

تعیین شرایط آب‌وهوایی آویشن دنیایی و مراحل فنولوژیک آن به منظور کشت در مناطق مختلف

مرضیه مجدبرزکی - دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی کشاورزی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان، ایران
جواد خوشحال دستجردی* - دانشیار، رشته اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، ایران
فاطمه سفیدکن - استاد، رشته فیتوشیمی، تحقیقات گیاهان دارویی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
محمد لباسچی - دانشیار، رشته زراعت گیاهان دارویی، بخش تحقیقات گیاهان دارویی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
علی براتیان - استادیار، رشته اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، ایران

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰

دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۱

چکیده

آویشن دنیایی یک گیاه آویشن و از خانواده نعناعیان و بومی کشور ایران است. این گیاه خودرو در رویشگاه‌هایی با شرایط محیطی مناسب آن می‌روید. در دهه‌های اخیر، با کشف اثرهای جانبی سوء داروهای شیمیایی، تقاضا برای مصرف داروها و مواد گیاهی افزایش یافته و رو به تزاید است. بنابراین، تولیدکنندگان دارو و فرآورده‌های صنعتی در صدد برآمده‌اند تا با کاشت این گیاه در مزارع تولید را افزایش دهند. برای این کار باید شرایط محیطی مزرعه، مخصوصاً شرایط آب‌وهوایی آن، کاملاً مشابه رویشگاه گیاه مورد نظر باشد تا میزان عملکرد محصول به حداکثر مطلوب برسد. بنابراین، هدف از این تحقیق کاشت آن در سه ناحیه ارتفاعی مختلف و تعیین نیازهای آب و هوایی آن است. برای انجام دادن آن در شهرستان کاشان سه سایت احداث شد و در آن‌ها آویشن طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۷ کشت شد و دیده‌بانی‌های فنولوژیک و آب‌وهوایی انجام گرفت و در پایان داده‌های تولیدی تحلیل و نتایج استخراج شد. نتایج نشان داد اگر تاریخ کشت متناسب با شرایط اقلیمی محل کاشت نباشد، گیاه در فازهای مختلف، بر مبنای کسب میزان انرژی از محیط، در محدوده مطلوب رشد می‌کند، دچار اختلال می‌شود، و بر میزان نیازهای حرارتی گیاه برای خنثی‌سازی آن افزوده می‌شود و این امر می‌تواند بر میزان عملکرد محصول اثرگذار باشد.

واژگان کلیدی: آویشن دنیایی، شهرستان کاشان، فنولوژی آویشن، گیاهان دارویی.

مقدمه

انسان از قدیم‌الایام به وجود اثربخشی گونه‌های گیاهی در درمان امراض پی برده است. با مشخص شدن اثرهای جانبی داروهای شیمیایی، به تدریج استفاده از گیاهان دارویی رونق گرفته و روز به روز استفاده از آن افزایش یافته است. این امر باعث شده است تهیه این گیاهان، که عمدتاً خودرو و مخصوص مناطق خاصی از زمین و تحت شرایط ویژه‌ای از آب و هوا می‌باشند، ممکن نباشد و با برداشته‌های فراتر از توان رویشگاه‌ها در تولید و تجدید گونه‌های مورد استفاده نسل آن‌ها در معرض انقراض و رویشگاه‌هایشان مورد تهدید قرار گیرد. برای جلوگیری از این امر، در دهه‌های اخیر، مطالعاتی برای کشت گونه‌های مختلف گیاهان دارویی در سراسر جهان انجام گرفته است تا بتوان با کاشت آن‌ها مواد اولیه لازم را برای داروهای که از آن‌ها تولید می‌شود فراهم کرد. اما مشکل اساسی این است که هر گونه‌ای از این گیاهان دارای ارقام مختلفی است و هر یک دارای مواد مؤثر مخصوصی است که در ارقام دیگر وجود ندارد یا بسیار کم است. و این در نتیجه برخورداری از شرایط آب‌وهوایی است که در آن زیست کرده‌اند. بهترین راه حل برای این مشکل، کاشت این محصولات

در مزارع آزمایشی در اقلیم مختلف در فضای آزاد بر اساس نیازهای رطوبتی، مواد معدنی، و حرارتی آن‌ها بوده و با توجه به نتایج حاصل از این بررسی‌ها می‌توان بهترین مکان‌ها را برای کاشت آن‌ها تعیین کرد تا در صورت کاشت بهترین بازده را دارا باشند. از سه مورد نیازهایی که در بالا ذکر شد، تأمین دو نیاز اول و دوم، یعنی نیازهای رطوبتی و معدنی، را می‌توان به صورت غیرطبیعی توسط شیوه‌های آبیاری و اصلاح و به‌روزی خاک‌ها در فضای آزاد و در سرزمینی وسیع فراهم کرد، ولی تأمین نیاز سوم (نیازهای حرارتی)، که مهم‌ترین نیازهاست، در چنین فضا و سطحی یا ممکن نبوده یا بسیار هزینه‌بر خواهد بود که انجام‌دادن آن مقرون به صرفه نخواهد بود. در اکوسیستم‌های طبیعی، عوامل تعیین‌کننده تولید، به غیر از گونه مورد نظر، اقلیم و موقعیت جغرافیایی نیز به‌شمار می‌روند. هر یک از عوامل فوق می‌تواند تأثیر عمده‌ای در افزایش یا کاهش کمیت و کیفیت عملکرد گیاه داشته باشد (حبیبی و ابوطالبی، ۱۳۹۱: ۱۹۴). بر اساس گزارش سازمان خواربار جهانی، ارزش تجارت جهانی گیاهان دارویی، که در حال حاضر حدود صد میلیارد دلار در سال است، در سال ۲۰۵۰ میلادی به رقم پنج تریلیون دلار خواهد رسید. کشور ایران با داشتن شرایط اقلیمی و تنوع گیاهی به‌مراتب بهتر از اروپا، در حال حاضر، فقط ۶۰ تا ۹۰ میلیون دلار (۰,۰۶ و ۰,۰۹ درصد) از تجارت جهانی گیاهان دارویی را به خود اختصاص داده است که از آن نیز بخش عمده‌ای مربوط به صادرات زعفران است. صادرات آویشن ایران در سال ۲۰۰۴ میلادی در رتبه ۲۴ تجارت جهانی این محصول و به میزان ۱۸۷ هزار دلار بود که به‌طور عمده به امارات متحده عربی صورت گرفت (سفیدکن، ۱۳۸۷: ۱۲). سطح زیر کشت گیاه دارویی آویشن در ایران ۶۸ هکتار در سال ۱۳۹۷ در ۱۳ استان کشور گزارش شده است (یوسفی آذری و مرادی بهجو، ۱۳۹۶: ۲۹). آویشن با نام علمی *Thymus* و نام انگلیسی *Thyme* یکی از جنس‌های خانواده نعنا^۱ است. از میان گونه‌های شناخته‌شده جنس آویشن، که بالغ بر ۲۱۵ گونه است، ۱۸ گونه آن در ایران شناسایی شده که آویشن دنیایی^۲ جزو چهار گونه بومی ایران به‌شمار می‌رود. رویشگاهی طبیعی آویشن دنیایی در ۱۱ استان، در ارتفاعات بین ۱۴۵۰ تا ۳۲۰۰ متر شناسایی شده است (جمزاد، ۱۳۸۸: ۲۲). قسمت‌های دارویی این گیاه سرشاخه‌ها و برگ خشک‌شده آن است. اسانس گل و برگ آویشن دارای اثر ضد اسپاسم، ضد نفخ، ضد روماتیسم، ضد سیاتیک و ضد عفونی‌کننده قوی است. در داروسازی برای تهیه محلول‌های دهان‌شویه و شربت‌های سرفه به‌کار می‌رود (امیدبگی، ۱۳۸۳: ۲۷). آویشن گیاهی است که به‌طور طبیعی در نواحی نیمه‌خشک تا معتدل گرم در دماهای بالا و تشعشع شدید آفتاب به مدت چهار تا شش سال در شرایط مزرعه رشد می‌کند (لتچامبو، ۱۹۹۵: ۸۹). رشد موفق بیشتر گونه‌های آویشن در هر آب‌وهوایی با میانگین دمای سالانه ۷-۲۰ درجه سلسیوس امکان‌پذیر است (فریسر و ویش، ۱۹۹۷: ۶). میزان بارندگی در منطقه مدیترانه‌ای که بیشترین آویشن در آن کشت می‌شود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر در سال است. آویشن خاک‌های سبک و خوب زهکشی‌شده با اسیدیت ۵ تا ۸ را ترجیح می‌دهد (مؤسسه تحقیقات جنگل‌های افریقا، ۲۰۰۹: ۶). پژوهشگران (سفیدکن و عسگری، ۱۳۸۲: ۳۶؛ کاظمی، ۱۳۸۷: ۸؛ خورشیدی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۳؛ صفایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۴۵؛ امیدبگی و همکاران، ۲۰۰۵: ۲۲۷؛ اکبرنیا و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۲۹؛ روستایی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۶؛ گل‌پرور، ۲۰۱۱: ۷۲) تحقیقات زیادی روی گونه‌های مختلف آویشن به‌منظور ارزیابی کمیت و کیفیت اسانس در مراحل مختلف رشد انجام داده‌اند. نتایج این تحقیقات نشان داده که بالاترین درصد اسانس مربوط به مرحله گل‌دهی کامل و ۵۰ درصد گل‌دهی است. ولیکن درباره مراحل رشد فنولوژیک آویشن دنیایی و محاسبه درجه-روز رشد تجمعی در شرایط مزرعه تحقیقات اندکی انجام گرفته است؛ به‌طوری‌که بیشتر

