ دیگر به ۵۰٪ گلدهی رسیده و اکوتیپ بیرجند (کد ۱۵) با داشتن بیشترین مقدار DAP و GDD دیرتر از باقی اکوتیپ‌ها وارد این مرحله رشدی شده است و سایر اکوتیپ‌ها از لحاظ این صفت میان‌رس محسوب می‌شوند. همچنین با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفت دانه‌بندی (جدول ۵)، اکوتیپ‌های سربیشه (کد ۱۴)، قائن، شیراز و اراک به ترتیب با ۹۸/۳۳، ۱۲۲/۳۳، ۱۱۹/۳۳ و ۱۲۴/۶۶ روز پس از کشت و با مقدار تجمع ۳۰۶۴/۸، ۲۹۸۰/۸ و ۳۱۲۹ درجه روز رشد زودتر از سایر اکوتیپ‌ها به مرحله دانه‌بندی رسیدند. همچنین اکوتیپ‌های اردبیل (کد ۳)، شاهدیه (کد ۱۰)، بیرجند (کد ۱۵) و سربیشه (کد ۱۹) به ترتیب با مقدار ۱۴۸، ۱۴۸ و ۱۴۸ روز پس از کشت و با مقدار ۳۷۶۳/۶، ۳۷۶۳/۹ و ۳۷۸۲/۴ درجه روز رشد دیرتر از سایر اکوتیپ‌ها وارد این مرحله فنولوژیک شدند که در این میان اکوتیپ سربیشه (کد ۱۴) با داشتن کمترین مقدار DAP و GDD سریع‌تر از سه اکوتیپ دیگر به مرحله رشدی دانه‌بندی رسیده و اکوتیپ سربیشه (کد ۱۹) با داشتن بیشترین مقدار DAP و GDD دیرتر از باقی اکوتیپ‌ها وارد این مرحله رشدی

بر شدن دانه سپری کرده‌اند که در این میان اکوتیپ اراک با داشتن کمترین تعداد روز پس از کشت (DAP) و کمترین میزان تجمع حرارتی (GDD)، زودرس‌ترین اکوتیپ و اکوتیپ قائن با داشتن بیشترین مقدار DAP و GDD به‌عنوان دیررس‌ترین اکوتیپ برای این صفت می‌باشد و اختلاف بین این دو اکوتیپ ۳۷ روز و ۹۴۰ درجه روز رشد است. سایر اکوتیپ‌ها از لحاظ این صفت میان‌رس محسوب می‌شوند.

اکوتیپ‌های صدوق، رفسنجان (کد ۱۱)، یزد و اراک براساس زمان به‌ترتیب ۷۵/۳۳، ۷۷/۳۳ و ۷۴/۳۳ و ۶۳/۳۳ روز و با میزان تجمع حرارتی ۱۷۹۷/۲، ۱۸۶۶، ۱۸۰۲ و ۱۵۳۸/۷ درجه روز رشد طول دوره پر شدن دانه کوتاهی داشته‌اند. همچنین اکوتیپ‌های فلاورجان، اردبیل (کد ۵)، قزوین و قائن به‌ترتیب با مقدار ۹۷، ۹۰، ۹۰ و ۱۰۱ روز پس از کشت و با مقدار تجمع حرارتی ۲۴۱۷/۵، ۲۱۹۳/۴، ۲۱۹۲/۱ و ۲۴۷۹/۳ درجه روز رشد بیشترین زمان را برای

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات فنولوژیک آغاز ۵۰٪ گلدهی و ۵۰٪ دانه‌بندی

