



10.22092/irn.2018.115187



نامه علمی

استفاده از شاخص حرارتی در پیش‌بینی مراحل فنولوژیک رشد آویشن (*Thymus*) در رویشگاه‌های طبیعی

ابراهیم شریفی عاشورآبادی^{۱*}، زیبا جم‌زاد^۲، محمدحسین لباسچی^۳، احمد اکبری‌نیا^۴، لیلی صفایی^۵، مژگان لارتنی^۶، رضا حبیبی^۷، گل محمد گریوانی^۸، صفر صفری^۹، ودود صمدی‌اصل^{۱۰} و مریم مکی‌زاده تفتی^{۱۱}

تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۰۹/۲۵

چکیده

با توجه به متغیر بودن شرایط آب‌وهوایی در یک منطقه، پیش‌بینی مراحل فنولوژیک رشد گیاه براساس تقویم زمانی از دقت کافی برخوردار نیست. استفاده از شاخص حرارتی می‌تواند برآورد دقیق‌تری از مراحل فنولوژیک رشد ارائه دهد. به‌منظور بررسی مراحل فنولوژیک رشد تعدادی از گونه‌های جنس آویشن (*Thymus*)، تحقیقی در رویشگاه‌های طبیعی استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، البرز، خراسان شمالی و قزوین اجرا شد. ابتدا با توجه به منابع موجود، رویشگاه‌های هرکدام از گونه‌ها تعیین و با استفاده از اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی وضعیت اقلیم هر رویشگاه مشخص شد. پس از مراجعه به رویشگاه و تعیین سایت‌های مورد بررسی، ارتفاع از سطح دریا، درصد و جهت شیب و سایر ویژگی‌های منطقه مشخص شد. در هر سایت، با روش سیستماتیک تصادفی نسبت به یادداشت‌برداری تعدادی از ویژگی‌های گیاه و خاک اقدام شد. برای هرکدام از گونه‌های آویشن در هر رویشگاه، آماربرداری‌های فنولوژیک در فواصل معین و براساس تقویم زمانی و شاخص حرارتی (برحسب درجه روز رشد) صورت گرفت. طبق نتایج به‌دست آمده، گونه *Th. pubescens* در منطقه حاجی‌بیگ از استان آذربایجان غربی و دهدر طالقان از استان البرز، به‌ترتیب با دریافت حرارتی معادل ۷۷۰ و ۷۷۵ درجه روز رشد به مرحله گل‌دهی و با دریافت حرارتی برابر با ۱۹۲۳ و ۱۸۱۰ درجه روز رشد به مرحله بذردهی رسید. گونه *Th. kotschyanus* در منطقه قوشچی از استان آذربایجان غربی، دهدر طالقان از استان البرز و قسطنیزار از استان قزوین به‌ترتیب با دریافت حرارتی معادل ۷۷۰/۵، ۷۶۲ و ۷۵۰ درجه روز رشد به مرحله گل‌دهی وارد شد سپس تا رسیدن به مرحله بذردهی به‌ترتیب ۱۶۸۰، ۱۵۴۱ و ۱۵۱۲ درجه روز رشد دریافت کرد. گونه *Th. daenensis* در منطقه اسکندری استان اصفهان و منطقه آبگرم استان قزوین به‌ترتیب با دریافت حرارتی برابر با ۶۲۲ و ۶۲۹ درجه روز رشد به مرحله گل‌دهی رسید و با دریافت حرارتی معادل ۱۴۰۴ و ۱۴۶۵ درجه روز رشد وارد مرحله بذردهی شد. گونه *Th. carmanicus* در منطقه خوانسار از استان اصفهان نیز با دریافت حرارتی معادل ۸۴۸ درجه روز رشد

*۱- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: esharifi@riff-ac.ir

۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

۵- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۶- کارشناس ارشد پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۷- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۸- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان شمالی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بجنورد، ایران

۹- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان شمالی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بجنورد، ایران

۱۰- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۱۱- دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران



به مرحله گل‌دهی و با دریافت حرارتی معادل ۱۳۵۱ درجه روز رشد به مرحله بذردهی رسید. گونه *Th. transcaspicus* در منطقه اسدلی از استان خراسان شمالی، با دریافت حرارتی معادل ۷۷۲ درجه روز رشد وارد مرحله گل‌دهی شده و با دریافت حرارت ۱۱۷۲ درجه روز رشد به مرحله بذردهی رسید. با استفاده از شاخص حرارتی می‌توان براساس مدل‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری، زمان جمع‌آوری اندام موردنظر مانند گل و بذر از رویشگاه را برآورد کرد و حتی در سیستم‌های زراعی تحت کنترل و با استفاده از حرارت روزانه و شبانه، زمان رسیدن به هر یک از مراحل فنولوژیک رشد را با دقت بالایی تعیین کرد.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم، گیاهان دارویی، درجه روز رشد، تجمع حرارتی، پیش‌بینی

Applying thermal index to predict the phenological stages of *Thymus* growth in natural habitats

E. Sharifi Ashourabadi, Z. Jamzad, M. H. Lebaschy, A. Akbari Nia, L. Safaei, M. Larti, R. Habibi, G. M. Garivani, S. Safari, V. Samady Asl and M. Mackizadeh Tafti

Abstract

Given the variation in climate conditions in a region, predicting the phenological stages of growth based on time calendar is not sufficiently accurate. In this regard, the use of thermal index can provide a more accurate estimate for the phenological stages of the plant growth. In order to study the phenological stages of various *Thymus* species, a research was implemented in the natural habitats of west Azerbaijan, Isfahan, Tehran, North Khorasan and Qazvin. First of all, the habitats of each study species were determined. Then, using the data obtained from the nearest meteorology station, the climate condition was specified for each habitat. After determining the study sites, the factors including altitude from sea level, geological situation, slope percentage and direction, and other features of the area were specified. In each site, plant and soil sampling was performed in a randomized systematic method using 25 square meter plots. In addition, for each *Thymus* species in each habitat, phenological data were recorded based on time calendar and thermal index (growth degree day, GDD). According to the results, *Th. pubescens*, in HAJI BEYK region of west Azerbaijan and DEHDAR region of Alborz province, reached the flowering stage at 770 and 775 GDD, and reached the seeding stage at 1923 and 1810 GDD, respectively. *Thymus kotschyanus*, in GHOOSHCHI region of west Azerbaijan, DEHDAR TALEGHAN of Alborz province and QOSTINLAR of Qazvin province, reached the flowering stage at 770.5, 762 and 750 GDD, and reached the seeding stage at 1680, 1541 and 1512 GDD, respectively. *Thymus daenensis*, in ESKANDARI region of Isfahan province and ABEGARM region of Qazvin province, reached the flowering stage at 662 and 629 GDD, and reached the seeding stage at 1404 and 1465 GDD, respectively. *Thymus carmanicus*, in KHANSAR region of Isfahan province, reached the flowering stage at 848 GDD, and reached the seeding stage at 1354 GDD. *Thymus transcaspicus*, in ASADLI region of north Khorasan, reached the flowering stage at 772 GDD, and reached the seeding stage at 1172 GDD. Using the thermal index, the exact time to collect the plant organs like flowers and seeds could be predicted based on prediction and decision models. Even, determining the time of reaching each phenological stage could be possible in controlled agricultural systems with high precision.

