



<https://ui.ac.ir/en>

Journal of Taxonomy and Biosystematics
E-ISSN: 2322-2190
Document Type: Research Paper
Vol. 12, Issue 4, No.45, Winter 2021, P:2
Received: 29/08/2020 Accepted: 05/01/2021

Investigating Morphological Characteristics in Ecotypes of 3 *Alcea* Species (*Alcea Koelzii*, *A. Arbelensis*, and *A. Aucheri*) under Different Growing Conditions

Keramatollah Saeidi

*Corresponding author: Associate Professor of Medicinal and Aromatic Plants, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University Shahrekord, Iran
saeidi@sku.ac.ir

Seyedeh Zohreh Azadeh Ghahfaroghi

Master of Medicinal Plants, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
zohreazade2015@gmail.com

Zahra Lorigooini

Associate Professor of Pharmacognosy, Medical Plants Research Center, Basic Health Sciences Institute, Shahrekord University of Medical Sciences, Iran
zahralorigooini@gmail.com

Mahmoud Kiani

Assistant Professor, Faculty of Medicinal Plants, Specialized University of New Technologies, Amol, Iran
mahmoudkiani@hotmail.com

Shahrokhi, Asghar

Secretary of Education of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran
ashahrokhi91@gmail.com

Abstract

Different species of *Alcea* L. are widely distributed in different regions of Iran. In the present study, macromorphological factors such as leaf characteristics, flower, plant height, and leaf micromorphological factors such as stomata and hairs in the ecotypes of *Alcea koelzii*, *A. arbelensis*, and *A. aucheri* were compared under different habitat conditions. These characters were different among different ecotypes of each species and among species. All traits, including stomatal perimeter, stomatal area, guard cell length, large width of stomata on leaves, hair density on the surface below the leaves and stem height were significantly higher in *A. koelzii* than the other two species. The stomata were anisocytic type. The results showed that under the leaves, the stomata density was higher than the upper surface of the leaf, and there was an inverse relationship between the stomatal density and stomatal size. There was also a positive and significant correlation between the characteristics of the stomatal structure with the stomatal perimeter and the stomatal area. The study showed that the hair density in the lower surface of the leaf was higher than its upper surface. The hairs were mostly stellar and multi-branched. The changes in macro and micromorphological characters of ecotype, such as changes in size and density of stomata and hairs, indicated high adaptation to different habitat conditions, and this is particularly important in propagation, breeding, and genetic conservation programs. The morphological diversity of *Alcea* L. showed that it was compatible with different environmental conditions and therefore can be easily expanded to produce medicinal products.

Key words: Iran, *Alcea*, Morphology, Stomata, Hairs.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال دوازدهم، شماره چهل و پنجم، زمستان ۱۳۹۹، صفحه ۲۳-۴۸

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۰۸

بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی اکوتیپ‌های سه گونه ختمی (*Alcea koelzii* و *A. arbelensis*، *A. aucheri*) تحت شرایط رویشی متفاوت

کرامت الله سعیدی*، دانشیار گیاهان دارویی و معطر، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران (مسول مکاتبات)

saeidi@sku.ac.ir

سیده زهره آزاده قهفرخی، کارشناس ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
zohrezade2015@gmail.com

زهرا لری گوئینی، دانشیار فارماکوجنوزی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده علوم پایه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد،

ایران

zahralorigooini@gmail.com

محمود کیانی، استادیار، دانشکده گیاهان دارویی، دانشگاه تخصصی فناوریهای نوین، آمل، ایران

mahmoudkiani@hotmail.com

اصغر شاهروخی، دبیر آموزش و پرورش استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران

ashahrokhi91@gmail.com

چکیده

گونه‌های مختلف جنس *Alcea* L. پراکنش وسیعی در مناطق مختلف ایران دارند. در این پژوهش صفت‌های ماکرومورفولوژی مثل ویژگی‌های برگ، گل و ارتفاع گیاه و صفت‌های میکرومورفولوژی برگ از قبیل روزنه و کرک در اکوتیپ‌های سه گونه ختمی *A. aucheri* (Boiss.) Alef.، *A. arbelensis* Boiss. and HAUSSKN. و *Alcea koelzii* Ridl. در شرایط رویشگاهی متفاوت، با هم مقایسه شد. این صفت‌ها بین اکوتیپ‌های مختلف هر گونه و بین گونه‌ها متفاوت بود. تمامی صفت‌ها از جمله محیط، مساحت، طول سلول محافظ روزنه، عرض بزرگ روزنه روی برگ، تراکم کرک در سطح پستی برگ و ارتفاع ساقه در گونه *A. koelzii* به شکل چشمگیری نسبت به دو گونه دیگر بیشتر بود. براساس مشاهدات، روزنه‌ها از نوع آنیزوسیتیک و در سطح زیر برگ تراکم روزنه بیشتر از روی آن بود. بین تراکم روزنه‌ای و اندازه روزنه ارتباط معکوسی مشاهده شد؛ همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ویژگی‌های ساختار روزنه‌ای با محیط و مساحت روزنه وجود داشت. بررسی‌ها نشان داد کرک‌ها اغلب از نوع ستاره‌ای و فرچه‌ای و تراکم کرک در سطح زیر برگ بیشتر از سطح روی برگ بود. تغییر در صفت‌های ماکرومورفولوژی و میکرومورفولوژی بین اکوتیپ‌های هر گونه، سازگاری زیاد به شرایط رویشگاهی متفاوت را نشان می‌دهد و این ویژگی اهمیت به‌سزایی در برنامه‌های ترویجی، اصلاحی و حفاظت ژنتیکی دارد؛ علاوه بر این از ویژگی سازگاری گیاه ختمی برای توسعه کشت در رویشگاههای متفاوت به‌منظور تولید داروهای گیاهی بهره برده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ایران، ختمی، ریخت‌شناسی، روزنه، کرک.

مقدمه

جنس *Alcea* L. از تیره پنیرکیان (Malvaceae) و دارای ۷۰ گونه است. تاکنون ۳۶ گونه از این جنس در ایران شناسایی و ۱۶ گونه، اندمیک معرفی شده است (Pakravan *et al.*, 2001; Richards *et al.*, 2005; Naghavi *et al.*, 2010). قسمت‌های مختلف این جنس مثل برگ، گل و حتی گیاه کامل برای درمان بیماری‌های مختلف از قبیل سوزش دهان، مخاط گلو همراه با سرفه خشک، گاستریک خفیف، سوختگی پوست، گزش حشرات، مشکلات دستگاه گوارش و ادراری، التهاب، زخم و آبه استفاده می‌شود (Al Sanafi, 2013). فاکتورهای آب و هوایی مانند ارتفاع از سطح دریا، تغییرات عرض و طول جغرافیایی، بارندگی، درجه حرارت، عوامل خاکی، تبخیر و تعرق (Ghare, 2009) و برهمکنش آنها با فاکتورهای ژنتیکی، در رشد و استقرار انواع مختلف گونه‌های گیاهی در زیستگاه‌های متفاوت تأثیر به‌سزایی دارد؛ همچنین این عوامل بر مورفولوژی گیاه از جمله ارتفاع، ویژگی‌های برگ و روزنه‌ای و کرک‌ها تأثیر می‌گذارد (Ricciard and Steduto, 1998). بررسی این ویژگی‌ها و گوناگونی‌های مورفولوژی در گیاهان رویش‌یافته در شرایط آب و هوایی متفاوت، روشی معمول و ارزان برای بررسی تنوع گونه‌ها است. شناسایی تنوع مورفولوژی نه تنها در مدیریت ژرم‌پلاسم‌های گیاهی مفید است (Naghavi *et al.*, 2010)، شناخت کلی درباره گونه‌های مدنظر نیز ایجاد می‌کند (Jamalo, 2001). صفات ریخت‌شناسی که در این پژوهش بررسی شده است، شامل ویژگی‌های برگ، ارتفاع گیاه، ویژگی‌های روزنه و کرک است. برخی تیره‌های گیاهی مهم از جمله پنیرکیان به‌سادگی

از روی این ویژگی‌ها مشخص می‌شوند (Metcalf and Chalk, 1950)؛ از این رو این صفات‌ها در رده‌بندی گیاهان (Miskin *et al.*, 1972)، بررسی روند تکاملی گیاهان و ارتباط آنها با هم و پی‌بردن به نقش آنها در سازش‌های فیزیولوژیکی و اکولوژیکی مهم است (Zarre, 2003; Ghahremaninejad, 2004)؛ بنابراین بررسی ویژگی‌های کرک، روزنه و برگ به‌علت رابطه تنگاتنگ با ویژگی‌های رویشگاه، در سطح جنس، گونه و واریته‌های دارای مبدأ اکولوژیکی متفاوت، تأمل‌برانگیز است (Luo and Zhou, 2001; Zarre, 2003; Ghahremaninejad, 2004; Lusk *et al.*, 2008). Aysmine و Uzunihisarcikli (2009) ریخت‌شناسی برگ و ساقه چهار گونه از جنس ختمی *Althaea* L. (*A. officinalis*, *A. hirsuta*، *A. cannabina* و *armeniaca*) رشدیافته در ترکیه را بررسی کردند. دستمالچی و همکاران (۲۰۱۱) نیز تنوع ژنتیکی ۴۷ نمونه گیاه دارویی ختمی (*Althaea* and *Alcea* spp) از ایران و چند کشور اروپایی و آسیایی را با استفاده از ۱۳ جفت آغازگر انتخابی AFLP ارزیابی کردند. Wang و Pyakurel (2014) مورفولوژی برگ و تنوع روزنه گیاه توس (*Betula papyrifera* Marsh) را در ۱۶ منطقه کانادا بررسی و تنوع مشاهده‌شده را ناشی از تفاوت‌های رویشگاهی اعلام کردند. عرب عامری و همکاران (۲۰۲۰) کرک ۲۶ گونه ختمی (*Alcea*) را با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی اندازه‌گیری کردند. بررسی کرک‌ها در گونه‌های مختلف، تنوع صفات ریزریخت‌شناسی را نشان داد برای طبقه‌بندی گونه‌ها کاربرد زیادی دارد. سه گونه ختمی *A. Aucheri*, *A. koeltzii* Ridl. و *A. arbelensis* Boiss. and Alef. (Boiss.)