کد	اکوتیپ شهر	۵۰٪ گلدهی		گروه‌بندی	۵۰٪ دانه‌بندی		گروه‌بندی
		GDD	DAP		GDD	DAP	
۱	کرج	۹۸/۳۳ bcdef	۲۴۰۵/۵۷ bcde	C	۱۴۳/۳۳ abcd	۲۶۳۷/۳ abc	C
۲	اصفهان	۱۰۱/۳۳ cdefg	۲۴۸۸/۵۱ def	C	۱۳۱/۳۳ cdefg	۳۳۰۹ bcdef	C
۳	اردبیل	۱۰۷ gh	۲۶۸۸/۰۳ fg	B	۱۴۸ a	۳۷۶۳/۵ a	B
۴	فلاورجان	۹۶ bcd	۲۳۴۲/۴۷ abcd	C	۱۳۷/۳۳ abcdef	۳۴۷۹/۱ abcde	C
۵	اردبیل	۹۷/۳۳ bcd	۲۳۷۸/۳۲ bcd	C	۱۳۴ cdefg	۳۳۸۸/۱ acdef	C
۶	همدان	۹۵/۶۶ abcd	۲۳۳۶/۱ abcd	C	۱۳۱ defg	۳۳۰۵/۴ cdef	C
۷	شاهدیه	۱۰۱ cdefg	۲۴۷۸/۹۸ cdef	C	۱۲۹/۶۶ cdefg	۳۲۶۲/۷ bcdef	C
۸	صدوق	۱۰۵/۶۶ fgh	۲۶۰۶/۸۸ efg	B	۱۳۸ abcdef	۳۴۹۶/۱ abcde	C
۹	قزوین	۹۷ bcd	۲۳۷۲/۲۲ bcd	C	۱۳۴/۶۶ bcdefg	۳۴۰۶/۲ abcdef	C
۱۰	شاهدیه	۱۰۲/۶۶ defgh	۲۵۲۴/۶۳ defg	C	۱۴۸ a	۳۷۶۳/۹ a	B
۱۱	رفسنجان	۹۶/۳۳ bcd	۲۳۵۱/۳۷ bcd	C	۱۳۶/۶۶ abcdefg	۳۴۵۹/۷ abcde	C
۱۲	رفسنجان	۹۷ bcd	۲۳۶۹/۴۵ bcd	C	۱۴۵ abcd	۲۶۸۱/۳ abc	C
۱۳	یزد	۱۰۵/۶۶ efg	۲۶۰۶/۴۵ efg	B	۱۳۷ abcdef	۳۴۶۸/۵ abcde	C
۱۴	سربیشه	۹۵ abc	۲۳۱۶/۳۷ abcd	A	۹۸/۳۳ h	۲۴۱۲/۲ g	A
۱۵	بیرجند	۱۱۰/۶۶ h	۲۷۴۳/۵۹ g	B	۱۴۸ ab	۳۷۶۴ a	B
۱۶	بیرجند	۹۹ bcdefg	۲۴۲۳/۶۸ bcde	C	۱۳۹/۶ abcde	۳۵۳۹/۸ abcd	C
۱۷	قائن	۹۳/۶۶ ab	۲۲۸۴/۶۳ abc	A	۱۲۲/۳۳ fgh	۳۰۶۴/۸ ef	A
۱۸	بشرویه	۹۶/۶۶ bcd	۲۳۶۳/۲۱ bcd	C	۱۳۲ cdefg	۳۳۲۹/۲ bcdef	C
۱۹	سربیشه	۱۰۲/۳۳ cdefg	۲۵۱۵/۳۳ def	C	۱۴۸/۶۶ a	۳۷۸۲/۴ a	B
۲۰	قم	۹۷/۶۶ bcde	۲۴۳۳/۸۴ bcde	C	۱۴۰/۳۳ abcde	۳۵۵۹/۲ abcd	C
۲۱	شیراز	۸۹/۶۶ a	۲۱۷۸/۳۴ a	A	۱۱۹/۳۳ gh	۲۹۸۰/۸ fg	A
۲۲	اراک	۹۳ ab	۲۲۶۴/۱۱ ab	A	۱۲۴/۶۶ efg	۳۱۲۹ efd	A
۲۳	مرودشت	۱۰۲/۶۶ defgh	۲۵۲۴ defg	C	۱۴۶/۳۳ abc	۳۷۲۱/۳ ab	C

A: زودرس؛ B: دیررس؛ C: میان‌رس

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات فنولوژیک رسیدگی فیزیولوژی و طول دوره پر شدن دانه