1. Lamiaceae

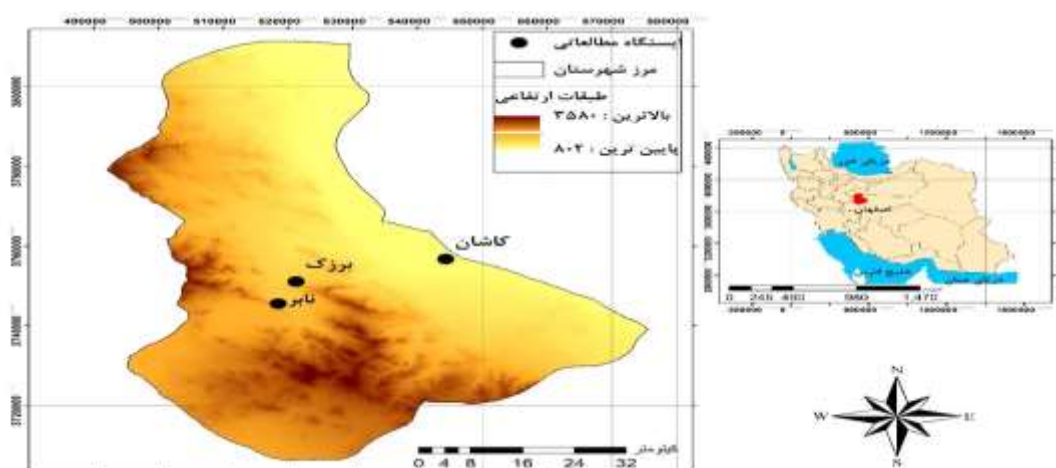
2. *Thymus daenensis*

محققان (از جمله حسنی، ۱۳۸۳: ۶؛ اسدپور و سلطانی‌پور، ۱۳۸۴: ۱۶۳؛ رشوند و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۹۱؛ شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۴) در این زمینه گیاه مورد نظر را در رویشگاه طبیعی (مناطق که گیاه به صورت خودرو رشد می‌کند) بررسی کرده‌اند. در میان محققان نام‌برده، شریفی عاشورآبادی و همکاران نیازهای حرارتی گیاه خودرو را محاسبه و محققان دیگر تاریخ وقوع مراحل فنولوژیکی را بررسی کردند که در ذیل به نتایج این تحقیقات اشاره می‌شود. طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ در استان کردستان مناطق رویشی و شرایط اکولوژیکی دو جنس از گیاهان آویشن و کاکوتی شناسایی و بررسی شد. در این پژوهش مشخص شد گیاه آویشن در شهرستان‌های بیجار، دیواندره، و کامیاران در ارتفاع ۱۶۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در شیب‌های شمالی و شمال غربی و در خاک‌هایی با بافت شنی-رسی و رسی-لومی رویش دارد. همچنین، نتیجه دیده‌بانی‌های مراحل فنولوژیکی این گیاه را، که در فواصل زمانی معین در مناطق رویشی مختلف انجام می‌گرفت، می‌توان در پنج مرحله-رویشی، گل‌دهی، تشکیل بذر، آغاز رسیدگی به بذر، و رسیدگی کامل آن- خلاصه کرد و تاریخ مراحل یادشده در مناطق رویشی آن‌ها با توجه به ارتفاع و گونه‌های متفاوت به‌ترتیب مرحله عبارت است از: اول فروردین تا آخر اردیبهشت، دهه اول خرداد تا اوایل تیر، اول تیر تا اوایل مرداد، اوایل مرداد تا اواسط مرداد، و از اواسط مرداد تا اواسط شهریور (حسنی، ۱۳۸۳: ۶). شروع فعالیت رویشی گیاه آویشن شیرازی در استان هرمزگان از اواسط بهمن است و گل‌دهی گیاه از هفته سوم اسفند آغاز می‌شود و در اوایل فروردین اوج گل‌دهی است. اواخر فروردین ماه بذردهی شروع می‌شود و از هفته سوم اردیبهشت بذرهای می‌رسند (اسدپور و سلطانی‌پور، ۱۳۸۴: ۱۶۳). آویشن کوهی در مراتع الموت قزوین در اردیبهشت رشد رویشی خود را آغاز می‌کند (طول دوره ۳۰-۳۵ روز) و در خرداد وارد مرحله گل‌دهی (۲۰-۲۵ روز) و در تیر وارد مرحله بذردهی (۱۸-۲۱ روز) می‌شود (رشوند و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۹۱). به‌منظور آشنایی با نحوه کاشت، داشت، و برداشت و تولید گونه‌های مختلف آویشن، بذرهای ۶۹ جمعیت، از گونه‌های مختلف آویشن، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی استان یزد کشت شد. سپس، مراحل فنولوژی و درصد استقرار گونه و ارتفاع گیاه بررسی شد. نتایج نشان داد تعداد روزهای رسیدن به بالای ۵۰ درصد گل‌دهی برای جمعیت‌های گونه دنايي (۲۵۴-۱۵۵ روز) بود. در گونه دنايي، بیشترین درصد استقرار ۷۳ درصد با میانگین عملکرد وزن خشک ۱۳۷۷ kg/h مربوط به جمعیت XDRMKO است. مرحله ظهور گل‌دهی و ۵۰ درصد گل‌دهی آن به‌ترتیب در ۲۴ تیر و ۱۵ مهرماه مشاهده شد (زارع‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۴۳). در رویشگاه طبیعی منطقه کیسه چین استان قزوین (ارتفاع ۱۴۵۰ متر بالاتر از سطح دریا) مرحله گل‌دهی آویشن دنايي در حدود ۲۵ اردیبهشت و مرحله بذردهی نیز یکم تیرماه به‌ترتیب با دریافت حرارتی معادل ۶۲۹ و ۱۴۶۵ درجه-روز رشد روی می‌دهد. متوسط ارتفاع بوته در این رویشگاه ۲۷ سانتی‌متر به‌دست آمد. در منطقه اسکندری اصفهان (در ارتفاع ۲۳۰۰-۲۴۰۰ متر) مرحله گل‌دهی در حدود دوازدهم خردادماه با دریافت حرارتی ۶۲۲٫۵ درجه-روز رشد و مرحله بذردهی نیز حدود بیست‌و‌چهارم تیرماه با دریافت حرارت ۱۴۰۴ درجه-روز رشد محاسبه شد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۴). درباره عملکرد گیاه آویشن گزارش‌های زیادی در مقالات ارائه شده است. بنابراین، در این تحقیق به برخی از مهم‌ترین تحقیقات انجام‌گرفته روی عملکرد محصول گونه دنايي اشاره می‌شود. اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸۹: ۲۰۵) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل‌آباد قزوین (ارتفاع ۱۳۰۰ متری بالاتر از سطح دریا) گونه دنايي را کشت کردند و در سال دوم میزان عملکرد تر و خشک را به‌ترتیب (۹۱۲۴، ۱۵۶۸) کیلوگرم در هکتار گزارش دادند. گل‌پرور و همکاران (۱۳۹۰: ۲۴۵) به‌منظور تأثیر زمان برداشت روی خصوصیات کمی و کیفی آویشن دنايي در مزرعه دانشگاه آزاد خوراسگان (۱۵۵۰ متر بالاتر از سطح دریا) گونه دنايي را کشت کردند. بیشترین وزن تر و خشک به‌ترتیب با ۱۰۶۲۱ و ۴۲۴۳ کیلوگرم در هکتار برداشت شد. به‌منظور بررسی تأثیر مراحل