Keywords: Ecosystem, medicinal plants, growth degree days, prediction

1*- Corresponding author, Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: esharifi@rifr-ac.ir

2- Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assist. Prof., Ghazvin Agricultural and Natural Research and Education Center, (AREEO), Ghazvin, Iran

5- Senior Research Expert, Isfahan Agricultural and Natural Research and Education Center, (AREEO), Isfahan, Iran

6- Research Expert, West Azarbaijan Agricultural and Natural Research and Education Center, (AREEO), Urmia, Iran

7- Senior Research Expert, Tehran Agricultural and Natural Research and Education Center, (AREEO), Tehran, Iran

8- Assist. Prof., North Khorasan Agricultural and Natural Research and Education Center, (AREEO), Bojnord, Iran

9- Research Expert, North Khorasan Agricultural and Natural Research and Education Center, (AREEO), Bojnord, Iran

10- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO), Tehran, Iran

11- Ph.D. in Agroecology, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO), Tehran, Iran



● مقدمه

یکی از گیاهان دارویی باارزش که در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، گیاه آویشن است. در منابع مختلف نام آویشن به صورت مترادف برای گروهی از گیاهان که همگی به خانواده نعناع تعلق دارند، به کار رفته است. این گیاهان متعلق به سه جنس مختلف از این خانواده شامل جنس‌های *Zataria*، *Ziziphora* و *Thymus* هستند. جنس *Thymus* گونه‌های متعددی دارد (Morales, 2002). این جنس در ایران ۱۸ گونه پایا و معطر داشته که در ارتفاعات البرز و سایر مناطق می‌رویند. بیشترین پراکندگی در شمال و شمال غربی کشور گزارش شده است (جم‌زاد، ۱۳۷۳). از میان گونه‌های شناخته‌شده جنس آویشن، فقط تعداد محدودی در سطح تجاری کشت و تولید می‌شوند (جم‌زاد، ۱۳۸۸). به لحاظ ارزش روزافزون گیاه دارویی آویشن (*Thymus*)، تحقیقات وسیعی در ارتباط با تأثیر عوامل متعدد بر گونه‌ها و کموتیپ‌های مختلف آن انجام شده که می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کشت و اهلی کردن گونه‌های مختلف جنس آویشن داشته باشد. یکی از عوامل مهم، تعیین مراحل فنولوژیک رشد و تعیین زمان مناسب برداشت است. زمان برداشت گیاه بر حسب شرایط اکولوژیک منطقه متفاوت خواهد بود. در ارتباط با زمان برداشت آویشن، تحقیقات قابل توجهی انجام شده است (Golparvar & Bahari, 2011, Bouna-tirou et al., 2007, Mc Gimpsey et al., 2006 و Jordan et al., 2006). به منظور حصول حداکثر عملکرد اسانس و میزان ترکیبات فنلی در گیاه آویشن، بهترین زمان برداشت ابتدا تا اواسط دوره گل‌دهی پیشنهاد شد (Stahl-Biskup & Saez, 2002). از آنجایی که مرحله فنولوژیک رشد در هر سال ثابت نبوده و ممکن است با تقویم زمانی ثابت قابل ارائه نباشد، بنابراین استفاده از تقویم حرارتی می‌تواند برآورد

دقیق‌تری را از مراحل فنولوژیک رشد ارائه دهد. شاخص حرارتی با واحد درجه روز رشد بیان شده و مبین تجمع حرارت برای رسیدن به هر یک از مراحل فنولوژیک رشد است (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۲). استفاده از شاخص حرارتی در هر اقلیم و در هر مقیاس زمانی امکان‌پذیر است. این شاخص در موضوعات کشاورزی، منابع طبیعی، حشره‌شناسی و حتی صنعت گردشگری (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵) نیز کاربرد دارد. در سال ۱۹۹۹، انجمن بین‌المللی زیست‌هواشناسی، گروه تحقیقاتی ویژه‌ای را به منظور تدوین یک روش ارزیابی حرارتی براساس پیشرفته‌ترین مدل دما-فیزیولوژیک تشکیل داد. بدین ترتیب در فوریه سال ۲۰۰۹، شاخص اقلیم حرارتی جهانی UTCI ابداع شد. این شاخص به‌عنوان دمای معادل محیط از یک محیط مرجع با پاسخ فیزیولوژیک شخص مرجع به محیط واقعی تعریف شده است (et al., 2010 Blazejczyk).

در تحقیق حاضر، شاخص تجمع حرارتی براساس درجه روز رشد (Growth degree days)، برای رسیدن به مراحل فنولوژیک رشد تعدادی از گونه‌های جنس آویشن در شرایط مختلف رویشگاهی تعیین شده است. با این شاخص می‌توان پاسخ و عکس‌العمل فنولوژیک گونه‌های مختلف آویشن را در رویشگاه‌های طبیعی بررسی و با الگوبرداری از آن نسبت به کشت و استقرار آویشن در شرایط اقلیمی مناسب اقدام و زمان برداشت گیاه را با دقت بالایی پیش‌بینی کرد.