کد	اکوتیپ شهر	رسیدگی فیزیولوژی		گروه بندی	طول دوره پر شدن دانه		گروه بندی
		GDD	DAP		GDD	DAP	
۱	کرج	۴۷۴۴abcd	۱۸۵bcd	C	۲۰۵۷/۷bcd	۸۵bcd	C
۲	اصفهان	۴۶۵۷/۵bcd	۱۸۱/۶۶cd	C	۱۹۴۱/۲cd	۸۰/۳۳cd	C
۳	اردبیل	۴۷۳۳/۸abcd	۱۸۴/۶۶cd	C	۱۸۸۰/۸cde	۷۷/۶۶cd	C
۴	فلورجان	۴۹۳۵/۶a	۱۹۳ab	B	۲۴۱۷/۵ab	۹۷ab	B
۵	اردبیل	۴۷۹۶/۳abcd	۱۸۷/۳۳abc	C	۲۱۹۳/۴abc	۹۰abc	B
۶	همدان	۴۶۱۴/۱cd	۱۸۰cd	C	۱۹۸۶/۲cd	۸۲cd	C
۷	شاهدیه	۴۷۹۵/۵abcd	۱۸۷bcd	C	۲۰۵۶/۴bcd	۸۵bcd	C
۸	صدوق	۴۶۹۲abcd	۱۸۳de	C	۱۷۹۷/۲de	۴۷/۳۳de	A
۹	قزوین	۴۷۸۷/۹abcd	۱۸۷abcd	C	۲۱۹۲/۱abc	۹۰abc	B
۱۰	شاهدیه	۴۷۷۶/۶abcd	۱۸۶/۳۳bcd	C	۲۰۱۶/۹cd	۸۳/۳۳bcd	C
۱۱	رفسنجان	۴۵۴۵/۲cd	۱۷۷/۳۳cd	A	۱۸۶۶cde	۷۷/۳۳cd	A
۱۲	رفسنجان	۴۶۹۲abcd	۱۸۳abcd	C	۲۱۰۵/۵bcd	۸۷abcd	C
۱۳	یزد	۴۶۲۳/۲cd	۱۸۰/۳۳de	C	۱۸۰۲de	۷۴/۳۳de	A
۱۴	سربیشه	۴۴۹۳/۸d	۱۷۵/۳۳cd	A	۱۹۳۹/۵cd	۸۰/۳۳cd	C
۱۵	بیرجند	۴۸۴۲/۵abc	۱۸۹cd	B	۱۸۸۹/۴cde	۷۸cd	C
۱۶	بیرجند	۴۷۴۱/۷abcd	۱۸۵bcd	C	۲۰۸۴/۶bcd	۸۶bcd	C
۱۷	قائن	۴۹۵۰/۳a	۱۹۳/۳۳a	B	۲۴۷۹/۳a	۱۰۱a	B
۱۸	بشرویه	۴۷۵۹/۳abcd	۱۸۵/۶abcd	C	۲۱۶۵/۶abcd	۸۹abcd	C
۱۹	سربیشه	۴۷۵۲/۶abcd	۱۸۵/۳۳bcd	C	۲۰۳۸/۱cd	۸۴/۳۳bcd	C
۲۰	قم	۴۵۶۲/۲cd	۱۷۸ cd	A	۱۹۴۴/۶cd	۸۰/۳۳cd	C
۲۱	شیراز	۴۶۰۵/۹cd	۱۷۹/۶abc	C	۲۱۸۷/۹abc	۹۰abc	C
۲۲	اراک	۴۰۱۹e	۱۵۷/۳۳e	A	۱۵۳۸/۷de	۶۳/۳۳e	A
۲۳	مرودشت	۴۹۱۶/۷ ab	۱۹۲abc	B	۲۱۶۷/۴abcd	۸۹/۳۳abc	C

A: زودرس؛ B: دیررس؛ C: میانرس

بازده اسانس

براساس نتایج بدست آمده (جدول ۷) در ارتباط با محتوای اسانس، اکوتیپ‌های اراک و اردبیل (کد ۳) به ترتیب با ۱۱/۶٪ و ۶٪، بیشترین میزان اسانس را داشته‌اند و

اکوتیپ سربیشه (کد ۱۴) با ۲/۷۲٪، کمترین میزان اسانس را داشته است و بقیه اکوتیپ‌ها بین ۳/۲۷٪ تا ۵/۴۵٪ بازده اسانس داشتند.