مختلف برداشت روی کمیت و کیفیت آویشن دناپی، صفایی و همکاران (۱۳۹۱: ۳۴۲) به کاشت گیاه مورد نظر با روش تقسیم بوته در ارتفاع ۲۳۰۰ متری بالاتر از سطح دریا در ایستگاه قهیز اصفهان اقدام کردند. بیشترین وزن خشک اندام هوایی با ۳۰۸۳ کیلوگرم در هکتار در سال دوم و در مرحله گل‌دهی کامل به دست آمد. لباسچی و همکاران (۱۳۹۵: ۳۷) برای اثبات این فرضیه که پوشش گیاهی مناسب می‌تواند از فرسایش ناشی از شخم‌های مکرر سالانه جلوگیری کند و تحولی در حفظ و احیای اکوسیستم‌های زراعی دیم کشور ایجاد کند، آزمایش‌های متعددی در قالب طرح ملی در هفت منطقه نمونه دیم در استان‌های خراسان شمالی، گیلان، آذربایجان شرقی، کردستان، کرمانشاه، اصفهان، و تهران از سال ۱۳۸۶ تا ۹۰ اجرا شد. بر اساس نتایج، بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک در گونه دناپی و باغی به ترتیب با ۲۹۹۴ و ۲۸۸۴ کیلوگرم در هکتار در کردستان، کرمانشاه، و تهران مشاهده شد. نتایج لباسچی و همکاران (۱۳۹۶: ۹۰۲) در سال دوم کشت در سطح دیم نشان داد در بین سه گونه آویشن در سه استان کشور، بیشترین عملکرد ماده خشک با ۲۲۸۶ کیلوگرم در هکتار از گونه دناپی در استان کرمانشاه (۱۳۶۵ متر ارتفاع از سطح دریا) برداشت شد. با توجه به پتانسیل بالای تولید گیاهان دارویی در کشور، به منظور تولید و صادرات هرچه بیشتر این محصول، انجام دادن تحقیقات علمی و کاربردی برای شناخت مکان مناسب کشت در شرایط مزرعه ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی و تعیین محاسبه نیازهای حرارتی گیاه و همچنین بررسی عملکرد خشک و تر در ۳ منطقه ارتفاعی (۹۵۰، ۱۶۵۴، و ۲۲۲۰) به ترتیب در کاشان، نابر، و برزک واقع در شمال غرب اصفهان در شهرستان کاشان است تا مناطق مساعد کشت آن در این مناطق جهت تولید بیشتر شناسایی و به مراکز علمی و صنایع دارویی کشور معرفی شود. انتخاب شهرستان نام‌برده برای کاشت آویشن به این دلیل است که شهرستان کاشان بزرگ‌ترین قطب تولید صنایع تولید و فرآوری عرقیات گیاهان دارویی و گل و گلاب در کشور است. بخش برزک، به عنوان نهاده‌های اصلی تولید گل و عرقیات گیاهی در این منطقه با تولید بیش از ۶۷ درصد، بزرگ‌ترین تولیدکننده در سطح شهرستان کاشان است (بخش آمار و اطلاعات جهاد کشاورزی کاشان). بخشی از آویشن مورد نیاز در گارگاه‌های عرقیات از رویشگاه‌های طبیعی منطقه جمع‌آوری و بخشی از استان‌های مختلف وارد می‌شود. بنابراین، برای تولید اقتصادی و تأمین بخشی از مواد اولیه مورد نیاز، همچنین کاهش فشار بر اکوسیستم طبیعی و حفظ پوشش گیاهی این منطقه لازم است مطالعات اولیه برای کشت در مزرعه انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این تحقیق در سه مزرعه آزمایشی در سه ناحیه ارتفاعی (دشت، کوهپایه، کوهستان) در شمال غرب استان اصفهان انجام شد. موقعیت جغرافیایی مزارع در تصویر ۱ به نمایش گذاشته شده است. مزارع همگی، همان گونه که در جدول و تصویر ۱ آمده است، در دامنه شمالی رشته‌کوه کرکس و از شمال به جنوب با فاصله هوایی کمتر از ۲۵ کیلومتر در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارند.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مزارع آزمایشی در ایران و استان اصفهان

روش تحقیق

نخست بذر گونه آویشن دنايي از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه و در سال ۱۳۹۵ در سینی‌های کشت در بستر بدون خاک (سیستم دانه‌بندی‌شده و متخلخل که مخلوطی از کوکوپیت^۱، پرلایت^۲) در محیط گلخانه کاشته شد. در تاریخ ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۶، پس از عملیات شخم، صاف و هموار کردن زمین و احداث جوی و پشته در مناطق منتخب، نشاءها به این مزارع منتقل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شد. همچنین، دستگاه‌های هواشناسی نیز در مزارع نصب شد. در این مزارع آبیاری به‌طور مرتب هر ۶ تا ۸ روز یک بار انجام گرفت و در همه مراحل رشد در این مزارع مراقبت انجام شد و مبارزه با علف‌های هرز نیز به صورت دستی صورت گرفت. در هر سال در زمان گل‌دهی کامل (برداشت) صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین قطر کنوبی (سانتی‌متر) روی ۱۰ بوته، که از هر منطقه به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، اندازه‌گیری شد و تعداد ساقه‌های منتهی به گل در هر بوته شمارش گردید. بلافاصله، پس از برداشت، وزن تر بوته‌ها اندازه‌گیری و سپس نمونه‌ها در سایه خشک شد و وزن خشک آن‌ها بر حسب گرم محاسبه شد. متوسط وزن تر و خشک بوته‌ها بر حسب کیلوگرم در هکتار در محاسبات استفاده شد. و کلیه داده‌ها در نرم‌افزار IBMSPSS20 تجزیه واریانس شد و برای مقایسه میانگین صفات از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. در سراسر مزارع منتخب از کاشت تا برداشت محصول دیده‌بانی‌های مراحل رشد به‌طور سیستماتیک انجام گرفت و نتایج آن‌ها در کارت‌های مشاهداتی ثبت گردید. در این تحقیق نام‌گذاری مراحل مختلف رشد بر اساس سیستم کدبندی BBCH^۳ نام‌گذاری شد (مییر، ۲۰۰۱: ۱۴۷). همچنین، اطلاعات هواشناسی ایستگاه کاشان اخذ و اطلاعات ایستگاه‌های خودکار قرائت و در کارت‌های مربوط درج شد. در سال دوم کشت، مراحل دیده‌بانی‌ها به دلیل چندساله‌بودن گیاه کوتاه‌تر شد. چون این گیاه دارای ریشه طوقه‌ای بوده و رشد رویشی آن در سال‌های بعد با جوانه‌زدن از ساقه‌های روی طوقه آغاز می‌شود، در پایان گل‌دهی، داده‌های ساعتی ذخیره‌شده در دستگاه‌های هواشناسی خودکار با استفاده از نرم‌افزار TRLog استخراج و نیز آمار ایستگاه هواشناسی کاشان اخذ و کلیه

۱. coco peat، نوعی بستر کشت است که از لیاف پوست میوه نارگیل به‌دست می‌آید.

۲. perlite، نوعی سنگ معدنی آتشفشانی است.

آمارها صحت‌سنجی شد. سپس، توسط نرم‌افزار اکسل تجزیه و تحلیل شد. آن‌گاه با استفاده از آمار درجه حرارت ثبت‌شده در هر ایستگاه مطالعاتی و با استناد به درجه حرارت پایه و برداشت‌های فنولوژیک انجام‌شده به محاسبه درجه-روز فعال (دمای صفر درجه دمای پایه در نظر گرفته شد) و درجه-روز مؤثر بر طبق رابطه ۱ اقدام شد.

رابطه (۱)

$$GDD = \sum \left(\frac{T_{min} + T_{max}}{2} - T_b \right)$$

در رابطه ۱، T_b دمای پایه گیاه برابر ۴ درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۶) و T_{min}, T_{max} نیز به ترتیب دمای بیشینه و کمینه روزانه ثبت‌شده از سایت‌های مورد نظر است.

یافته‌های تحقیق

نتایج فنولوژیک

نخست در گلخانه بذر گونه آویشن دنایی در ۱۹ اسفندماه ۱۳۹۵ در سینی‌های کشت در بستر بدون خاک در محیط گلخانه کاشته شد. سپس، عملیات تیمار و پایش در این محیط طی دو مرحله اصلی- یکی جوانه‌زنی و دیگری توسعه برگ- انجام گرفت (شکل‌های ۲ و ۳). آغاز و پایان و طول فازهای جوانه‌زنی تا توسعه برگ، میانگین کمینه، بیشینه، و متوسط دما در گلخانه در جدول ۱ درج شده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مرحله جوانه‌زنی تا ۱۵ فروردین ماه ۱۳۹۶ و در طی ۱۶ روز ادامه یافت و در طول این مرحله اولین برگ رویان مشاهده شد. مرحله توسعه برگ با ظهور اولین جفت برگ آغاز و به ۴ برگی و در آخر به ۱۰-۱۲ برگی ختم می‌شود. این مرحله نیز تا ۱۷ اردیبهشت تکمیل و بعد نشاءها به مزارع منتقل شد. و در مجموع، ۵۹ روز در گلخانه زمان برد. شکل‌های ۴ و ۵ و ۶ مرحله توسعه برگ را نشان می‌دهد.



شکل ۳. اولین جفت برگ



شکل ۴. اولین برگ رویان



شکل ۵. پنجمین جفت برگ



شکل ۶. سومین جفت برگ



شکل ۷. سینی کشت آماده انتقال نشاء به مزارع مرحله ۱۰-۱۲ برگی

مرحله رشد رویشی: در جدول ۲ آغاز و پایان و طول فازهای رویشی تا زایشی، میانگین کمینه و بیشینه و متوسط دما، حداقل مطلق و حداکثر مطلق، درجه- روز مؤثر و فعال هر دوره درج شده است. به‌طوری‌که در ردیف ۱ این جدول دیده می‌شود، مرحله رویشی از زمان کاشت نشاء در زمین تا مرحله ظهور گل آذین در کاشان، نابر، و برزک به‌ترتیب ۴۵، ۴۵ و ۶۰ روز طول کشیده است. بنابراین، طول این فاز در منطقه برزک (کوهستانی) از منطقه نابر (کوهپایه‌ای) و منطقه کاشان (دشتی) طویل‌تر بوده و کمترین دماهای کمینه و بیشینه نیز در این منطقه به‌وقوع پیوسته است. به‌طوری‌که میانگین کمینه در مناطق کاشان، نابر، و برزک به‌ترتیب ۲۱،۵، ۱۶، و ۱۳ و میانگین بیشینه دوره‌های یادشده ۳۰، ۳۷،۱ و ۲۸ درجه سلسیوس مشاهده شده است. در شکل ۷ نمونه‌ای از مرحله رویشی به‌نمایش گذاشته شده است. مرحله ظهور گل آذین: بر اساس جدول ۲، این مرحله در مزارع کاشان، نابر، در یکم تیر، و در برزک در ۱۶ تیرماه آغاز شد. بنابراین، این مرحله در منطقه کاشان و نابر حدود ۲ هفته زودتر از منطقه کوهستانی برزک اتفاق افتاده است. دوره یادشده در مناطق ذکرشده به‌ترتیب ۸، ۱۲، و ۱۴ روز طول کشید. طول این فاز هم در منطقه کاشان در مقایسه با دیگر مناطق کوتاه‌تر و برابر با ۸ روز بوده و بیشترین دماهای کمینه و بیشینه نیز در این منطقه ثبت شده است. همچنین، کمترین واحد حرارتی مورد نیاز گیاه در مناطق کاشان و برزک در مرحله یادشده به‌ترتیب با ۲۲۳،۲ و ۲۵۷،۹ درجه- روز مؤثر به‌دست آمد. شکل ۸ ظهور غنچه‌ها را در این مرحله نشان می‌دهد.