● اقدامات و یافته‌ها

به‌منظور بررسی مراحل فنولوژیک رشد گونه‌های مختلف جنس آویشن (*Thymus*)، آزمایشی در رویشگاه‌های طبیعی استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، البرز، خراسان شمالی و قزوین اجرا شد. ابتدا با توجه به منابع موجود، رویشگاه‌های هر کدام از گونه‌های

مورد مطالعه تعیین شد (جدول ۱). سپس با استفاده از اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی، وضعیت اقلیم هر رویشگاه مشخص شد. پس از مراجعه به رویشگاه و تعیین سایت‌های مورد بررسی، ارتفاع از سطح دریا، درصد و جهت شیب و سایر ویژگی‌های منطقه مشخص شد. در هر سایت، با روش سیستماتیک تصادفی و با استفاده از پلات‌های ۲۵ مترمربعی، نسبت به نمونه‌برداری از خاک و یادداشت‌برداری تعدادی از ویژگی‌های آویشن اقدام شد. ویژگی‌های مورد مطالعه شامل تعداد پایه در پلات، ارتفاع اندام هوایی، محیط بوته در انتهای تاج‌پوشش و همچنین گونه‌های همراه بود. برای هر کدام از گونه‌های

یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر کشت آویشن (*Thymus*)، تعیین مراحل فنولوژیک رشد و تعیین زمان مناسب برداشت است. شرایط اکولوژیک منطقه متفاوت خواهد بود.

آویشن در هر رویشگاه، آماربرداری‌های فنولوژیک در فواصل معین و براساس تقویم زمانی و شاخص حرارتی بر حسب درجه روز رشد صورت گرفت. میزان حرارت دریافتی گیاه در هر روز، با استفاده رابطه ۱ محاسبه و برای رسیدن به هر یک از مراحل فنولوژیک رشد تجمیع شد. طبق بررسی‌های انجام‌شده، درجه حرارت پایه برای گیاه آویشن معادل ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۱- رویشگاه آویشن (*Thymus*) و ویژگی‌های نزدیکترین ایستگاه هواشناسی منطقه

ردیف	استان	گونه	منطقه رویشگاهی	موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی		
				ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	آذربایجان غربی	<i>Th. Pubescens</i> Boiss. & Kotschy ex Celak. <i>Th. kotschyanus</i> Boiss. et Hohen.	حاجی‌بیگ قوشچی	فیرورق	۳۸° ۳۳'	۴۴° ۵۴'
				کهریز	۳۷° ۸۸'	۴۴° ۹۸'
۲	اصفهان	<i>Th. daenensis</i> Celak. <i>Th. carmanicus</i> J alas.	اسکندری گردنه خوانسار	چادگان	۳۲° ۷۷'	۵۰° ۶۳'
				خوانسار	۳۳° ۲۳'	۵۰° ۳۲'
۳	البرز	<i>Th. pubescens</i> Boiss. & Kotschy ex Celak. <i>Th. kotschyanus</i> Boiss. et Hohen.	دهدر طالقان دهدر طالقان	طالقان	۳۶° ۱۷'	۵۰° ۷۷'
				طالقان	۳۶° ۱۷'	۵۰° ۷۷'
۴	خراسان شمالی	<i>Th. transcaspicus</i> Klokov.	اسدلی	اسدلی	۳۷° ۳'	۵۷° ۳۷'
۵	قزوین	<i>Th. kotschyanus</i> Boiss. et Hohen. <i>Th. daenensis</i> Celak.	قسطینلار کیسه‌چین	قسطینلار	۳۵° ۵۷'	۴۹° ۲۲'
				آوج	۳۶° ۲۵'	۵۰° ۰'

رابطه (۱)

$$\text{صفر فیزیولوژیک گیاه} = \sum \left(\frac{\text{حداقل درجه حرارت روزانه} + \text{حداکثر درجه حرارت روزانه}}{2} - \text{تجمع حرارتی در گیاه} \right)$$

و *Festuca ovina* تعیین شد. نحوه انتشار گونه *Th. pubescens* به صورت یکنواخت و شیب غالب منطقه حدود ۳۰ درصد و در جهت جنوب شرقی بود. در رویشگاه حاجی‌بیگ به‌طور متوسط در هر متر مربع ۲/۳ بوته *Th. pubescens* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۴/۸۵ سانتی‌متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش، ۶۸/۵ سانتی‌متر بود. گل‌دهی گونه مذکور در منطقه حاجی‌بیگ حدود بیست‌وسوم خردادماه با دریافت حرارتی معادل ۷۷۰ درجه روز رشد تشخیص داده شد. مرحله بذردهی نیز حدود بیست‌وپنجم تیرماه با دریافت حرارت ۱۹۲۳ درجه روز رشد مشاهده شد (جدول ۳).

منطقه دهدر طالقان در استان البرز با وسعت تقریبی ۱۵۰ هکتار، ارتفاع ۲۳۰۰-۲۴۵۰ متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌مرطوب سرد، میانگین سی‌ساله بارندگی ۵۶۹ میلی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ای، بافت خاک شنی لومی و

به‌ترتیب از رویشگاه‌های مناطق الموت شهرستان قزوین و آبگرم شهرستان بوئین‌زهره مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱۲). نقشه پراکنش رویشگاه‌ها در شکل‌های ۷ تا ۱۲ و نتایج مطالعات رویشگاهی، مرفولوژیک و فنولوژیک هر یک از گونه‌ها در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

***Th. pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak.**
منطقه حاجی‌بیگ استان آذربایجان غربی با وسعت تقریبی ۳۲۵ هکتار، ارتفاع ۲۹۸۰ متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌خشک سرد، میانگین سی‌ساله بارندگی ۳۱۲/۵ میلی‌متر، ساختمان خاک اسفنجی، بافت خاک سیلتی لومی و اسیدیته ۷/۸، یکی از رویشگاه‌های گونه *Th. pubescens* است (جدول ۲). در این منطقه تیپ غالب گیاهی، *Thymus*

طبق نتایج به‌دست آمده از مطالعات رویشگاهی، در محدوده جغرافیایی استان آذربایجان غربی، تعداد ۴ گونه آویشن از جنس *Thymus* قابل تشخیص بود که در این تحقیق گونه‌های *Th. pubescens* و *Th. kotschyanus* به‌ترتیب از رویشگاه‌های منطقه حاجی‌بیگ و قوشچی بررسی شدند (شکل ۸). در محدوده جغرافیایی استان اصفهان گونه‌های *Th. daenensis* و *Th. carmanicus* به‌ترتیب از منطقه اسکندری و گردنه خوانسار (شکل ۹)، در محدوده جغرافیایی استان البرز گونه‌های *Th. pubescens* و *Th. kotschyanus* از منطقه دهدر طالقان (شکل ۱۰)، در محدوده جغرافیایی استان خراسان شمالی گونه *Th. transcaspicus* در منطقه اسدلی (شکل ۱۱) و در محدوده جغرافیایی استان قزوین گونه‌های *Th. kotschyanus* و *Th. daenensis*