جدول ۷- بازده اسانس ۲۳ اکوتیپ بومی زنیان

کد	اکوتیپ	اسانس (%)	کد	اکوتیپ	اسانس (%)
۱	کرج	۴/۴۶	۱۳	یزد	۴/۷۲
۲	اصفهان	۴	۱۴	سربیشه	۲/۷۲
۳	اردبیل	۶	۱۵	بیرجند	۳/۴۵
۴	فلاورجان	۴/۵۴	۱۶	بیرجند	۴/۸۲
۵	اردبیل	۴/۳۶	۱۷	قائن	۴/۷۲
۶	همدان	۴/۲۸	۱۸	بشرویه	۴
۷	شاهدیه	۳/۲۷	۱۹	سربیشه	۵/۲۷
۸	صدوق	۵/۰۹	۲۰	قم	۴/۳۶
۹	قزوین	۴/۵۴	۲۱	شیراز	۴
۱۰	شاهدیه	۴/۳۶	۲۲	اراک	۶/۱۱
۱۱	رفسنجان	۴/۷۲	۲۳	مرودشت	۴/۱۸
۱۲	رفسنجان	۵/۴۵			

بحث

در این تحقیق از دو صفت رسیدگی فیزیولوژی (به دلیل نشان دادن تاریخ رسیدگی نهایی بذر) و طول دوره پر شدن دانه (به دلیل مشخص کردن فاصله میان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژی) به عنوان معیار برای شناسایی اکوتیپ‌های زودرس، دیررس و میان‌رس انتخاب شده است. در بین صفات فنولوژی اندازه‌گیری شده در این تحقیق صفات گلدهی و دانه‌بندی به ترتیب کمترین و بیشترین اختلاف معنی‌دار را هم براساس زمان (DAP) و هم براساس تجمع حرارتی (GDD) داشته‌اند که این مسئله نشان می‌دهد در بین اکوتیپ‌های بومی مورد مطالعه، کمترین اختلاف زمانی برای رسیدن به مرحله ۵۰٪ گلدهی و بیشترین اختلاف زمانی برای رسیدن به مرحله ۵۰٪ دانه‌بندی وجود داشته است و تنوع تاریخ رسیدن به مرحله دانه‌بندی در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه زیاد بوده است، از این‌رو از آنجایی که اسانس این گیاه در بذر وجود دارد این تفاوت در تاریخ دانه‌بندی می‌تواند بر روی میزان اسانس هر اکوتیپ نیز تأثیرگذار باشد.

در گزارشی میزان اسانس چند گیاه دارویی خانواده چتریان مورد بررسی قرار گرفت که در آن هویج ۰/۵۹٪،

گشنیز ۱/۵-۰/۲٪، کرفس ۳-۲/۵٪، جعفری ۲/۶٪، زیره سیاه ۴-۲/۵٪، انیسون ۳۲٪، شوید ۴-۲/۵٪ و رازیانه ۵/۵-۴٪ بیان شد؛ همانطور که مشاهده می‌شود اکوتیپ اراک گیاه دارویی زنیان با داشتن ۶/۱۱٪ اسانس، بیشترین محتوای اسانس در میان این گیاهان را به خود اختصاص داده است (Olle & Bender, 2010).

در جدول ۸ چهار اکوتیپ برتر زودرس و دیررس در هر یک از مراحل فنولوژی با توجه به میزان اسانس حاصل از هر یک، مشخص شده است که با توجه به این جدول در تمامی مراحل رشدی، اکوتیپ اراک (کد ۲۲) جزء اکوتیپ‌هایی بوده است که سریع‌تر از سایر اکوتیپ‌ها مراحل رشدی خود را طی کرده و در دو صفت رسیدگی فیزیولوژی (با مقدار DAP، ۱۵۷ روز و مقدار GDD، ۴۰۱۹ درجه روز رشد) و طول دوره پر شدن دانه (با مقدار DAP، ۶۳ روز و مقدار GDD، ۱۵۳۸/۷ درجه روز رشد) نیز اکوتیپ اراک (کد ۲۲) جزء زودرس‌ترین اکوتیپ مشخص شده است، از طرفی با داشتن ۶/۱۱٪ اسانس، بیشترین میزان اسانس را نیز در بین کلیه اکوتیپ‌ها به خود اختصاص داده است. همچنین در این تحقیق (با توجه به جدول ۷) اکوتیپ قائن