تعداد لوب برگ براساس مشاهدات ثبت شد. برای اندازه‌گیری مشخصات روزنه (تراکم، محیط، مساحت، طول سلول نگهبان، طول دهانه روزنه، عرض بزرگ روزنه، قطر دهانه روزنه و تراکم کرک)، برگ‌ها چند دقیقه در آب جوش خیسانده شد؛ به این ترتیب اپیدرم از دو سطح هر برگ جدا و بین لام و لامل تثبیت شد؛ سپس با استفاده از میکروسکوپ نوری مدل BX43 ساخت کمپانی OLYMPUS ژاپن با بزرگنمایی $40\times$ (بررسی مشخصات روزنه‌ها) و بزرگنمایی $10\times$ (بررسی مشخصات کرک‌ها) عکس اپیدرم زیرین و زیرین برگ‌های ختمی تهیه شد. برای اندازه‌گیری مشخصات گفته‌شده از نرم‌افزار MOTIC IMAGES ADVANCED 3.2 SOFTWARE استفاده شد. مشخصات روزنه‌ای برحسب میکرون و تراکم روزنه و کرک برحسب میلی‌متر مربع گزارش شد (Chapolagh, Paridari et al., 2012). تمام داده‌های ریخت‌شناسی به‌دست آمده، در قالب طرحی به‌طور کامل تصادفی با کمک نرم‌افزار SAS آنالیز شد و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD به دست آمد. همبستگی بین صفات‌ها نیز با استفاده از آزمون پیرسون توسط نرم‌افزار SAS (Statistical Analysis System) اندازه‌گیری شد.

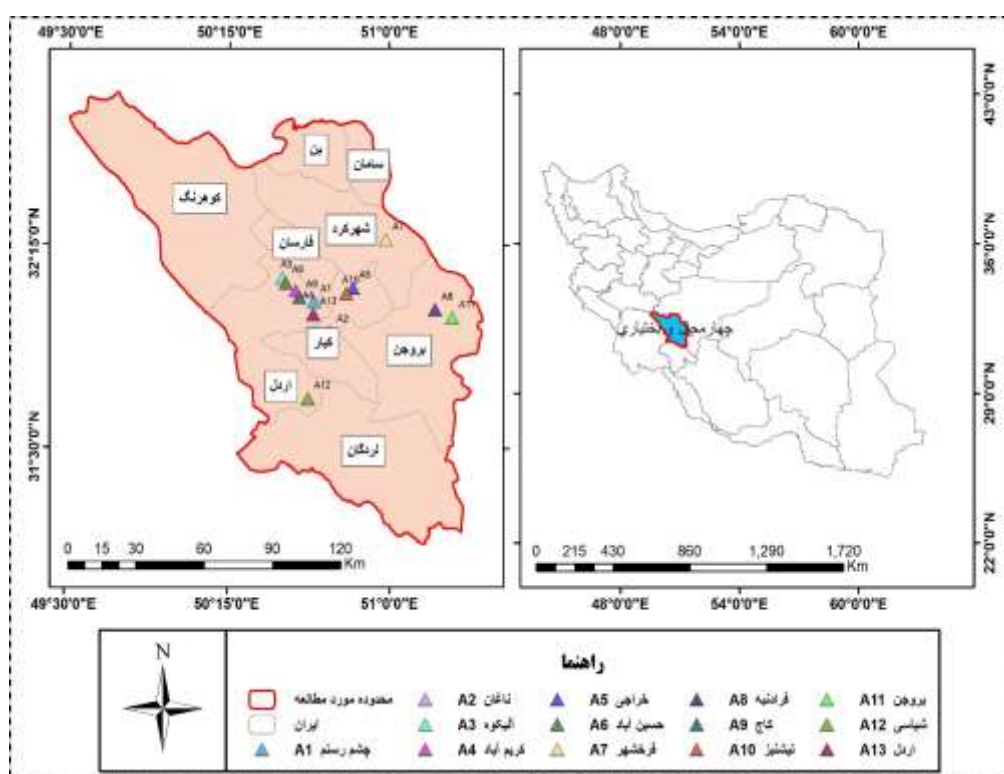
HAUSSKN. از جنس *Alcea* L. نسبت به سایر گونه‌های این جنس پراکندگی بیشتری در طبیعت استان چهارمحال و بختیاری دارند؛ از این رو در این پژوهش ویژگی‌های روزنه‌ای، کرک، برگ و ارتفاع ختمی بین اکوتیپ‌های مختلف هر گونه مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از مناطق مختلف و اندازه‌گیری