اسیدپته ۷/۷، به‌عنوان رویشگاه گونه *Th. pubescens* محسوب می‌شود (جدول ۲). در این منطقه تیپ غالب گیاهی شامل *Thymus*، *Astragalus* و *Agropyron* بود. نحوه انتشار گونه *Th. pubescens* به‌صورت کپه‌ای و شیب غالب منطقه حدود ۴۵ درصد و در جهت شمال غربی بود. در رویشگاه دهدر به‌طور متوسط در هر مترمربع، ۰/۳۷ بوته *Th. pubescens* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۱۴/۳۳ سانتی‌متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج‌پوشش، ۱۳۶/۲۲ سانتی‌متر بود. گل‌دهی گونه فوق در دهدر طالقان حدود بیست‌ودوم خردادماه با دریافت حرارتی معادل ۷۷۵ درجه روز رشد مشاهده شد. مرحله بذردهی نیز حدود نوزدهم مردادماه با دریافت حرارت ۱۸۱۰ درجه روز رشد قابل تشخیص بود (جدول ۳).

***Th. kotschyanus* Boiss. et Hohen.**

منطقه قوشچی استان آذربایجان غربی با وسعت تقریبی ۲۵۰ هکتار، ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌خشک سرد، میانگین سی‌ساله بارندگی ۲۷۸/۸ میلی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ای ریز، بافت خاک سیلتی‌رسی‌لومی و اسیدپته ۷/۹، یکی از رویشگاه‌های گونه *Th. kotschyanus* به‌شمار می‌رود (جدول ۲). در این منطقه، تیپ غالب گیاهی شامل *Thymus* و *Astragalus* *kotschyanus* بود. نحوه انتشار گونه *Th. kotschyanus* به‌صورت یکنواخت و شیب غالب منطقه حدود ۴۵ درصد و در جهت شمال شرقی بود. در رویشگاه قوشچی به‌طور متوسط در هر مترمربع ۲ بوته *Th. kotschyanus* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۱۱/۹ سانتی‌متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج‌پوشش، ۸۱/۳ سانتی‌متر بود. گل‌دهی گونه ذکرشده در منطقه قوشچی حدود شانزدهم خردادماه، با دریافت حرارتی معادل ۷۷۰/۵ درجه روز رشد قابل تشخیص بود. مرحله بذردهی نیز حدود چهارم تیرماه با دریافت حرارتی برابر با ۱۶۸۰/۵



شکل ۱- نمایی از رویشگاه آویشن (*Thymus*) و گونه‌های همراه (عکس از زهرا باهرنیک)



شکل ۲- حضور آویشن و گونه‌های همراه در شیب‌های تند و مناطق سنگلاخی (عکس از زهرا باهرنیک)



شکل ۳- اندازه‌گیری ارتفاع آویشن در رویشگاه (عکس از علی‌رضا حداد)

جدول ۲- آزمایش خاک رویشگاههای آویشن (*Thymus*)
نام گونه‌های آویشن جنس *Thymus* در هر استان

ردیف	ویژگی‌های بررسی شده	اصناف				برنز	خراسان شمالی	قزوین	
		آذربایجان غربی	اصفهان	اصفهان	اصفهان			اصفهان	اصفهان
۱	نام عرصه	<i>Th. pubescens</i> (حاجی‌بیگ)	<i>Th. kotschyanus</i> (قوشچی)	<i>Th. daenensis</i> (الکندری)	<i>Th. pubescens</i> (دهدر طالقان)	<i>Th. kotschyanus</i> (دهدر طالقان)	<i>Th. transcaspicus</i> (اسدلی)	<i>Th. daenensis</i> (کیسه‌چین آبروم)	<i>Th. kotschyanus</i> (قسطینار الموت)
۲	درصد نیتروژن	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۸۷	۰/۰۹	۰/۸۵
۳	فسفر ava (ppm)	۳/۱	۳/۶	۱۰/۲	۱۵	۱۵	۳/۵۵	۱۰	۱۶/۶
۴	پتاسیم ava (ppm)	۴۰۶	۴۰۶	۲۹۴	۱۱۵	۱۱۵	۲۴۵	۳۲۱	۳۲۵
۵	درصد کربن آلی	۲/۲۱	۱/۱	۰/۴۲	۰/۵	۰/۵	۱/۷۶	۰/۹۱	۱/۵۲
۶	هدایت الکتریکی (زیمنس بر متر)	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۸۸	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۳۹۸	۰/۴۷
۷	اسیدیته	۷/۸	۷/۹	۶/۶۷	۷/۷	۷/۷	۶/۹۷	۷/۸	۶/۶
۸	ساختمان خاک	اسفنجی	دانه‌ای ریز	دانه‌ای ریز	دانه‌ای ریز	دانه‌ای ریز	توده‌ای	دانه‌ای	دانه‌ای
۹	بافت خاک	سببانی لومی	سببانی رسی لومی	لومی رسی	لومی	شنی لومی	لومی رسی	سببانی لومی	لومی

درجه روز رشد مشاهده شد (جدول ۳). منطقه دهدر طالقان از استان البرز نیز با وسعت تقریبی ۱۵۰ هکتار، ارتفاع ۲۳۰۰-۲۴۵۰ متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌مرطوب سرد، میانگین سی‌ساله بارندگی ۵۶۹ میلی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ای، بافت خاک شنی لومی و اسیدیته ۷/۷، به‌عنوان رویشگاه گونه *Th. kotschyanus* محسوب می‌شود (جدول ۲). در این منطقه، تیپ غالب گیاهی شامل *Agropyron*، *Thymus*، *Astragalus* و *Th. kotschyanus* بود. نحوه انتشار گونه به‌صورت کپه‌ای و شیب غالب منطقه حدود ۴۵ درصد و در جهت شمال غربی تعیین شد. در رویشگاه دهدر طالقان، به‌طور متوسط در هر مترمربع ۰/۴۹ بوته *Th. kotschyanus* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۱۱/۶۶ سانتی‌متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش، ۱۵۴/۷۸ سانتی‌متر بود. گل‌دهی گونه مذکور در منطقه دهدر طالقان حدود پانزدهم خردادماه با دریافت حرارتی معادل ۷۶۲ درجه روز رشد تشخیص داده شد. مرحله بذردهی نیز حدود بیست‌وهشتم تیرماه با دریافت حرارتی برابر با ۱۵۴۱ درجه روز رشد مشاهده شد (جدول ۳).