دانه مشاهده می‌شود. از دلایل بالا رفتن و یا پایین آمدن درجه روز رشد (GDD) در اکوتیپی زیاد بودن طول دوره رشد و یا کوتاه بودن طول دوره رشد اکوتیپی می‌باشد، به همین دلیل اکوتیپی که تعداد روز پس از کشت آن کوتاه یا بلند باشد درجه روز رشد آن نیز کم یا زیاد می‌شود. همچنین در تحقیقی که توسط Majrouhi و Soltanipoor (۲۰۱۲) بر روی فنولوژی و سازگاری گیاهان دارویی کشت شده در کلکسیون استان هرمزگان انجام شد گیاه دارویی زنیان جزء گیاهان سبز نشده بوده است که ناسازگار به شرایط آب و هوایی محل کشت شناسایی شده است. شناخت رفتارهای مختلف گیاهان در دوره رشد و فنولوژی گلدهی علاوه بر برنامه‌ریزی دقیق برای پرورش و برداشت، به صرفه‌جویی در هزینه و مصرف انرژی در دوره گلدهی نیز کمک می‌کند (Van Der Ploeg & Heuvelink., 2006). همچنین پژوهشی توسط Zarezadeh و همکاران (۲۰۰۷) بر روی فنولوژی و سازگاری گیاهان کشت شده در کلکسیون یزد انجام شد که در این پژوهش گیاه دارویی زنیان ۹۹ روز پس از کشت وارد گلدهی شد. در حالی که در این تحقیق میانگین تعداد روزهای رسیدن به گلدهی ۹۹/۱۸ روز می‌باشد و اکوتیپ‌های استان یزد (کدهای ۷، ۸، ۱۰ و ۱۳) حداکثر ۱۰۱ و حداقل ۱۰۵ روز پس از کشت وارد مرحله گلدهی شده‌اند. اگر زنیان کشت شده در کلکسیون یزد اکوتیپ بومی یزد بوده باشد این تفاوت می‌تواند به دلیل متفاوت بودن شرایط آب و هوایی پاکدشت با یزد و نیز سازگاری ژنوتیپ این گیاه با شرایط آب و هوایی محل کشت باشد. همچنین در تحقیق انجام شده در یزد گیاه دارویی زنیان به‌طور مستقیم در زمین اصلی کشت شده، در حالی که در این تحقیق زنیان به‌صورت نشاء کشت شده است که این مطلب نیز می‌تواند مؤثر بر تاریخ‌های هر یک از مراحل فنولوژیک باشد. پژوهشی توسط Zarezadeh و همکاران (۲۰۱۵) بر روی فنولوژی برخی اکسشن‌های گیاه آویشن (به‌عنوان یکی از گیاهان هم خانواده با زنیان که از لحاظ میزان تیمول به‌عنوان ترکیب اصلی اسانس در زنیان، تقریباً یکسان می‌باشد) انجام شد.