جدول ۱. تاریخ آغاز و پایان، میانگین کمینه و بیشینه دما، میانگین درجه حرارت روزانه، و طول فازهای رشد آویشن دنايي در گلخانه سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶

مراحل رشد	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	طول دوره (روز)	میانگین کمینه °C	میانگین بیشینه °C	میانگین دما °C
جوانه‌زنی	ظهور اولین برگ رویان	۹۵،۱۲،۱۹	۹۶،۰۱،۰۵	۱۶	۸،۰۱	۱۹،۳
توسعه برگ	ظهور اولین جفت برگ	۹۶،۰۱،۰۵	۹۵،۰۱،۱۴	۹	۹،۹	۲۰،۷
مجموع گلخانه	ظهور دومین جفت برگ تا پنجمین	۹۵،۰۱،۱۴	۹۶،۰۲،۱۷	۳۳	۱۳،۶	۲۷،۴
			۵۹			

مرحله اوایل گل‌دهی تا ۵۰ درصد گل‌دهی: بر اساس جدول ۲، این مرحله در منطقه کاشان، نابر، و برزک به‌ترتیب در ۹، ۱۳، و ۳۰ تیرماه اتفاق افتاد. طول دوره یادشده به‌ترتیب ذکرشده ۳۲، ۹، و ۲۰ روز به‌طول انجامید. هرچند منطقه کاشان زودتر از مناطق دیگر وارد فاز یادشده شد، طول این دوره در این منطقه، در مقایسه با دیگر مناطق، طولانی‌تر و برابر با ۳۲ روز است. بیشترین دماهای کمینه و بیشینه دما در طول این دوره به‌ترتیب برابر با ۲۵،۶ و ۴۰،۳ درجه سلسیوس در کاشان ثبت شد. شکل ۹ مرحله اوایل گل‌دهی را نشان می‌دهد.

مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی تا گل‌دهی کامل (برداشت): همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، آغاز مرحله یادشده در مناطق کاشان، نابر، و برزک به‌ترتیب در تاریخ ۱۱ مرداد، ۲۲ تیر، و ۲۰ مرداد مشاهده شد. طول دوره یادشده به همان ترتیب ۷۷، ۲۳، و ۱۵ روز به‌طول انجامید. بنابراین، طول دوره گل‌دهی (آغاز گل‌دهی تا برداشت) در مناطق یادشده به همان ترتیب ۱۰۹، ۳۲، و ۳۵ روز به‌طول انجامید. متوسط دمای کمینه در مناطق کاشان، نابر، و برزک به‌ترتیب ۱۹،۶،

۱۹،۲ و ۱۴،۲ و میانگین بیشینه در طول این دوره در مناطق یادشده ۳۵، ۳۴،۸ و ۲۹ درجه سلسیوس به دست آمد. بیشترین واحد حرارتی مشاهده شده در منطقه کاشان برابر با ۱۷۹۴،۴ درجه- روز مؤثر مربوط به این فاز است.

شکل ۷. مرحله رویشی در مزرعه کاشان



شکل ۸. مرحله ظهور گل آذین در مزرعه برزک



شکل ۹. بوته آویشن در اوایل گل‌دهی در مزرعه نابر

جدول ۲. تاریخ آغاز و پایان، میانگین کمینه، بیشینه و متوسط دما، حداقل و حداکثر مطلق، درجه- روز بر حسب دمای مؤثر و فعال و طول فازهای مختلف رشد آویشن دناپی در مزارع آزمایشی در سال ۱۳۹۶

ردیف	مراحل رشد	مکان کاشت	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	طول دوره (روز)	میانگین کمینه (°C)	میانگین بیشینه (°C)	میانگین دما (°C)	حداقل مطلق (°C)	حداکثر مطلق (°C)	درجه-روز (مؤثر)	درجه-روز (فعال)
۱	رشد رویشی	کاشان	۲،۱۷	۴،۱	۴۵	۵،۲۱	۳۷،۱	۳،۲۹	۱۴،۴	۲،۴۱	۱۱۸۷،۸	۱۳۷۵،۸
		نابر	۲،۱۷	۴،۰۱	۴۵	۱۶	۳۰	۲۳	۸	۳۳	۸۸۹،۲	۱۰۶۵،۲
		برزک	۲،۱۷	۴،۱۶	۶۰	۱۳	۲۸	۲۰،۵	۲۰،۵	۵	۳۳	۱۰۲۲،۹
۲	ظهور گل آذین	کاشان	۴،۱	۴،۰۹	۸	۲۴،۳	۳۹،۷	۳۱،۹	۲۲،۴	۲،۴۲	۲۲۳،۲	۲۵۵،۲
		نابر	۴،۱	۴،۱۳	۱۲	۲۲،۲	۳۲	۲۷،۱	۱۵،۹	۳۴	۲۹۶	۳۴۴
		برزک	۴،۱۶	۴،۳۰	۱۴	۱۴	۳۰،۲	۲۲،۱	۲۲،۱	۱۰	۳۴	۲۵۷،۹
۳	آغاز گل‌دهی تا ۵۰ درصد گل‌دهی	کاشان	۴،۰۹	۵،۱۱	۳۲	۲۵،۶	۴۰،۳	۳۲،۹	۲۱،۲	۴۳،۸	۹۵۴،۹	۱۰۸۶،۹
		نابر	۴،۱۳	۴،۲۲	۹	۲۳،۹	۳۴	۲۹	۱۸،۸	۳۵	۲۲۸	۲۶۴
		برزک	۴،۳۰	۵،۲۰	۲۰	۱۲	۳۴	۲۳	۲۳	۱۰،۶	۳۵	۳۹۴
۴	۵۰ درصد گل‌دهی تا پایان گل‌دهی	کاشان	۵،۱۱	۷،۲۶	۷۷	۱۹،۶	۳۵	۲۷،۳	۹،۴	۴۰،۶	۱۷۹۴،۴	۲۱۰۲،۴
		نابر	۴،۲۲	۵،۱۳	۲۳	۱۹،۲	۳۴،۸	۲۷	۱۵،۸	۳۶	۵۳۲،۹	۶۲۴،۹
		برزک	۵،۲۰	۶،۰۳	۱۵	۱۴،۲	۲۹	۲۱،۶	۱۱	۳۲	۲۷۳	۳۳۳
مجموع کل دوره‌های رشد گیاه	کاشان	۲،۱۷	۷،۲۶	۱۶۲	۲۲،۵	۳۸	۳۰،۱	۹،۴	۴۳،۸	۴۱۶۰،۳	۴۸۲۰،۳	
	نابر	۲،۱۷	۵،۱۳	۸۹	۲۰،۳۲	۳۲،۷	۲۶،۵	۸	۳۶	۱۹۴۶،۱	۲۳۹۸،۱	
	برزک	۲،۱۷	۶،۰۳	۱۰۹	۱۳،۳	۳۰،۳	۲۱،۸	۵	۳۵	۱۹۴۷،۸	۲۳۹۱،۸	

بررسی نتایج آنالیز صفات مرفولوژیک گیاه در مناطق مورد مطالعه سال اول

جدول ۳ تجزیه واریانس صفات مرفولوژیک شامل متوسط ارتفاع بوته، بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه را در مناطق کاشان، نابر، و برزک نمایش می‌دهد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، در سال اول آزمایش در مناطق کاشان، نابر، و برزک از نظر متوسط ارتفاع اندام هوایی، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش، و وزن خشک گیاه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰٫۰۱ درصد و از لحاظ بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش و وزن تر گیاه در سطح احتمال ۰٫۰۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف صفات ذکر شده بین مکان‌های مختلف، مقایسه میانگین دانکن به‌منظور گروه‌بندی مناطق از لحاظ صفات ذکر شده انجام شد. مقایسه میانگین صفات نشان داد ارتفاع بوته در منطقه نابر اختلاف معنی‌داری با دیگر مناطق دارد؛ به‌طوری‌که بیشترین میانگین ارتفاع بوته در این منطقه با ۲۰٫۱ سانتی‌متر به‌دست آمد. بیشترین تفاوت از لحاظ مقدار بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش بین منطقه برزک با نابر به‌ترتیب با ۱۷٫۷ و ۲۸٫۲ سانتی‌متر مشاهده شد. در مناطق مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد ساقه‌های منتهی به گل مشاهده نشد. از لحاظ عملکرد خشک محصول، همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، بالاترین مقدار در منطقه نابر با ۱۴۲۹٫۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۳. خلاصه جداول تجزیه واریانس صفات مرفولوژیکی گیاه مورد مطالعه در مناطق مورد بررسی در سال ۱۳۹۶

میانگین مربعات خطا					درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک	وزن تر	بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش	کوچک‌ترین قطر تاج پوشش	ساقه گل‌دهنده	ارتفاع بوته	مکان
۸۱٫۳**	۸۰۸٫۷*	۶۹٫۱*	۶۴٫۳**	۱۱۱۸٫۴ ^{ns}	۲۰٫۲**	۲۷

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مرفولوژیک گیاه مورد مطالعه به روشی آزمون چنددامنه‌ای دانکن در مناطق مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶

تیمار مکان	ارتفاع بوته (cm)	ساقه گل‌دهنده (عدد)	کوچک‌ترین قطر تاج پوشش (cm)	بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش (cm)	وزن تر (kg/ha)	وزن خشک (kg/ha)
کاشان	۱۱٫۸b	۲۶a	۲۰٫۴a	۲۴٫۲ab	۲۰۵۲٫۷b	۶۹۸٫۲b
نابر	۲۰٫۱a	۴۷a	۲۴٫۳a	۲۸٫۲a	۳۹۷۸٫۳a	۱۴۲۹٫۱a
برزک	۱۳٫۱b	۴۳a	۱۲٫۳b	۱۷٫۷b	۱۱۷۰٫۸b	۴۲۴٫۹b

میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک‌اند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست. * و ** به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد معنی‌داری و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

یافته‌های تحقیق سال دوم

نتایج فنولوژیک

مرحله رویشی: این مرحله از زمان سبز شدن بوته تا ظهور گل آذین است. بر اساس جدول ۵، آغاز رشد رویشی مطابق با سیر افزایش روزهای ژولیوسی سال و بر حسب مناطق گرم، معتدل، و خنک (دشت، کوهپایه، کوهستان) نخست در کاشان و بعد در نابر و سپس در برزک به‌وقوع پیوسته است. طول دوره یاد شده به‌ترتیب نام‌برده ۴۲، ۱۹، و ۵۰ روز طول کشید. بیشترین میزان درجه-روز مؤثر در منطقه کاشان مشاهده شد. همچنین، مجموع درجه-روزهای رشد بر حسب دمای مؤثر از آغاز سبز شدگی تا پایان دوره رویشی به‌ترتیب در منطقه کاشان، نابر، و برزک ۶۳۷٫۶، ۲۰۱٫۶، و ۳۱۸٫۱ و بر حسب دمای فعال ۸۰۵٫۶، ۲۷۷٫۶، و ۵۱۸٫۱ به‌دست آمد.

مرحله ظهور گل آذین: طبق جدول ۵، آغاز مرحله غنچه‌دهی در مزرعه آزمایشی کاشان، نابر، و برزک به ترتیب در ۷ اردیبهشت‌ماه، ۲۱ فروردین، و ۳۰ اردیبهشت به وقوع پیوست. دوره یادشده به ترتیب ذکر شده ۱۲، ۲۳، و ۱۹ روز به طول انجامید.

مرحله اوایل گل‌دهی تا ۵۰ درصد گل‌دهی: بر اساس جدول ۵، آغاز دوره گل‌دهی در مزارع کاشان، نابر، و برزک به ترتیب در ۱۹ اردیبهشت، ۱۳ اردیبهشت، و ۱۸ خردادماه ثبت شد. طول دوره یادشده به ترتیب ذکر شده ۱۸، ۱۴ و ۱۹ روز به طول انجامید. فاز یادشده در منطقه کاشان کوتاه‌ترین فاز با ۹۸٫۸ درجه- روز مؤثر به دست آمد.

مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی تا پایان گل‌دهی (یا برداشت): طبق جدول ۵، مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی در مناطق کاشان، نابر، و برزک به ترتیب ۲۵ اردیبهشت، ۳۱ اردیبهشت، و ۱ تیرماه ثبت شد. بنابراین، طول این مرحله در مناطق یادشده به ترتیب ۸، ۹، و ۸ روز بوده است و با این حساب طول دوره گل‌دهی (از آغاز گل‌دهی تا برداشت) در مناطق یادشده به همان ترتیب ۱۴، ۲۷، و ۲۲ روز می‌شود. در طول این دوره به ترتیب در مناطق سه‌گانه متوسط کمیته دما ۱۵٫۸، ۱۷٫۳، و ۱۲٫۳ و متوسط بیشینه آن ۲۸٫۵، ۲۹٫۴، و ۳۱ درجه سلسیوس محاسبه شد.

جدول ۵. تاریخ آغاز و پایان، میانگین کمیته و بیشینه و متوسط دما، حداقل و حداکثر مطلق، مجموع درجه- روزهای رشد برحسب دمای مؤثر و فعال در طول فازهای مختلف رشد آویشن دنیایی در مزارع آزمایشی در سال ۱۳۹۷

ردیف	مراحل رشد	مکان کاشت	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	طول دوره (روز)	میانگین کمیته	میانگین بیشینه	میانگین دما	حداقل مطلق	حداکثر مطلق	درجه- روز (مؤثر)	درجه- روز (فعال)
۱	رشد رویشی	کاشان	۹۶،۱۲،۲۵	۹۷،۲،۰۷	۴۲	۱۲،۵	۲۵،۶	۱۹،۳	۴،۴	۳۴،۶	۶۳۷،۶	۸۰۵،۶
		نابر	۱،۲	۱،۲۱	۱۹	۸،۳	۲۰،۸	۱۴،۶	۷	۲۹	۲۰۱،۶	۲۷۷،۶
		برزک	۱،۱۱	۲،۳۰	۵۰	۵،۰۹	۱۵،۶۲	۱۰،۳۶	-۲	۲۲	۳۱۸،۱	۵۱۸،۱
۲	ظهور گل آذین	کاشان	۲،۰۷	۲،۱۹	۱۲	۱۵،۹	۲۶،۹	۲۱،۴	۱۲،۶	۳۰،۴	۲۰۹،۷	۲۵۷،۷
		نابر	۱،۲۱	۲،۱۳	۲۳	۹،۹	۲۰،۴	۱۵،۱	۲،۷	۲۶،۸	۲۵۶،۹	۳۴۸،۹
		برزک	۲،۳۰	۳،۱۸	۱۹	۹،۶	۲۴،۷	۱۷،۲۳	۶،۵	۳۰	۲۳۸،۳	۳۱۰،۳
۳	آغاز گل‌دهی تا ۵۰ درصد گل‌دهی	کاشان	۲،۱۹	۲،۲۵	۶	۱۴،۶	۲۶،۳	۲۰،۴	۱۳،۶	۲۸،۲	۹۸،۸	۱۲۲،۸
		نابر	۲،۱۳	۲،۳۱	۱۸	۱۳،۷	۲۳،۱	۱۸،۴	۱۱	۲۸	۲۶۰،۶	۳۳۲،۶
		برزک	۳،۱۸	۴،۰۱	۱۴	۱۰،۴	۲۸،۱	۱۹،۲۷	۸،۶	۳۱،۶	۲۱۳،۸	۲۶۹،۸
۴	۵۰ درصد گل‌دهی تا پایان گل‌دهی	کاشان	۲،۲۵	۳،۰۱	۸	۱۵،۸	۲۸،۵	۲۲،۲	۱۳،۴	۳۳،۴	۱۴۵،۷	۱۷۷،۷
		نابر	۲،۳۱	۳،۰۸	۹	۱۷،۳	۲۹،۴	۲۳،۵	۱۵	۳۲	۱۵۵،۴	۱۸۷،۴
		برزک	۴،۱	۰۴،۰۸	۸	۱۲،۳	۳۱،۰۳	۲۱،۶	۱۰،۸	۳۱،۹	۱۴۱،۵	۱۷۳،۵
		کاشان	۱۲،۲۵	۲،۰۷	۶۸	۱۴،۷	۲۶،۸	۲۰،۸	۴،۴	۳۴،۶	۱۰۹۱،۸	۱۳۶۳،۸
	در مجموع کل دوره‌های رشد گیاه	نابر	۱،۲	۱،۲۱	۶۹	۱۲،۳	۲۳،۴	۱۷،۹	۲،۷	۳۲	۸۷۴،۵	۱۱۴۶،۵
		برزک	۱،۱۱	۲،۳۰	۹۱	۹،۳	۲۴،۸	۱۷،۱	-۲	۳۱،۹	۹۱۱،۷	۱۲۷۱،۷

بررسی نتایج آنالیز صفات مرفولوژیک گیاه در مناطق مورد مطالعه در سال دوم

در جدول ۶ تجزیه واریانس صفات مرفولوژیک گیاه از جمله متوسط ارتفاع بوته، ساقه منتهی به گل، بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه در مناطق کاشان، نابر، و برزک درج شده است. همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، بین مناطق کاشان، نابر، و برزک از نظر همه صفات مرفولوژیک ذکر شده

اختلاف معنی‌داری در سطح ۰,۰۱ وجود دارد. در جدول ۷ مقایسه میانگین‌ها در مکان‌های مورد بررسی ارائه شده است. با رجوع به جدول ۷ ملاحظه می‌شود، با وجود آنکه میزان عملکرد خشک محصول در مزرعه نابر ۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از مزرعه برزک (۶۵۶۸,۲ کیلوگرم در هکتار در برابر ۴۲۰۸,۲ کیلوگرم در هکتار) است، از لحاظ کمترین و بیشترین قطر کانویی و عملکرد خشک منطقه برزک و نابر در یک گروه قرار دارند. بیشترین میانگین ارتفاع بوته با ۲۶,۵ سانتی‌متر، تعداد ساقه‌های منتهی به گل با میانگین ۲۹۹ عدد در هر بوته در مزرعه به منطقه نابر تعلق دارد. این در حالی است که در مزرعه کاشان صفات ارتفاع بوته، ساقه‌های گل‌دهنده، قطر تاج پوشش، عملکرد وزن خشک و تر به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر مناطق متفاوت است و کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده است.