منطقه رویشگاهی قسطینار الموت از استان قزوین هم با وسعت تقریبی ۳ هکتار، ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌خشک سرد، میانگین سی‌ساله بارندگی ۴۲۹ میلی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ای، بافت خاک لومی و اسیدیته ۶/۶، یکی از رویشگاه‌های گونه *Th. kotschyanus* است (جدول ۲). در این منطقه، تیپ غالب گیاهی *Agropyron trichophorum* و *Acantholimon hohenackeri* تعیین شد. نحوه انتشار گونه *Th. kotschyanus* به‌صورت کپه‌ای و شیب غالب منطقه بین ۳۰ تا بیش از ۴۰ درصد و در جهت شمال غربی (مشرف به دشت قزوین) بود. در رویشگاه قسطینار، به‌طور متوسط در هر مترمربع ۰/۹۸



بوته *Th. kotschyanus* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۱۱ سانتی متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش ۱۳۰ سانتی متر بود. گل دهی این گونه در منطقه قسطنطنیه حدود سی و یکم اردیبهشت ماه با دریافت حرارتی معادل ۷۵۰ درجه روز رشد مشاهده شد. مرحله بذردهی نیز اول تیرماه با دریافتی حرارتی برابر با ۱۵۱۲ درجه روز رشد تشخیص داده شد (جدول ۳).

Th. daenensis Celak

منطقه اسکندری استان اصفهان با وسعت تقریبی ۴۰۰ هکتار، ارتفاع ۲۶۰۰-۲۳۰۰ متر از سطح دریا، تپ آب و هوایی نیمه خشک، میانگین سی ساله بارندگی ۳۱۷/۳ میلی متر، ساختمان خاک دانه ای ریز، بافت خاک لومی رسی و اسیدیته ۶/۶۷، یکی از رویشگاه های گونه *Th. daenensis* به شمار می رود (جدول ۲). گونه *Th. daenensis* معمولاً در مسیر آبراهه ها جوامعی را به وجود می آورد. این جوامع دارای عرض کم در دو طرف آبراهه و طول زیاد در امتداد آبراهه بوده که گاهی این طول شامل چندین کیلومتر می شود. در این منطقه، گونه های گیاهی متعددی به صورت همراه در جامعه حضور داشتند. در این منطقه، تپ غالب گیاهی شامل *Thymus* و *Phlomis persica* بود. نحوه انتشار گونه *Th. daenensis* به صورت کپه ای (لکه ای) و شیب غالب منطقه حدود ۷ درصد و در جهت جنوبی بود. در رویشگاه اسکندری، به طور متوسط در هر متر مربع ۲/۵ بوته *Th. daenensis* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۱۷/۷۱ سانتی متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش، ۹۳/۸۸ سانتی متر بود. گل دهی گونه مذکور در منطقه اسکندری حدود دوازدهم خردادماه با دریافت حرارت ۶۲۲/۵ درجه

جدول ۳- تعدادی از ویژگی های رویشگاهی گونه های مختلف جنس *Thymus*

ردیف	ویژگی های مورد بررسی	اصفهان					
		آذربایجان غربی	Th. pubescens (حاجی بیگ)	Th. kotschyanus (فوشچی)	Th. daenensis (اسکندری)	Th. carmanicus (خوانسار)	Th. pubescens (دهدر طاقان)
۱	تپ آب و هوایی (امیرزاد)	نیمه خشک سرد	نیمه خشک سرد	نیمه خشک سرد	نیمه خشک سرد	نیمه مرطوب سرد	نیمه خشک سرد
۲	ارتفاعی از سطح دریا (متر)	۲۹۸۰	۱۸۰۰	۲۳۰۰-۲۶۰۰	۳۱۵۰-۳۲۰۰	۲۳۰۰-۲۴۵۰	۲۳۰۰-۲۴۵۰
۳	عرض جغرافیایی	۳۸° ۴۸'	۳۸° ۲۰'	۳۲° ۴۹'	۳۳° ۰۸'	۳۶° ۰۱'	۳۶° ۰۱'
۴	طول جغرافیایی	۴۴° ۲۳'	۴۵° ۲۰'	۵۰° ۲۷'	۵۰° ۰۰'	۵۱° ۲۰'	۵۱° ۲۰'
۵	تعداد پایه در مترمربع	۳/۳	۲	۲/۵	۱/۸۶	۰/۳۷	۰/۴۹
۶	ارتفاع اندام هوایی (سانتی متر)	۴/۸۵	۱۱/۹	۱۷/۷۱	۷/۶۸	۱۴/۳۳	۱۱/۶۶
۷	میانگین محیط بوته (سانتی متر)	۶۸/۵	۸۱/۳	۹۳/۸۸	۱۶۳/۲۳	۱۳۶/۲۲	۱۵۴/۷۸
۸	زمان گل دهی (درجه روز رشد)	(۳/۲۳) ۷۷۰/۲۵	(۳/۱۶) ۷۷۰/۰۵	(۳/۱۲) ۶۲۲/۵	(۳/۲۴) ۸۸۸/۲	(۳/۲۲) ۷۷۵	(۳/۱۵) ۷۶۲
۹	زمان بذردهی (درجه روز رشد)	(۴/۲۵) ۱۹۲۳	(۴/۴) ۱۶۸۰/۵	(۴/۲۴) ۱۴۰۴/۴	(۴/۱۸) ۱۳۵۱/۴	(۵/۱۹) ۱۸۱۰	(۴/۲۸) ۱۵۴۱

نام رویشگاه و گونه های جنس *Thymus* در هر استان

اصفهان	البرز	خراسان شمالی	قزوین
<i>Th. pubescens</i>	<i>Th. pubescens</i>	<i>Th. transcaspicus</i>	<i>Th. daenensis</i>
<i>Th. kotschyanus</i>	<i>Th. kotschyanus</i>	<i>Th. transcaspicus</i>	<i>Th. kotschyanus</i>