صفت‌های ریخت‌شناسی

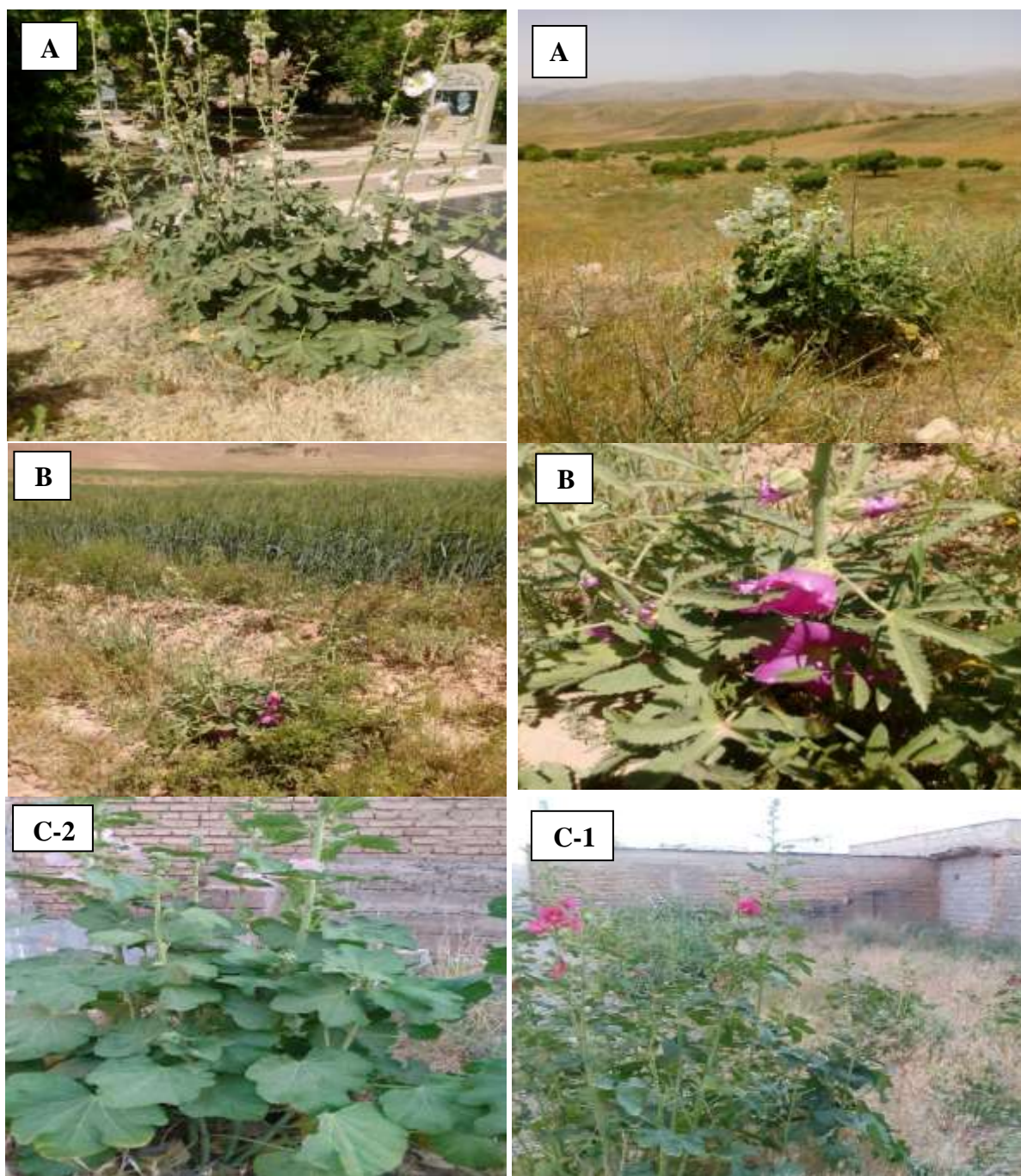
نمونه‌های گیاهی در فصل گلدهی (از اواخر خرداد تا اواسط تیرماه) در سه تکرار از مناطق مختلف استان چهارمحال و بختیاری، در بهار و تابستان ۱۳۹۵، جمع‌آوری و برای شناسایی به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان منتقل شد. گونه‌های مطالعه‌شده شامل *A. arbelensis* Boiss. and HAUSSKN. (دو اکوتیپ)، *Alcea koelzii* Ridl. (چهار اکوتیپ) و *A. aucheri* (Boiss) Alef. در دو واریته شامل *aucheri* (دو اکوتیپ) و *lobata* (پنج اکوتیپ) بود (جدول ۱، شکل ۱)؛ سپس ویژگی‌های ریخت‌شناسی گونه‌های ختمی (ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ، طول دم‌برگ و قطر گل) برحسب سانتی‌متر و به وسیله کولیس با دقت $0/01$ میلی‌متر و خط‌کش اندازه‌گیری و تعداد کل گل روی بوته و