(کد ۱۷) در صفات رسیدگی فیزیولوژی (با مقدار DAP، ۱۹۳ روز و مقدار GDD ۰،۴۹۵ درجه روز رشد) و طول دوره پر شدن دانه (با مقدار DAP ۱۰۱ روز و مقدار GDD، ۲۴۷۹ درجه روز رشد)، به‌عنوان دیررس‌ترین اکوتیپ مشخص شده است و در عین حال این اکوتیپ اختلاف ناچیزی با اکوتیپ فلاورجان چه از لحاظ زمان (رسیدگی فیزیولوژی ۰/۳۳ روز پس از کشت، طول دوره پر شدن دانه ۴ روز) و چه از لحاظ تجمع حرارتی (رسیدگی فیزیولوژی ۱۴/۷، طول دوره پر شدن دانه ۶۲ درجه روز رشد) در دو صفت ذکر شده دارد، از این رو می‌توان اکوتیپ فلاورجان را نیز جزء دیررس‌ترین اکوتیپ معرفی کرد. همچنین میزان اسانس دو اکوتیپ قائن (کد ۱۷) و فلاورجان به ترتیب ۴/۷۲ و ۴/۵۴ می‌باشد که از این لحاظ می‌توان گفت در سطح متوسطی نسبت به سایر اکوتیپ‌ها قرار دارند. اکوتیپ قائن (۱۷) در مرحله گلدهی جزء اکوتیپ‌های زودرس طبقه‌بندی شده است، در حالی که در مراحل رسیدگی فیزیولوژی و طول دوره پر شدن دانه جزء دیررس‌ترین اکوتیپ‌ها طبقه‌بندی شده است که این مطلب می‌تواند به دلیل درشت بودن بذر این اکوتیپ باشد که منجر به افزایش طول دوره پر شدن دانه گردیده است. از طرفی زنیان گیاهی رشد نامحدود است که ساقه و تمامی انشعابات ساقه و انشعابات فرعی آن منتهی به یک چتر می‌شود، از این رو هر قدر طول دوره رشد گیاه بیشتر باشد، گیاه فرصت بیشتری برای استفاده از منابع خاک دارد و از این منابع برای ایجاد انشعابات اولیه و ثانویه، بیشتر استفاده می‌کند و هر قدر این انشعابات در گیاه بیشتر باشد میزان گل و بذر نیز بیشتر می‌گردد، در نتیجه طول دوره پر شدن بذر افزایش می‌یابد. گیاهان بعد از تکمیل گرده‌افشانی، بیشتر مواد فتوسنتزی جاری و ذخیره خود را به طرف دانه‌های در حال رشد می‌فرستند. بنابراین به نظر می‌رسد که طولانی بودن مرحله پر شدن دانه فرصت کافی برای صدور مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه افزایش عملکرد را فراهم می‌سازد (Jodi., 2013). Fischer (۲۰۱۱) معتقد است که ارتباط بسیار نزدیکی بین طول دوره پر شدن دانه با عملکرد

جدول ۸- اطلاعات زودرسی و دیررسی صفات فنولوژی اندازه‌گیری شده در اکوتیپ‌های مورد مطالعه زنیان

اسانس	طول دوره پر شدن دانه				اسانس	رسیدگی فیزیولوژی				اسانس	دانه‌بندی				اسانس	گلدهی			
	GDD (%)	DAP	شهر	کد		GDD (%)	DA P	شهر	کد		GDD (%)	D	DAP	شهر		کد	GDD (%)	DAP	شهر
۵/۰۹	۱۷۹۷	۷۴	صدوق	۸	۲/۷۲	۴۵۴۵	۱۷۷	رفسنجان	۱۱	۲/۷۲	۲۴۱۲	۹۸	سربیشه	۱۴	۲/۷۲	۲۳۱۶	۹۵	سربیشه	۱۴
۲/۷۲	۱۸۶۶	۷۷	رفسنجان	۱۱	۴/۳۶	۴۴۹۳	۱۷۵	سربیشه	۱۴	۴/۷۲	۳۰۶۴	۱۲۲	قائن	۱۷	۴/۷۲	۲۲۸۴	۹۳	قائن	۱۷
۴/۷۲	۱۸۰۲	۷۴	یزد	۱۳	۶/۱۱	۴۵۶۲	۱۷۸	قم	۲۰	۴	۲۹۸۰	۱۱۹	شیراز	۲۱	۴	۲۱۷۸	۸۹	شیراز	۲۱
۶/۱۱	۱۵۳۸	۶۳	اراک	۲۲	۴/۷۲	۴۰۱۹	۱۵۷	اراک	۲۲	۶/۱۱	۳۱۲۹	۱۲۴	اراک	۲۲	۶/۱۱	۲۲۶۴	۹۳	اراک	۲۲
۴/۵۴	۲۴۱۷	۹۷	فلاورجان	۴	۴/۵۴	۴۵۳۵	۱۹۳	فلاورجان	۴	۶	۳۷۶۳	۱۴۸	اردبیل	۳	۶	۲۶۸۸	۱۰۷	اردبیل	۳
۴/۳۶	۲۱۹۳	۹۰	اردبیل	۵	۴/۵۴	۴۸۴۲	۱۸۹	بیرجند	۱۵	۳/۴۵	۳۷۶۳	۱۴۸	شاهدیه	۱۰	۵/۰۹	۲۶۰۶	۱۰۵	صدوق	۸
۴/۵۴	۲۱۹۲	۹۰	قزوین	۹	۴/۷۲	۴۹۵۰	۱۹۳	قائم	۱۷	۵/۲۷	۳۷۶۴	۱۴۸	بیرجند	۱۵	۴/۷۲	۲۶۰۶	۱۰۵	یزد	۱۳
۴/۷۲	۲۴۷۹	۱۰۱	قائن	۱۷	۴/۱۸	۴۹۱۶	۱۹۲	مرودشت	۲۳	۴/۳۶	۳۷۸۲	۱۴۸	سربیشه	۱۹	۳/۴۵	۲۷۴۳	۱۱۰	بیرجند	۱۵