شکل ۴- بوته آویشن قبل از مرحله گل‌دهی



شکل ۵- بوته آویشن در مرحله گل‌دهی

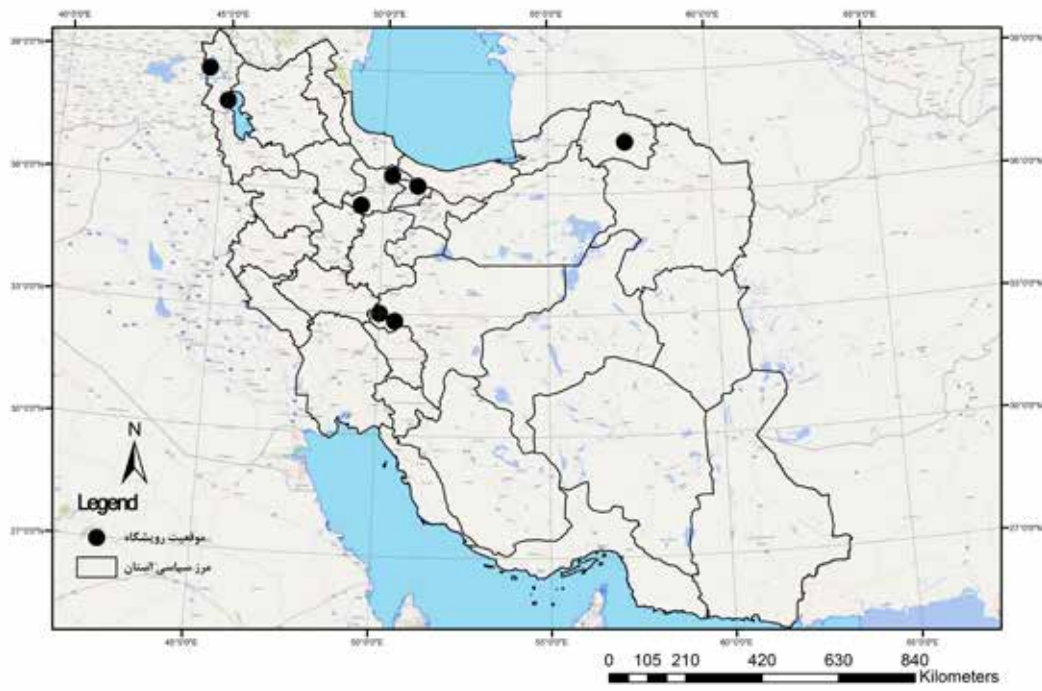


شکل ۶- بوته آویشن در مرحله بذردهی (عکس از محمدحسین لباسچی)

روز رشد تشخیص داده شد. مرحله بذردهی نیز حدود بیست و چهارم تیرماه با دریافت حرارت 14.04 درجه روز رشد مشاهده شد (جدول ۳). منطقه رویشگاهی کیسه‌جین از استان قزوین نیز با وسعت تقریبی ۵ هکتار، ارتفاع 1450 متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌خشک، میانگین سی‌ساله بارندگی 323 میلی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ای، بافت خاک سیلتی لومی و اسیدیته $7/1$ ، به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های گونه *Th. daenensis* محسوب می‌شود (جدول ۲). در این منطقه، تیپ غالب گیاهی شامل *Astragalus*، *Thymus* و *Lactuca persica* بود. نحوه انتشار گونه *Th. pubescens* به‌صورت کپه‌ای و شیب غالب منطقه حدود 10 تا 12 درصد و در جهت جنوبی بود. در رویشگاه کیسه‌جین، به‌طور متوسط در هر مترمربع $0/69$ بوته *Th. daenensis* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، 27 سانتی‌متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش، 122 سانتی‌متر بود. گل‌دهی گونه مذکور در منطقه آبگرم حدود بیست و پنجم اردیبهشت‌ماه با دریافت حرارتی معادل 629 درجه روز رشد مشاهده شد. مرحله بذردهی نیز یکم تیرماه با دریافت حرارت 1465 درجه روز رشد قابل تشخیص بود (جدول ۳).

***Th. carmanicus* Jalas.**

گردنه خوانسار در استان اصفهان با وسعت تقریبی 400 هکتار، ارتفاع $3150-3200$ متر از سطح دریا، تیپ آب‌وهوایی نیمه‌خشک سرد، میانگین سی‌ساله بارندگی سالانه $303/6$ میلی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ای ریز، بافت خاک لومی و اسیدیته $6/7$ ، به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های گونه *Th. carmanicus* مطرح است (جدول ۲). در این منطقه، گون (*Astragalus*)، گراس‌ها و گونه‌های گیاهی متعددی به‌صورت گونه‌های همراه حضور داشته و به‌همراه آویشن کرمانی (*Th. carmanicus*)



شکل ۷- رویشگاه‌های آویشن در استان‌های مورد بررسی در کشور



شکل ۹- رویشگاه‌های آویشن (*Thymus*) در مناطق اسکندری و خوانسار در استان اصفهان



شکل ۸- رویشگاه‌های آویشن (*Thymus*) در مناطق حاجی‌بیگ و قوشچی در استان آذربایجان غربی



شکل ۱۱- رویشگاه آویشن (*Thymus*) در منطقه اسدلی در استان خراسان شمالی



شکل ۱۰- رویشگاه آویشن (*Thymus*) در منطقه دهدر طالقان در استان البرز

بود ولی محیط تاج پوشش در دهدر طالقان و قسطنینار الموت به طور معنی داری بیشتر از رویشگاه قوشچی مشاهده شد. از نظر زمانی نیز تاریخ بذردهی آویشن در دهدر طالقان نسبت به دو منطقه دیگر حداقل ۲۴ روز اختلاف داشت. این در حالی است که میزان تجمع حرارتی تا مرحله بذردهی برای هر سه منطقه تقریباً از روند مشابهی پیروی کرد.

در گونه *Th. daenensis* نیز میزان تراکم در منطقه اسکندری اصفهان بیش از ۳/۵ برابر منطقه کیسه جین استان قزوین بود. در حالی که ارتفاع و محیط تاج پوشش در منطقه کیسه جین به طور معنی داری بیش از منطقه اسکندری تعیین شد. بذردهی در منطقه کیسه جین ۲۳ روز با منطقه اسکندری اختلاف داشت. این در حالی است که همانند سایر گونه‌ها، میزان تجمع حرارتی تا رسیدن به مرحله بذردهی در هر دو منطقه تقریباً یکسان بود.