جدول ۱- فهرست اکوتیپ‌های مطالعه‌شده سه گونه گیاه ختمی و مشخصات نقاط نمونه‌برداری

عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع (متر)	نام منطقه	کد هرباریومی*	کد	گونه
۳۲°۵۲'۰"	۵۰°۳۲'۴۹"	۱۸۵۴	چشمه‌رستم - اردل	۲۴۲۰	A1	<i>A. koelzii</i>
۳۱°۵۵'۵۵"	۵۰°۴۳'۳۳"	۱۹۹۵	ناغان - کیار	۲۴۱	A2	
۳۲°۷'۵۱"	۵۰°۳۰'۶"	۱۸۹۶	آلیکوه - اردل	۲۵۴۳	A3	
۳۲°۵۳'	۵۰°۳۳'۵۲"	۱۸۷۶	کریم‌آباد - اردل	۵۳۲	A4	
۳۲°۵۳'۷"	۵۰°۴۹'۴۹"	۲۰۱۴	خراجی - کیار	۱۸۳۳	A5	<i>A. arbelensis</i>
۳۲°۶'۴۰"	۵۰°۳۱'۱۳"	۱۸۶۴	حسین‌آباد - بروجن	۱۷۸۷	A6	
۳۲°۱۶'۱۳"	۵۰°۵۸'۵۱"	۲۱۱۲	فرخشهر - شهرکرد	۱۹۴۹	A7	<i>A. aucheri var. lobate</i>
۳۲°۰۵'۵۱"	۵۱°۱۲'۵۷"	۲۱۷۴	فراذنبه - بروجن	۲۵۰۳	A8	
۳۲°۳'۲۸"	۵۰°۳۴'۵۵"	۱۶۹۳	کاج - اردل	۱۶۰۱	A9	
۳۲°۴'۲۵"	۵۰°۴۷'۵۸"	۱۹۹۸	تیشنیز - کیار	۲۴۹۲	A10	
۳۱°۵۸'۴۷"	۵۱°۱۷'۴۰"	۲۲۴۱	بروجن - بروجن	۱۸۳۳	A11	<i>A. aucheri var. aucheri</i>
۳۱°۶۸'۶۴"	۵۰°۶۱'۷۳"	۲۰۱۷	شیاسی - اردل	۳۵۱۳	A12	
۳۱°۵۹'۴۰"	۵۰°۳۸'۵۳"	۱۸۰۴	اردل - اردل	۱۷۶۸	A13	

* کد هرباریومی ثبت شده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری



شکل ۲- تصویر گونه‌های ختمی بررسی شده در این پژوهش

A: *A. koelzii*, B: *A. arbelensis*, C-1: *A. aucheri* var. *lobata*, C-2: *A. aucheri* var. *aucheri*

مختلف گونه *A. koelzii* معنی‌دار است ($p \leq 0.05$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد اکوتیپ ۲ (از منطقه ناغان) با میانگین $680/08$ تعداد روزنه در واحد یک میلی‌متر مربع دارای بیشترین تراکم روزنه در سطح پشتی برگ است و کمترین تراکم روزنه در اکوتیپ ۱

نتایج

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی بین اکوتیپ‌های گونه *A. koelzii*

نتایج این پژوهش نشان داد (جدول ۲ و ۳) تغییرات تراکم روزنه در سطح پشتی برگ در اکوتیپ‌های