جدول ۶. خلاصه جداول تجزیه واریانس صفات مرفولوژیکی گیاه مورد مطالعه در مناطق مورد بررسی در سال ۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ساقه‌های گل‌دهنده	میانگین مربعات خطا		وزن خشک گیاه
				کوچک‌ترین قطر تاج پوشش	بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش	
مکان	۲۷	۱۷,۳**	۱۰۵۴۵**	۷۹,۸**	۹۷,۹**	۱۲۵۰,۳**

* و ** به ترتیب در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد معنی‌داری و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات مرفولوژیکی گیاه مورد مطالعه به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در مناطق مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ساقه‌های گل‌دهند	کمترین قطر کانویی (cm)	بیشترین قطر کانویی (cm)	وزن تر (kg/ha)	وزن خشک (kg/ha)
کاشان	۱۶,۲C	۳۴b	۲۱,۱b	۲۵,۶b	۱۲۴۸C	۵۴۶b
ناپر	۲۶,۵a	۲۹۹a	۴۵,۸a	۵۱a	۲۴۱۳۸,۲A	۶۵۶۸,۲a
برزک	۲۲,۱b	۱۰۸b	۴۱,۲a	۴۶,۹a	۱۱۶۰۸,۱B	۴۲۰۸,۲ a

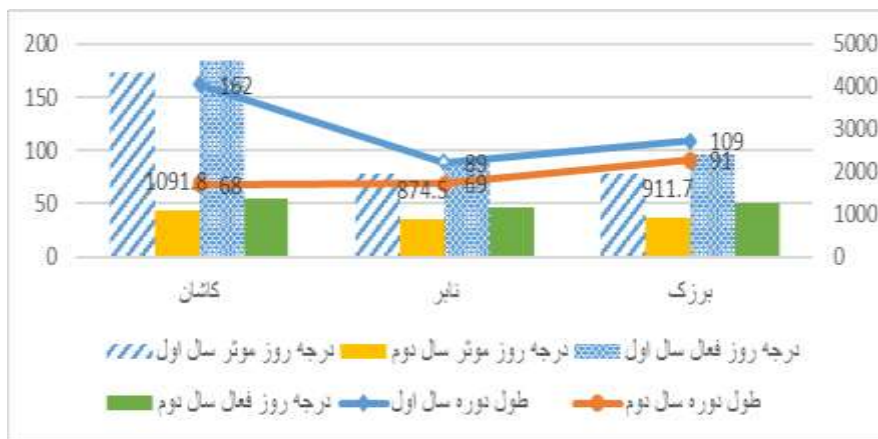
میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک‌اند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

بحث

بالاترین میزان عملکرد تر و خشک آویشن دنايي در سال دوم کشت به ترتیب با ۲۴۱۳۸,۲ و ۶۵۶۸,۲ کیلوگرم در هکتار، در طی دو سال زراعی در بین مناطق منتخب، در منطقه کوهپایه‌ی نابر واقع در ارتفاع ۱۶۵۴ متر بالاتر از سطح دریا برداشت شد. گل‌پرور و همکاران (۱۳۹۰: ۲۴۵) عملکرد تر و خشک گونه دنايي کشت‌شده در ارتفاع ۱۵۵۰ متری بالاتر از سطح دریا (واقع در دانشگاه آزاد خوراسگان) را به ترتیب ۱۰۶۲۱ و ۴۲۴۳ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده‌اند که فقط به خاطر ۱۰۴ متر اختلاف ارتفاع کمتر از سطح دریا به ترتیب ۱۳۵۱۷,۲ و ۳۲۲۵,۲ کیلوگرم در هکتار کمتر است. همچنین، صفایی و همکاران (۱۳۹۱: ۳۴۲) میزان عملکرد خشک رقم یادشده در سال دوم کشت در ارتفاع ۲۳۰۰ متری از سطح دریا (ایستگاه قهیز) واقع در ۹ کیلومتری شمال غرب شهرستان داران را برابر با ۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار اعلام کرده‌اند. این در حالی است که میزان عملکرد خشک به‌دست‌آمده در مزرعه برزک در سال دوم برابر با ۴۲۰۸,۲ کیلوگرم در هکتار است که در مقایسه با میزان عملکرد رقم ذکرشده توسط آن‌ها ۱۱۲۸,۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر است. به سخن دیگر، با افزایش فقط ۸۰ متر اختلاف از سطح دریا بیش از ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به میزان عملکرد افزوده شده است. این امر نشان می‌دهد اگرچه ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل تأثیرگذار در ایجاد شرایط آب‌وهوایی و تنوع آن در سراسر جهان است. اما اثر مقادیر متریک آن از هر نقطه‌ای به نقطه دیگر متفاوت است و بستگی به دیگر عوامل سازنده آب‌وهوا دارد و

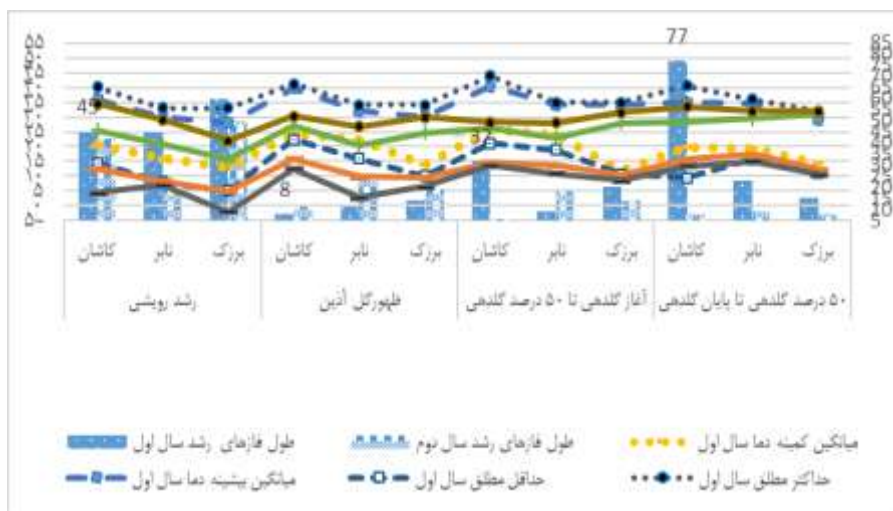
فقط با اتکا به ارتفاع از سطح دریا نمی‌توان در مورد تشابهات آب‌وهوایی و نقش آن در ایجاد آب‌وهوای یکسان ابراز نظر کرد و در نتیجه به مقایسه میزان راندمان تولید یا طول هریک از مراحل رشد گیاه پرداخت. چون پوشش گیاهی خودرو در هر محل آینه تمام‌نمای شرایط آب‌وهوایی آن به‌شمار می‌آید، برای شناخت و تعیین شرایط بهینه آب‌وهوایی کشت هر نوع محصول خودرویی، باید آن را در آب‌وهوای مختلف کشت کرد و اثر پارامترهای تشکیل‌دهنده آب‌وهوایی آن‌ها را در محدوده نیازهای هریک از مراحل رشد و میزان آن در تولید را تعیین کرد تا بتوان بر اساس آن‌ها مناطق بهینه کشت را برای برداشت حداکثر برداشت محصول تعیین کرد و همین امر هدف این پژوهش بوده است. میزان عملکرد محصول تر و خشک در منطقه نابر به‌ترتیب با ۲۳۸۱۹،۱ و ۶۵۶۸،۲ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با میزان عملکردهای محصول گزارش‌شده در تحقیقات اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸۹: ۲۱۲)، گل‌پرور و همکاران (۱۳۹۰: ۲۴۵)، صفایی و همکاران (۱۳۹۱: ۳۴۲)، و لباسچی و همکاران (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶: ۳۷ و ۹۰۲) نشان می‌دهد که احتمالاً منطقه نابر می‌تواند در تولید آویشن در سطح کشور رکورددار شود. پراکندگی رویشگاه‌های این گونه آویشن در مناطق کوهستانی ۱۱ استان از ۳۱ استان کشور در ارتفاع ۱۴۵۰ تا ۳۲۰۰ متر از سطح دریا شناسایی شده است (جم‌زاد، ۱۳۸۸: ۲۲). با توجه به منشأ این گونه، که کوهستانی است، یافته‌های این پژوهش و مطابقت آن‌ها با شرایط آب‌وهوایی رویشگاه‌های طبیعی آن حکایت از آن دارد که شرایط آب‌وهوایی مناطق نابر و برزک سازگاری خوبی با این گونه دارد و به‌ویژه شرایط آب‌وهوایی منطقه نابر بسیار مطلوب‌گونه است. اکنون برای مشخص کردن آنکه کدام عناصر آب‌وهوایی نقش بیشتری در میزان این مطلوبیت بازی می‌کنند، با مراجعه به شکل‌های ۱۰ و ۱۱ این عناصر نشان خواهیم داد. در شکل ۱۰ مجموع درجه-روزهای رشد بر حسب دمای مؤثر و فعال (محور سمت راست) و طول دوره رشد (محور سمت چپ) طی دو سال تحقیق در کاشان، نابر، و برزک نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، در سال اول گیاه در مزرعه کاشان، نابر، و برزک به‌ترتیب ۴۸۲۰،۳، ۲۲۹۸،۱، و ۲۳۹۱،۸ درجه-روز فعال و ۴۱۶۰،۳، ۱۹۴۶،۱، و ۱۹۴۷،۸ درجه-روز بر حسب دمای مؤثر کسب کرده است. این میزان درجه-روزها به‌ترتیب در طی ۱۶۲، ۸۹، و ۱۰۹ روز حاصل شده است. در سال دوم هم در مزرعه‌های کاشان، نابر، و برزک گیاه به‌ترتیب با اخذ ۱۳۶۳،۸، ۱۱۴۶،۵، و ۱۲۷۱،۷ درجه-روز فعال و ۱۰۹۱،۸، ۸۷۴،۵، و ۹۱۱،۷ درجه-روز بر حسب دمای مؤثر و نیز با پشت سر گذاشتن ۶۸، ۶۹، و ۹۱ روز دوره رشد خود را به پایان رسانده است. مقایسه این ارقام نشان می‌دهد در منطقه کاشان نیاز حرارتی گیاه نسبت به دیگر مناطق بیش از دوبرابر بوده و طول دوره رشد آن نیز نزدیک به دو برابر مناطق دیگر است. در حالی که، بر طبق قانون یا اصلی که بیان می‌کند هر گیاه برای آنکه بتواند چرخه حیاتی خود را در محیط طبیعی (تحت شرایط عادی در فضای آزاد) با موفقیت تکمیل نماید نیازمند کسب مقدار معینی گرما بر حسب درجه-روز رشد است، انتظار می‌رفت در کاشان که نسبت به دو منطقه دیگر گرم‌تر است، گیاه به طول دوره رشد کوتاه‌تری نیاز داشته باشد و میزان درجه-روزهای رشد هم در هر سه منطقه برابر یا نزدیک به یکدیگر باشد. مقایسه شرایط آب‌وهوایی فازهای کوتاه‌تر فنولوژیک دوره رشد گیاه در سال‌های اول و دوم کشت، که در شکل ۱۱ به‌نمایش گذاشته شده است، می‌تواند علت اختلاف دو برابری طول دوره رشد و مجموع درجه-روزهای رشد را بر حسب دمای فعال و مؤثر در بین مناطق در سال اول و نیز در سال اول با سال دوم پاسخ دهد. در سال اول گیاه بخشی از دوره رویشی خود را در گلخانه گذرانده بود. هنگامی که به مزرعه انتقال یافت و بقیه این فاز را در فضای آزاد گذراند تا به فاز ظهور گل آذین رسید. در منطقه کاشان گیاه در فاز رویشی در محیطی قرار گرفت که متوسط دمای بیشینه آن ۳۷،۱ و مطلق آن نیز ۴۱،۲ درجه سلسیوس بود. گیاه در این فاز دچار تنش گرمایی شد و برای مقاومت، تاب‌آوری، و خنثی‌سازی در برابر آن سرعت فرایند رشد خود را کاهش داد. در فاز گل آذین نیز بر این