- Boroumand Rezazadeh, Z., Rezvani Moghadam, P. and Rashed Mohassel, M., 2005. Effects of sowing date and plant density on morphological characteristics of Ajowan. National Conference on the Sustainable Development of Medicinal Plants, Iran, 27-29 July: 120.
- Boroumand Rezazadeh, Z. and Koocheki, A., 2006. Evaluation of cardinal temperature for three species of medicinal plants, ajowan (*Trachyspermum ammi*), fennel (*Foeniculum vulgare*) and dill (*Anethum graveolens*). Biaban (Desert Journal), 11(2): 11-16.
- Doroudi, V., 1995. Identify two plants *Salvia aegyptica* & *Artemisia Lamprocaulos* by GC-MS. School of Pharmacy-Islamic Azad University-Tehran, Thesis No. 351.
- Fayazi, H., Gharine, M. and Derakhshan, A., 2015. The estimated base temperature of seed germination ajowan (*Thrachyspermum copticum*). Thirteenth Conference Agronomy and Plants Breeding Science and The Third Conference of Science and Seed Technology in Iran. Agronomy and Plants Breeding Science Society of Iran, 26-28 August: 275.
- Fischer, R.A., 2011. Wheat physiology: a review of recent developments. Crop and Pasture Science, 62(2): 95-114.
- Jodi, M., 2013. The relationship between timing and duration of phenological events and grain yield in Iranian wheat cultivars. Journal of Crop Production Plants, 6(4): 99-116.
- Krichen, L., Audergon, J.M. and Trifi-Farah, N., 2012. Relative efficiency of morphological characters and molecular markers in the establishment of an apricot core collection. Hereditas, 149: 163-172.
- Mirzavand Broojeni, S., 1993. Evaluate and compare the properties of macroscopic, microscopic and phytochemical of standard fruits, anise, Fennel and Ajwain. Pharmacy Ph.D. Thesis, School of Pharmacy, Isfahan University of Medical Sciences.
- Olle, M. and Bender, I., 2010. The content of oils in umbelliferous crops and its formation. Agronomy Research. 8: 687-696.
- Rojhan, M.S., 1982. Cure with Medicinal Plants. Atrak Publication, Tehran, 129p.
- Samsam-Shariat, H. and Moatar, F., 1994. Medicinal and Aromatic Plants. Mashal Publications, Esfahan, 293p.
- Shanehchy, M., 1993. Plant Ecology. Emam Reza University Press, 420p.
- Soltanipoor, M. and Majrouhi, A., 2012. Check compatibility and medicinal plant phenology collection of medicinal plants cultivated in the province Hormozgan. Journal Understanding and Application of Medicinal Plants, 2: 1-15.

این گیاه در نیمه اول بهمن ماه کشت گردید و نتایج نشان داد که میانگین تعداد روزهای رسیدن به بالای ۵۰٪ گلدهی ۲۰۰ روز و حداقل آن ۱۳۷ روز و حداکثر آن ۳۱۳ روز بوده است، در حالی که تعداد روزهای رسیدن به ۵۰٪ گلدهی در زنیان با میزان حداقل ۸۹/۶۶ روز مربوط به اکوتیپ شیراز (کد ۲۱) و حداکثر ۱۱۰/۶۶ روز مربوط به اکوتیپ بیرجند (کد ۱۵) و میانگین ۹۹/۱۸ روز، بسیار کمتر از گیاه دارویی آویشن بوده است. از این رو گیاه دارویی زنیان از لحاظ صفت فنولوژیک گلدهی زودرس تر از گیاه دارویی آویشن می باشد. به طور کلی نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که رسیدن به مراحل مختلف رشد، اکوتیپ های زنیان در مناطق مختلف ایران، به صورت همزمان نبوده و زمان رسیدن به هر یک از مراحل رشد گیاه در اکوتیپ های مختلف متفاوت بوده است، از این رو اکوتیپ های زنیان بومی ایران که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند از لحاظ صفات مختلف فنولوژیک اندازه گیری شده تنوع ژنتیکی کافی را داشتند.