از منطقه چشمه‌رستم با میانگین $348/08$ تعداد روزنه در واحد یک میلی‌متر مربع شمارش شد. بررسی‌ها روی مساحت و محیط روزنه در سطح پستی برگ نشان داد این صفت‌ها در چهار اکوتیپ این گونه دارای اختلاف معنی‌داری است ($p \leq 0/05$). بزرگ‌ترین اندازه روزنه با مساحت $596/26$ میکرومتر مربع و محیط $91/85$ میکرون در اکوتیپ ۱ از منطقه چشمه‌رستم مشاهده شد؛ بعد از آن اکوتیپ ۳ (منطقه آلیکوه) نیز با محیط و مساحت $84/89$ میکرون و $518/90$ میکرومتر مربع به ترتیب، دارای روزنه‌های بزرگی بود؛ در حالی که اکوتیپ ۲ با محیط $75/46$ میکرون و مساحت $410/14$ میکرومتر مربع، کوچک‌ترین اندازه روزنه را داشت. برای بررسی ویژگی روزنه‌ها، علاوه بر محیط و مساحت، طول سلول محافظ روزنه، طول دهانه روزنه، عرض بزرگ روزنه و قطر دهانه روزنه برحسب میکرون، در سطح پستی برگ، اندازه‌گیری شد. تنها طول سلول محافظ روزنه در سطح پستی برگ بین اکوتیپ‌های این گونه در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود ($p \leq 0/05$). بلندترین طول سلول محافظ روزنه با $33/50$ میکرون در اکوتیپ ۱ (منطقه چشمه‌رستم) اندازه‌گیری و کوچک‌ترین طول سلول محافظ روزنه در اکوتیپ ۲ با $26/86$ میکرون در منطقه ناغان مشاهده شد؛ همچنین براساس شواهد بین تمام صفت‌های اندازه‌گیری شده روی برگ، در صفت‌هایی مانند مساحت روزنه ($p \leq 0/01$)، محیط روزنه ($p \leq 0/01$)، طول سلول محافظ روزنه ($p \leq 0/01$)، عرض بزرگ روزنه ($p \leq 0/05$) و قطر دهانه روزنه ($p \leq 0/05$)، در چهار اکوتیپ از گونه *A. koelzii* تفاوت چشمگیری بود. بزرگ‌ترین اندازه روزنه روی برگ در اکوتیپ ۱ (از منطقه چشمه‌رستم) با مساحت $522/58$ میکرومتر مربع و محیط $84/43$ میکرون و سپس در اکوتیپ ۴ از منطقه کریم‌آباد به ترتیب با مساحت و

محیط $501/97$ میکرومتر مربع و $83/91$ میکرون مشاهده شد؛ در حالی که کمترین محیط ($68/28$ میکرون) و مساحت روزنه ($330/71$ میکرومتر مربع) در اکوتیپ ۳ از منطقه آلیکوه اندازه‌گیری شد. طول سلول محافظ روزنه نیز در اکوتیپ ۱ با $30/81$ میکرون بزرگ‌تر از سایر اکوتیپ‌ها و در اکوتیپ ۳ با $25/08$ میکرون کوتاه‌ترین بود. بیشترین عرض بزرگ روزنه روی برگ در اکوتیپ ۱ با $21/76$ میکرون اندازه‌گیری شد و کمترین عرض بزرگ روزنه به اکوتیپ ۲ و ۳ (به ترتیب $17/66$ و $19/22$ میکرون) تعلق داشت که بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. قطر دهانه روزنه نیز در اکوتیپ ۴ از منطقه کریم‌آباد با $13/24$ میکرون و سپس در اکوتیپ ۱ با $11/11$ میکرون بیشتر از سایر اکوتیپ‌ها بود؛ در حالی که این صفت در اکوتیپ ۳ (آلیکوه) و ۲ (ناغان) (به ترتیب با $8/12$ و $8/39$ میکرون) کمتر به دست آمد. علاوه بر تراکم و ساختار روزنه‌ها در دو سطح زیر و روی برگ (نمونه روزنه در جنس *Alcea* در شکل ۳)، تراکم کرک در هر دو سطح در واحد یک میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد (نمونه کرک در جنس *Alcea* در شکل ۴) و طبق نتایج، تراکم کرک در سطح پستی برگ در چهار اکوتیپ بررسی شده به شکل معنی‌داری تفاوت داشت. بیشترین تراکم کرک در اکوتیپ ۳ با تعداد $48/86$ کرک در واحد سطح میلی‌متر مربع مشاهده شد و کمترین تراکم به اکوتیپ ۲ و ۴ تعلق داشت (در هر دو اکوتیپ تعداد $20/33$ کرک در واحد سطح میلی‌متر مربع دیده شد). در سایر صفات اندازه‌گیری شده، ارتفاع گیاه نیز بین چهار اکوتیپ این گونه دارای اختلاف معنی‌داری بود ($p \leq 0/05$) و بیشترین ارتفاع ساقه در اکوتیپ ۱ از منطقه چشمه‌رستم مشاهده شد (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفت‌های ریخت‌شناسی ختمی در اکوتیپ‌های گونه *A. koelzii*