میزان تراکم گونه *Th. pubescens* در منطقه حاجی بیگ آذربایجان غربی به طور معنی داری بیشتر از دهدر طالقان در استان البرز بود. در حالی که در منطقه دهدر طالقان، سطح تاج پوشش تا دو برابر و ارتفاع بوته نزدیک به سه برابر منطقه حاجی بیگ تعیین شد. حتی براساس تقویم زمانی نیز مرحله بذردهی بین این دو منطقه ۲۵ روز اختلاف داشت. این در حالی است که در هر دو منطقه، میزان تجمع حرارتی تا رسیدن به مرحله بذردهی وضعیت نسبتاً مشابهی را نشان داد.

دو گونه آویشن *Th. carmanicus* و *Th. transcaspicus* نیز که در دو منطقه مختلف رشد کرده بودند، به طور طبیعی از نظر تراکم و ارتفاع با یکدیگر اختلاف داشتند. همچنین گونه *Th. transcaspicus* به مدت ۲۴ روز زودتر به مرحله بذردهی رسید. میزان تجمع حرارتی در زمان رسیدن بذردهی در دو گونه نیز متفاوت بود که به دلیل اختلاف در سرشت دو گونه قابل تفسیر است.

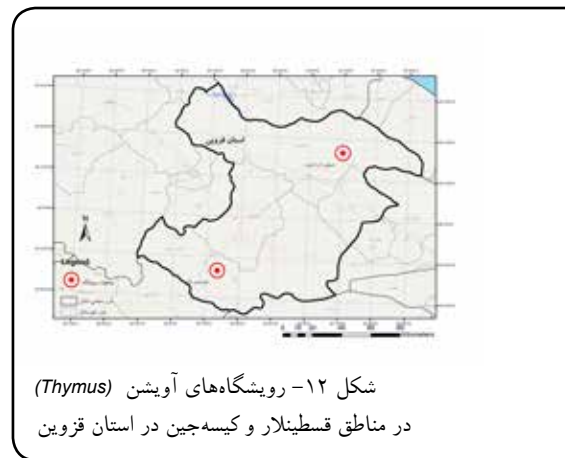
سبک و سنگریزه دار و گاهی سنگلاخی نیز مشاهده می‌شود. در این منطقه، تیپ غالب گیاهی شامل *Thymus* و *Agropyron* بود. نحوه انتشار گونه *Th. transcaspicus* به صورت یکنواخت و شیب غالب منطقه در جهت شمال غربی بود. در رویشگاه اسدلی، به طور متوسط در هر متر مربع ۴/۳ بوته *Th. transcaspicus* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۱۳ سانتی متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش، ۱۶۰ سانتی متر بود. گل‌دهی گونه ذکر شده در منطقه اسدلی حدود سیزدهم خردادماه با دریافت حرارتی معادل ۷۷۲ درجه روز رشد قابل تشخیص بود. مرحله بذردهی نیز حدود بیست و پنجم خردادماه با دریافت حرارت ۱۱۷۲ درجه روز رشد مشاهده شد (جدول ۳).

نتیجه گیری نهایی

همان گونه که ذکر شد، شرایط مختلف رویشگاهی بر تراکم، ارتفاع گیاه و تاج پوشش هر کدام از گونه‌های آویشن مؤثر بود. میزان تراکم گونه *Th. pubescens* در منطقه حاجی بیگ آذربایجان غربی به طور معنی داری بیشتر از دهدر طالقان در استان البرز بود. در حالی که در منطقه دهدر طالقان، سطح تاج پوشش تا دو برابر و ارتفاع بوته نزدیک به سه برابر منطقه حاجی بیگ تعیین شد. حتی براساس تقویم زمانی نیز مرحله بذردهی بین این دو منطقه ۲۵ روز اختلاف داشت. این در حالی است که در هر دو منطقه، میزان تجمع حرارتی تا رسیدن به مرحله بذردهی وضعیت نسبتاً مشابهی را نشان داد.

همین وضعیت در رابطه با گونه *Th. kotschyanus* نیز مشاهده شد. در منطقه قوشچی آذربایجان غربی، تراکم آویشن بیش از چهار برابر دهدر طالقان از استان البرز و بیش از دو برابر منطقه قسطنینار الموت از استان قزوین بود. اگرچه در هر سه منطقه ارتفاع گیاه تقریباً یکسان

عناصر اصلی جامعه را تشکیل می‌دادند. در این منطقه، تیپ غالب گیاهی شامل *Thymus* و *Astragalus* بود. نحوه انتشار گونه *Th. carmanicus* به صورت کپه‌ای (لکه‌ای) و شیب غالب منطقه حدود ۳۰ درصد و در جهت شمال و شمال شرقی بود. در رویشگاه گردنه خوانسار، به طور متوسط در هر متر مربع ۱/۸۶ بوته *Th. carmanicus* وجود داشت. متوسط ارتفاع اندام هوایی، ۷/۶۸ سانتی متر و میانگین محیط بوته در انتهای تاج پوشش، ۱۶۳/۲۳ سانتی متر بود. گل‌دهی گونه مذکور در گردنه خوانسار حدود بیست و چهارم خردادماه با دریافت حرارتی معادل ۸۴۸/۲ درجه روز رشد مشاهده شد. مرحله بذردهی نیز حدود هجدهم تیرماه با دریافت حرارتی معادل ۱۳۵۱/۴ درجه روز رشد قابل تشخیص بود (جدول ۳).



شکل ۱۲- رویشگاه‌های آویشن (*Thymus*) در مناطق قسطنینار و کیسه جین در استان قزوین

Th. transcaspicus Klokov.

منطقه اسدلی با وسعت تقریبی ۲۳۰۷ هکتار، ارتفاع ۲۰۱۲ متر از سطح دریا، تیپ آب و هوایی نیمه خشک سرد، میانگین سی ساله بارندگی ۳۳۸/۶ میلی متر، ساختمان خاک توده‌ای، بافت خاک لومی رسی و اسیدیته ۶/۹۷، به عنوان یکی از رویشگاه‌های گونه *Th. transcaspicus* به شمار می‌رود (جدول ۲). گونه ذکر شده در خاک‌های



اثر عوامل اقلیمی بر ویژگی‌های گیاه، توسط Usai و همکاران (۲۰۰۳)، Amiot و همکاران (۲۰۰۵) و Hudaib و Abjurjai (۲۰۰۷) و همچنین Trindade و همکاران (۲۰۰۸) بیان شده است. طبق گزارش Torras (۲۰۰۷)، ارتفاع از سطح دریا بر تعدادی از ویژگی‌های آویشن *Th. daenensis* مؤثر بود. Thompson و همکاران (۲۰۰۴) نیز به تأثیر ارتفاع از سطح دریا و ویژگی‌های خاک منطقه بر گونه‌های گیاهی اشاره کرده‌اند. در ارتباط با تأثیر خاک بر گیاه آویشن، Jevdjovic و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش‌های مشابهی بیان داشتند. منابع مذکور مبین تأثیر شرایط رویشگاه بر گونه‌های مستقر شده آویشن در یک منطقه است که در این تحقیق نیز به آن اشاره شده است.