منابع مورد استفاده

- Acquaah, G., 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell Publishing Ltd, 569p.
- Akbarinia, A., Sefidkon, F., Ghalavand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z. and Sharifi Ashorabadi, A., 2006. A study on chemical composition of ajwain (*Thrachyspermum ammi*) essential oil produced in Qazvin. The Journal of Qazvin University of Medical Sciences, 3(36): 22-25.
- Amini, A., Naderi, A. and Lak Zadeh, A., 2011. Investigation of phenological stages and grain yield of mid maturity wheat genotypes in response to different growth degree-day (GDD) accumulation in Ahvaz climate. The Quarterly Academic Journal of Crop Physiology, 3(10): 121-132.
- Azarnivand, H., Ghavam Arabani, M., Sefidkon, F. and Tavili, A., 2010. The effect of ecological characteristic on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. subsp *millefolium*. Iranian Journal Medicinal and Aromatic Plants Reseach, 25: 556-571.
- Booth, B.D., Murphy, S.P. and Swanton, C.J., 2003. Weed Ecology in Nature and Agricultural Systems. CABI Publishing, 320p.

- species under agricultural conditions. Iranian Journal Medicinal Aromatic Plants, 31(3): 553-539.
- Zarezadeh, A., Mirvakili, S.M. and Arabzadeh, M.R., 2007. Survey on phenology and acclimatization of medicinal plants species in Yazd province collection. Iranian Journal Medicinal Aromatic Plants, 23(2): 204-217.
 - Zargari, A., 1989. Medicinal Plants (Vol. 2). University Publication: Tehran, 1000p.
 - Van Der Ploeg, A. and Heuvelink, E., 2006. The influence of temperature on growth and development of *chrysanthemum* cultivars: a review. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81: 174-182.
 - Zarezadeh, A., Madah Arefi, H., Sharifi Ashoorabadi, E., Mirhosseini, A. and Arabzadeh, M.R., 2015. Phenology and compatibility of different *Thymus*

Archive of SID

Evaluation of phenological characteristics and amount of essential oils in some native ecotypes of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.)

S.M. Mirzahosseini¹, S.A. Sadat Noori², Y. Amanzadeh³ and M. Ghorbani Javid^{4*}

1- MSc. Graduate Student in Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

2- Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

3- Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran, E-mail: mjavid@ut.ac.ir

Received: July 2016

Revised: January 2017

Accepted: February 2017

Abstract

Study of phenological characteristics and determination of temperature requirement of medicinal plants leads to a better understanding of the extent and manner of growth and development. An accurate planning for optimal utilization of the plant and amount of active substances could be done based on this feature. This research was aimed to evaluate the phenological characteristics and classify early, late and medium maturity ecotypes of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) as well as assessment of the essential oils extracted from each ecotype. In this study, 23 native ecotypes of Iranian ajowan were arranged in a randomized complete block design with three replications during 2014-2015. Growing degree-day (GDD) and the days after planting (DAP) were used to determine the exact date of phenological stages. Ecotypes were evaluated every three days and when 50% of the plants of each ecotype reached the phenological stage, the date was recorded. After ripening and harvest, essential oil was extracted by hydro-distillation method and cleverger apparatus. According to the results of this study, significant differences were found among ecotypes in terms of phenological traits. Flowering and granulation showed the most and least significant differences. The essential oil of samples varied between 2.7% (Sarbishe) and 6.1% (Arak). In addition, according to the results of mean comparison, four superior ecotypes in terms of early, medium and late maturity in each phenological stage were identified and classified. Physiological maturity and grain filling period were considered as a criterion to determine the early and late maturity. Accordingly, Arak (Markazi province) and Qaen (South Khorasan province) with an essence content of 6.1% and 4.7%, respectively were identified as the earliest and most late ecotypes.

Keywords: Ecotypes, days after planting, growth degree-day, Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.), phenology, active substance.