میانگین مربعات										
متغیر	درجه آزادی	تراکم روزنه (میلی متر مربع)	مساحت روزنه سطح پستی برگ (میکرومتر مربع)	محیط روزنه سطح پستی برگ (میکرومتر مربع)	طول سلول روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	محافظة روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	طول دهانه روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	عرض بزرگ روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	قطر دهانه روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	تراکم روزنه سطح فوقانی برگ (میلی متر مربع)
اکوتیپ	۳	۷۴۳۷۷/۲۳۳*	۱۳۴۸۵/۹۱۳*	۱۳۷/۷۳۵*	۲۲/۵۰۳*	۵۸/۹۳۶ns	۲/۳۷۹ns	۵/۳۷۴ns	۳۰۶۰/۵۷۰ns	۲۳۱۹۲/۰۶۵**
خطا	۸	۱۴۹۲۷/۴۰۵	۲۲۵۱/۷۰۲	۲۵/۲۴۹	۳/۴۴	۱۹/۹۲۶	۲/۹۳۶	۱/۴۶۲	۱۳۲۸/۵۶۲	۶۷۳/۱۸۶
CV (%)	-	۲۷/۴۵۵	۹/۵۹۰	۶/۰۰	۶/۰۸	۲۲/۲۰۲	۷/۹۱۷	۹/۶۸۴	۱۱/۸۰۰	۵/۸۶۲

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

ادامه جدول ۲

میانگین مربعات									
متغیر	درجه آزادی	محیط روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	طول دهانه روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	عرض بزرگ روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	قطر دهانه روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	تراکم کرک سطح پستی برگ (میلی متر مربع)		
اکوتیپ	۳	۱۶۸/۵۸۰**	۲۱/۴۴۶**	۱۵/۴۳۷ ns	۹/۸۰۲*	۱۷/۶۷۵**	۵۵۰/۳۴۱**		
خطا	۸	۶/۲۹۴	۱/۹۳۱	۳/۹۵۶	۱/۴۰۴	۱/۶۵۴	۲۷/۲۲۰		
CV (%)	-	۳/۱۸۱	۴/۷۸۳	۱۰/۱۷۲	۵/۹۶	۱۲/۵۸	۱۷/۹۵۹		

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

ادامه جدول ۲

میانگین مربعات									
متغیر	درجه آزادی	تراکم کرک سطح فوقانی برگ (میلی متر مربع)	قطر گل (سانتی متر)	میانگین طول برگ وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	میانگین عرض برگ وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	میانگین طول دمبرگ و پایین ساقه (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد کل گل	
اکوتیپ	۳	۲۵/۰۰۸ ns	۱/۶۶۳ ns	۹/۰۱۹ ns	۱۶/۷۷۷ ns	۱۶/۸۰۵ ns	۲۸۹۵/۶۳۸*	۱۷/۶۳۸ ns	
خطا	۸	۱۱/۵۱۶	۰/۴۸۸	۴/۳۲۸	۴/۲۴۹	۱۶/۶۰۴	۶۹۱/۰۰۰	۶/۶۶۶	
CV (%)	-	۳۴/۶۰۸	۸/۴۱	۲۵/۲۸۰	۲۱/۱۵۱	۵۲/۵۷۸	۱۸/۱۸۱	۳۳/۳۱۵	

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفت‌های ریخت‌شناسی بین اکوتیپ‌های ختمی گونه *A. koelzii*