دماها افزوده شد و به ۷,۳۹ و ۴۲,۲ سلسیوس رسید. در فاز یادشده چون گیاه تا حدودی خود را با شرایط سخت عادت داده بود و جوانه‌های گل در غلاف بودند و در اثر گرما کمتر آسیب می‌دیدند، با افزایش دما، سرعت فرایند رشد نیز افزایش یافت. در عوض، طول فاز کاهش یافت. در زیر فازهای اول و دوم گل‌دهی نیز دماهای یادشده به‌ترتیب برابر با ۳,۴۰ و ۸,۴۳ و ۳۵ و ۶,۴۰ بود. در زیر فاز اول، گیاه فرایند بازشدن گل‌های خود را در اوج تنش گرمایی آغاز کرد، ولی به خاطر آنکه با امکان خطر خشک‌شدن گل‌ها یا عقیم‌شدن بذور روبه‌رو نشود، سرعت این فرایند را تا حد رکود کاهش داد و این رکود در زیر فاز دوم نیز ادامه یافت و به‌طوری‌که انتظار می‌رفت این زیر فازها به‌ترتیب در این منطقه با توجه به شرایط حرارتی آن ۶ و ۸ روز به‌طول انجامید و به‌ترتیب ۳۲ و ۷۷ روز دوام یافت. به عبارت دیگر، طول دوره گل‌دهی (از آغاز گل‌دهی تا برداشت) در کاشان در سال اول ۱۰۹ روز و در سال دوم ۱۴ روز به‌طول انجامید. در حالی که اوایل گل‌دهی گیاه آویشن در مزرعه برزک در خردادماه و پایان آن در دهه اول تیرماه به مدت ۲۲ روز به‌طول انجامید که با نتایج تحقیقات رشوند و همکاران (۱۳۹۳) که زمان گل‌دهی گونه کوهی را در منطقه الموت قزوین در خردادماه بین ۲۰ تا ۲۵ روز گزارش دادند مطابقت دارد. همین امر باعث شد تا جمع درجه-روزهای رشد بر حسب روش‌های مختلف محاسبه نیازهای حرارتی در سال اول بسیار افزایش یابد. در حالی که در سال دوم که گیاه در شرایط طبیعی آغاز رشد خود را شروع کرد جمع درجه-روزهای رشد در سه منطقه مشابه بود. همان‌طور که نتایج تحقیقات عاشورآبادی و همکاران (۱۳۹۶: ۳۴) نشان داد، آویشن دنايي در دو رویشگاه طبیعی اسکندری اصفهان و آبگرم قزوین به‌ترتیب با اخذ ۶۲۲ و ۶۲۹ درجه-روز دمای مؤثر به مرحله گل‌دهی می‌رسد. با توجه به یکسان‌بودن این میزان درجه-روز رشد در شرایط متفاوت آب‌وهوایی در دو منطقه، نتیجه گرفته شد که شاخص تجمع حرارتی، به‌عنوان شاخصی از سرشت طبیعی گیاه، قابلیت استفاده در مدل‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری را دارد.



شکل ۱۰. مجموع درجه-روزهای رشد بر حسب دمای مؤثر و فعال و طول دوره رشد گیاه آویشن دنايي در مزارع آزمایشی طی

سال ۱۳۹۶-۱۳۹۷



شکل ۱۱. سیر تغییرات میانگین کمینه و بیشینه، متوسط دما، حداقل و حداکثر مطلق دما، و طول فازهای رشد

نتیجه‌گیری

مقایسه یافته‌های سال اول کشت گیاه در سه منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد در مجموع طول دوره رشد و همچنین نیازهای حرارتی گیاه در منطقه کاشان نسبت به دو منطقه دیگر بر حسب درجه-روز رشد مؤثر و درجه-روز رشد فعال بیشتر است. علت این امر را باید در عدم تطبیق تقویم زراعی مراحل رشد گیاه با سیر افزایش دما بر طبق تقویم ژولیوسی در مناطق کاشت گیاه دانست که بر اثر آن فاز گل‌دهی گیاه در گرم‌ترین ماه واقع شد و در اثر گرمای بالاتر از حدود تاب‌آوری گیاه و تلاش گیاه برای خنثی‌سازی آن رشد زایشی گیاه کند و گیاه دچار رکود شد. به طوری که طول دوره گل‌دهی (از آغاز گل‌دهی تا ۵۰ درصد آن و ۵۰ درصد دوم تا برداشت) به ترتیب ۳۲ و ۷۷ روز طول کشید. به عبارت دیگر، در سال اول فاز گل‌دهی ۱۰۹ روز و در سال دوم ۱۴ روز به طول انجامید. و همین امر باعث شد تا جمع درجه-روزهای رشد بر حسب روش‌های مختلف محاسبه نیازهای حرارتی در سال اول در کاشان بسیار افزایش یابد. در حالی که مقایسه یافته‌های سال دوم کشت نشان داد اگرچه میزان انرژی کسب‌شده در هر فاز فنولوژیک و طول آن فاز در هر سه منطقه در سال دوم با یکدیگر متفاوت است، مجموع درجه-روزهای رشد در هر سه منطقه نزدیک به یکدیگر است. و این موضوع نشان می‌دهد که استفاده از این قانون به عنوان یک مدل پیش‌بینی و تصمیم‌گیری در صورتی که همه مراحل رشد گیاه در یک محیط و در شرایط عادی (نه تنش زا) انجام گیرد، کاملاً صحیح و از دقت بسیار بالایی برخوردار است. بهترین شرایط آب‌وهوایی برای حصول بهترین عملکرد محصول تر و خشک به ترتیب ۲۴۱۳۸٫۲ و ۶۵۶۸٫۲ کیلوگرم در هکتار شرایط آب‌وهوایی مشابه منطقه کوهپایه‌ای (نابر) واقع در ارتفاع ۱۶۵۴ متری از سطح دریاست. پس از آن بهترین شرایط آب‌وهوایی برای این گیاه شرایطی است که در مناطق کوهستانی در طول دوره رشد، میانگین کمینه و بیشینه دما به ترتیب برابر ۹ و ۲۴ و در مناطق کوهپایه‌ای به ترتیب برابر ۱۲ و ۲۳ درجه سلسیوس قرار گیرد.

منابع

اکبری‌نیا، ا.؛ شریفی عاشورآبادی، ا. و میرزا، م. (۱۳۸۹). بررسی عملکرد میزان و ترکیب‌های اصلی اسانس آویشن دناهی کشت‌شده در قزوین، فصل‌نامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲(۲۶): ۲۰۵-۲۱۲.