اما هدف اصلی این مقاله اثبات تغییرات در آویشن و نسبت دادن آن به یک یا چند صفت اقلیمی و خاکی نیست بلکه هدف، ارائه ویژگی خاصی از گیاه است که در شرایط مختلف اکولوژیک از ثبات نسبی برخوردار بوده و قابلیت استفاده در مدل‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری را داشته باشد. در شرایط مختلف اقلیمی، حتی مراحل فنولوژیک رشد بر اساس تقویم زمانی نیز متغیر بوده و به‌عنوان یک صفت ثابت قابل استناد نیست. این در حالی است که شاخص تجمع حرارتی به‌عنوان شاخصی از سرشت طبیعی گیاه، در مراحل فنولوژیک رشد هر کدام از گونه‌های آویشن ثابت و شامل اعداد مشابهی بود و حتی تغییر در شرایط رویشگاهی نیز تأثیر قابل توجهی در اعداد به‌دست آمده نداشت. نکته قابل توجه آنکه، اکسشن‌های هر کدام از گونه‌های آویشن مربوط به رویشگاه‌های مختلف، شامل توده‌های بومی و غیراصلاح‌شده بودند. انتظار بر آن است که شاخص تجمع حرارتی در

هدف اصلی این مقاله اثبات تغییرات آویشن و نسبت دادن آن به یک یا چند صفت رویشگاهی نیست بلکه هدف، ارائه ویژگی خاصی از گیاه است که در شرایط مختلف اکولوژیک از ثبات نسبی برخوردار بوده و قابلیت استفاده در مدل‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری را داشته باشد.

توده‌های

یکنواخت، به‌مراتب از پایداری بیشتری برخوردار باشد. این ویژگی می‌تواند در مدل‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری نقش مهمی ایفا کرده و به‌عنوان یک ابزارمدیریتی در کشت و اهلی کردن گیاه آویشن مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از این ویژگی می‌توان زمان جمع‌آوری بذر و سایر اندام‌های موردنظر از رویشگاه و مزرعه را تعیین کرد و حتی در سیستم‌های زراعی تحت کنترل، با استفاده از حرارت روزانه و شبانه، زمان رسیدن به هر یک از مراحل فنولوژیک رشد را با دقت بالایی برآورد و پیش‌بینی کرد.

منابع

- جم‌زاد، ز.، ۱۳۷۳. آویشن. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۷ صفحه.
- جم‌زاد، ز.، ۱۳۸۸. آویشن‌ها و مرزهای ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۷۱ صفحه.
- شرفی عاشورآبادی، الف.، اکبری‌نیا، الف.، حبیبی، ر.، صفایی، ل.، گریوانی، گ. م. و لارتنی، م.، ۱۳۹۲. تأثیر کشت و اهلی کردن بر رشد و مواد مؤثره تعدادی از گونه‌های جنس آویشن (*Thymus*) در اقالیم مختلف کشور. گزارش نهایی فروست ۴۰۹۶۹. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۲۷۷ صفحه.
- فرج‌زاده، ح.، سلیقه، م. و علیجانی، ب.، ۱۳۹۵. کاربرد شاخص اقلیم حرارتی جهانی در ایران از منظر گردشگری. مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره هفتم، صفحه ۱۳۷-۱۱۷.
- لارتنی، م.، قاسم‌پور، ص.، شرفی عاشورآبادی، الف. و علیزاده، ب.، ۱۳۹۲. بررسی برخی از
- Amiot, J., Salmon, Y., Collin, C. and Thompson, J.D., 2005. Differential resistance to freezing and spatial distribution in a chemically polymorphic plant *Thymus vulgaris*. *Ecology Letters*, 8(4): 370 – 377.
- Blazejczyk, K., Broede, P., Fiala, D., Holmer, I., Jendritzky, G. and Kampmann, B. 2010. UTCI – new index for assessment of heat stress in man. *Journal of Polish Geographical Review*. 2010;82(1):49-71.
- Hudaib, M. and Aburjai, T., 2007. Volatile components of *Thymus vulgaris* L. from wild-growing and cultivated plants in Jordan. *Flavour and Fragrance Journal*, 22(4):322-327.
- Jevdjovic, R., Maletic, R. and Jevdjovic, J., 2001. Influence of soil type on yield and quality of some medicinal plants Congress of the Yugoslav Society of Soil Science, Vrnjacka Banja, Serbia and Montenegro, 22-26 Oct 2001.
- Morales, R., 2002. The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: Stahl Biskup, E., Saez, F. (Eds.), *Thyme: The Genus Thymus*. Taylor & Francis, London, pp:1-43.
- Stahl-Biskup, E. and Saez, F., 2002. *Thyme*. Taylor & Francis, London, 330 p.
- Thompson, J.D., Tarayre, M., Gauthier, P., Litrico, I. and Linhart Y.B., 2004. Multiple genetic contributions to plant performance in *Thymus vulgaris*. *Journal of Ecology*, 92 (1):45-56.
- Torras, J., Grau, M.D., Lopez, J.F., Xavier, F. and Heras, C.D., 2007. Analysis of essential oils from chemotypes of *Thymus vulgaris* in Catalonia. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 87:2327 –2333.
- Trindade H., Costa, M.M., Lima, B., Sofia, A., Pedro, L.G., Figueiredo, A.C. and Barroso, J.G., 2008. Genetic diversity and chemical polymorphism of *Thymus caespitius* from Pico, Sao Jorge and Terceira islands (Azores). *Biochemical Systematics and Ecology*, 36: 790–797.
- Usai, M., Atzei, A., Pintore, G., and Casanova, I., 2003. Composition and variability of the essential oil of Sardinian *Thymus herba-barona* Loisel. *Flavour and Fragrance Journal*, 18:21-25.