- اسدپور، ر. و سلطانی‌پور، م.ا. (۱۳۸۴). بررسی برخی ویژگی‌های اکولوژیک گونه دارویی *Zataria multiflora* Boiss در استان هرمزگان، فصل‌نامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر/ایران، ۲(۲۱): ۱۷۳-۱۶۳.
- امیدبگی، ر. (۱۳۸۳). تولید و فرآوری گیاهان دارویی، ج ۳، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.
- جمزاد، ز. (۱۳۸۸). آویشن‌ها و مرزه‌های ایران، تهران: مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- حبیبی، ا.ر. و ابوطالبی، ع.ح. (۱۳۹۱). همایش ملی فراورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی بجنورد دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی.
- حسینی، ج. (۱۳۸۳). شناسایی و بررسی اکولوژیکی دو جنس از گیاهان معطر *Ziziphora* و *Thymus* در استان کردستان، دومه‌نامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر/ایران، ۱(۲۰): ۱-۱۸.
- خورشیدی، ج.; امیدبگی، ر.; سفیدکن، ف.; روستایی، ع. و فخرطباطبایی، م. (۱۳۸۸). اثر اقلیم و زمان برداشت بر کیفیت اسانس *Thymus daenensis* Celak مجموعه مقالات همایش علمی توسعه صنعت گیاهان دارویی/ایران، ۱۱۳-۱۱۴.
- رشوند، س.; احسانی، ع.; یگانه، ح. و سنایی، ا. (۱۳۹۱). مطالعه فنولوژی دو گونه بوت‌های *Thymus kotschyanus* و *Thymus aucheri* در مراتع نیمه‌استپی الموت قزوین، فصل‌نامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، ۴(۲۱): ۵۹۱-۶۰۳.
- روستایی، ع.; میراحمدی، ف.; امیدبگی، ر.; سفیدکن، ف.; روستایی، ع. و فخرطباطبایی، م. (۱۳۸۸). بررسی اثر زمان‌های مختلف برداشت بر مقدار اسانس استحصالی از گیاهان دارویی آویشن دنايي و آویشن قره‌باغی، مجموعه مقالات همایش علمی توسعه صنعت گیاهان دارویی/ایران، ۲۶-۲۷.
- زارع‌زاده، ع.; مداح عارفی، ح.; شریفی عاشورآبادی، ا.; میرحسینی، ع. و عرب‌زاده، م.ر. (۱۳۹۴). بررسی سازگاری و فنولوژی برخی از گونه‌های جنس آویشن در شرایط مزرعه، دومه‌نامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر/ایران، ۳(۳۱): ۵۳۹-۵۵۳.
- سفیدکن، ف. (۱۳۸۷). برنامه راهبردی تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات و جنگل‌ها و مراتع کشور. ص ۹-۴۱.
- سفیدکن، ف. و عسگری، ف. (۱۳۸۲). مقایسه کمی و کیفی اسانس پنج گونه آویشن (*Thymus*)، پژوهش و سازندگی، ۲: ۲۹-۵۱.
- شریفی عاشورآبادی، ا.; جمزاد، ز.; لباسچی، م.ح.; اکبرنیا، ا.; صفایی، ل.; لاراتی، م.; حبیبی، ر.; گریوانی، گ.م.; صفری، ص.; صمدی‌اصل، و.; و مکی‌زاده تفتی، م. (۱۳۹۶). استفاده از شاخص حرارتی در پیش‌بینی مراحل فنولوژیک رشد آویشن در رویشگاه‌های طبیعی، فصل‌نامه علمی- پژوهشی طبیعت/ایران، ۲(۶): ۳۵-۴۴.
- صفایی، ل.; شریفی عاشورآبادی، ا.; زینلی، ح. و میرزا، م. (۱۳۹۱). تأثیر مراحل مختلف برداشت بر عملکردهای اندام هوایی، اسانس و ترکیب‌های اصلی اسانس آویشن دنايي، فصل‌نامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر/ایران، ۲(۲۸): ۳۴۲-۳۵۵.
- کازمپی، م. (۱۳۷۸). بررسی تأثیر زمان برداشت بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما رضا امیدبگی و فاطمه سفیدکن.
- گل‌پرور، ا.ر.; قاسمی پیربلوطی، ع.; زینلی، ح. و هادی‌پناه، ا. (۱۳۹۰). اثر زمان‌های مختلف برداشت بر خصوصیت کمی (مورفولوژیکی) و کیفی آویشن دنايي در منطقه اصفهان.

لباسچی، م.ح. و شریفی عاشورآبادی، ا. (۱۳۹۵). کشت و تولید برخی گونه های آویشن در دیمزارهای مختلف کشور، فصل‌نامه علمی_پژوهشی طبیعت ایران، ۱(۱): ۳۷-۴۰.

لباسچی، م.ح.؛ شریفی عاشورآبادی، ا.؛ مکی زاده تفتی، م.؛ اسدی صنم، س. و کریم زاده اصل، خ. (۱۳۹۶). تاثیر تراکم بر عملکرد کمی و کیفی سه گونه آویشن در شرایط دیم سه استان کشور، دو ماه نامه علمی_پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳(۳۳): ۸۹۷-۹۱۴.

یوسفی آذری، پ. و مرادی بهجو، ع. (۱۳۹۶). نگاهی به گیاهان دارویی کشور، تهران: سنگ فرش.

Akbarinia, A.; Sharifi-Ashorabadi, E. and Sefidkon, F. (2009). Influence of harvest dynamics on herb and oil yeild of *Thymus Kotchyanus* and *Thymus daenensis* cultivated two sites. *International workshop on medicinal and aromatic plants*. Acta Horticulture, 786: 229-234.

Asadpoor, R. and Soltanipoor, M.A. (2005). Study of some Ecological Characteristics of *Zataria multiflora* in Hormozgan ProvinceR, 2(21): 123-129.

Chang, J. HU. (1968). Climate and agriculture. Chicago, Al din. pp77.

Department of Agriculture, forestry and fisheries (2009). Thyme production Agriculture information Services, pp1:26.

Fraser, S. and Whish, J.P.M. (1997). *A commercial herb industry for NSW-an infant enterprise Fuchs L (1543)*. New Kreuterbuch, Basel.

Golparvar, A.R. (2011). Effects of phonological Stages on Quality and Quantity of Essential oil in Kermanian (*Thymus caramanius* Jalas). *Electronic journal of biology*, 7(4): 70-73.

Golparvar, A.R. (2012). Effects of phonological Stages on Quality and Quantity of Essential oil in daenensis (*Thymus daenensis* Celak). *Journal of Herbal Drugs*, 2(4): 245-254.

Hassany, J. (2003). The Identification and Ecological study of two Genus of aromatic plants (*Thymus* & *Ziziphora*) in Kurdistan Province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 1(20): 1-18.

Kazemi, M. (1999). Effects of phonological Stages on Quality and Quantity of Essential oil in vulgaris (*Thymus vulgaris*). Master of Horticultural Engineering. Thesis. Supervisor professor Omidbaigi and Sefidkon. University of Tarbiat Modares.

Khorshidi, J.; Rostaei, A.; Fakhre Tabatabaei, M.; Omidbaigi, R. and Sefidkon, F. (2010). Effect of climate and harvesting time on essential oil quantity of *Thymus daenensis* Celak. Scientific conference on medicinal plants industry development in Iran Tehran, PP. 113-114.

Lebaschi, M.H. and Sharifi Ashoorabadi, E. (2016). Cultivation and production of some thyme species in different. *Magazine Iran nature*, 1 (1): 37-40

Lebaschi, M.H.; Sharifi Ashoorabadi, E.; Makizadeh Taft, M.; Asadi-Sanam, S. and Karimzadeh ASL, Kh. (2018). Effect of plant density on quantitative and qualitative yield of three *Thymus* species in dry farming conditions of three provinces of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 6(33): PP. 897-914.

Letchamo, W.Xu. and Gosselin, A. (1995). Photosynthetic Potential of *thymus Valgaris* Selections under two light regimes and three soil water levels. *Scientia Horticulturae*, 62: 89-101.

Meier, U.; Bleiholder, H.; Buhr, L.; Feller, C.; Hack, H.; Her. M.; Lancashire, D.; Weber. E. and Zwerger, P. (2009). The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants – history and publications, 61: 41-52.

- Omidbaigi, R. (2004). Approaches to production and processing of medicinal plants. Quds Razavi Publications.
- Jamzad, Z. (2009). Thymus and satureja species of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, 171 pages.
- Omidbaigi, R.; Sefidkon, F. and Hejazi, M. (2005). Essential oil composition of *Thymus×citriodorus* L. cultivated in Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 20: 227-238.
- Rashvand, S.; Ehsani, A.; Yeganeh, H. and Sanaei, A. (2014). Studying the phenological stages of *Thymus kotschyanus* and *Artemisia aucheri* in Alamot semi-steppe rangelands, Ghazvin. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 4(21): 591-603.
- Rostaie, A.; Mirahmadi, F.; Omidbaigi, R.; Sefidkon, F. and Fakhre Tabatabaei, M. (2010). Effect of different harves times on the content of essential oil extracted from *Thymus daenensis* Celak and *Thymus fedtschenkoi*. Scientific conference on medicinal plants industry development in Iran Tehran, PP. 26-27 .
- Safaei, L.; Sharifi Ashurabadi, E.; Zeinali, H. and Mirza, H. (2012). M. The effect of different harvesting stages on aerial parts yield, essential oil percentage and main components of *Thymus daenensis* Celak. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 2(28): 342-355.
- Sefidkon, F. and Asgari, F. (2002). Essential oil composition of 5 *Thymus* species. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. PP. 29-48.
- Sefidkon, F. (2008). Strategic plan for Medicinal Plants. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 40page.
- Sharifi Ashourabadi, E.; Jamzad, Z.; Lebaschy, M. H.; Akbari Nia, A.; Safaei, L.; Larti, M.; Habibi, R.; Garivani, G.M.; Safari, S.; Samady Asl, V. and Mackizadeh Tafti, M. (2016). Applying thermal index to predict the phonological stages of *Thymus* growth in natural habitats .*Magazine Iran nature*, 2(6): 34-44.
- Yousefi Azary, P. and Mehrjo, A. (2017). Take a lookat the countrys medicinal plants. Pulpication sangfarsh Tehran. pages 130p.
- Zarezadeh, A.; Madah Arefi, H.; Sharifi Ashorabady, A.; Mirhosseini, A. and Arabzade, M.R. (2015). Phenology and compatibility of different *Thymus* species under agricultural conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3(31): 539-553.