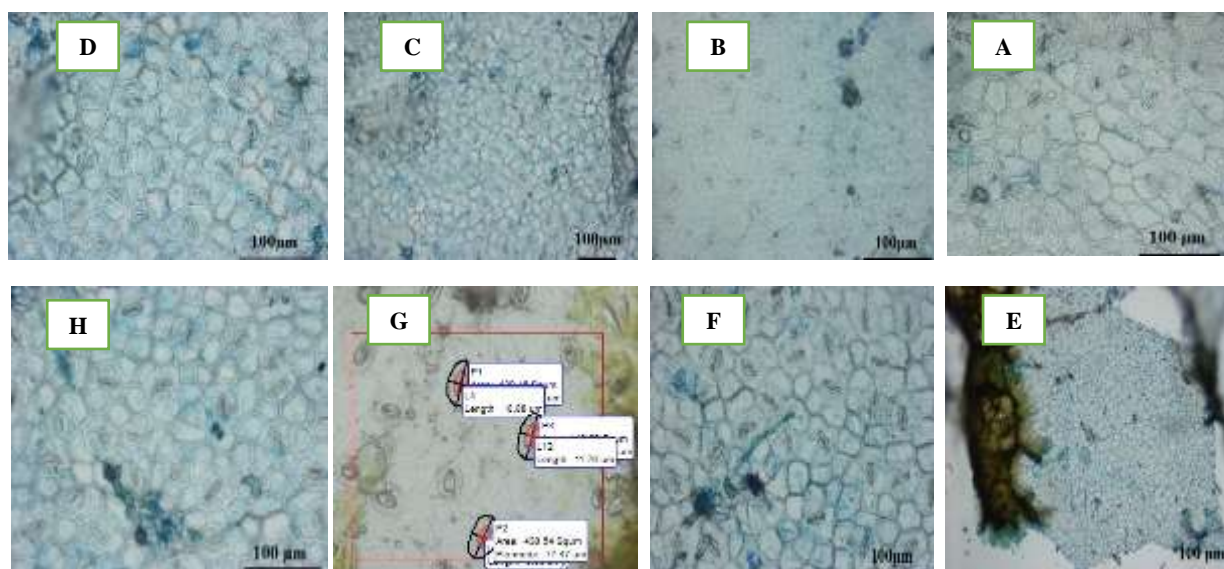
گونه	اکوتیپ	تراکم روزنه سطح پستی (میلی متر مربع)	مساحت روزنه سطح (میکرومتر مربع)	محیط روزنه سطح پستی (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه سطح (میکرون)	مساحت روزنه سطح پستی (میلی متر مربع)	تراکم کرک در سطح (میکرون)
<i>A. Koelzii</i>	۱	۳۴۸/۰۸b	۵۹۶/۲۶a	۹۱/۸۵a	۳۳/۵۰۳a	۵۲۲/۵۸a	۵۲۲/۵۸a
	۲	۶۸۰/۰۸a	۴۱۰/۱۴b	۷۵/۴۶b	۲۶/۸۶۰b	۴۱۵/۱۶b	۴۱۵/۱۶b
	۳	۳۶۶/۴۲b	۵۱۸/۹۰a	۸۴/۸۹ab	۳۰/۹۰۰a	۳۳۰/۷۱c	۳۳۰/۷۱c
	۴	۳۸۵/۴۵b	۴۸۰/۹۱ab	۸۲/۲۵b	۳۰/۷۷۳a	۵۰۱/۹۷a	۵۰۱/۹۷a

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.

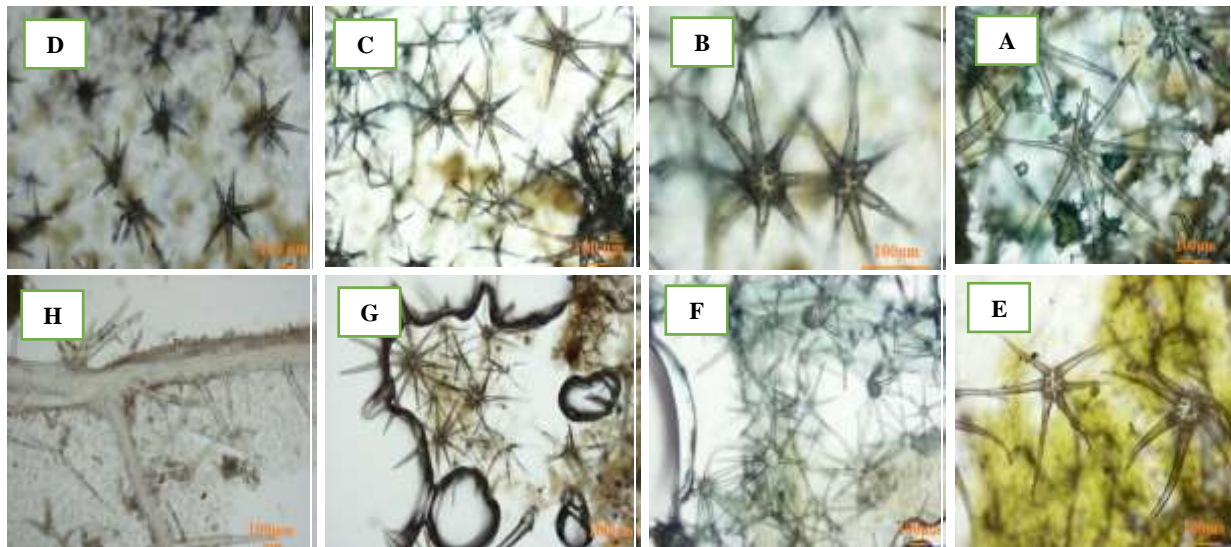
ادامه جدول ۳

گونه	اکوتیپ	محیط روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	عرض بزرگ روزنه در سطح فوقانی (میکرون)	قطر دهانه روزنه در سطح فوقانی (میکرون)	تراکم کرک در سطح پستی برگ (میلی متر مربع)	ارتفاع ساقه (سانتی متر)
<i>A. Koelzii</i>	۱	۸۴/۴۳۷a	۳۰/۸۱۷a	۲۱/۷۶a	۱۱/۱۱a	۲۶/۶۶b	۱۷۸/۶۷a
	۲	۷۸/۷۶۸b	۲۹/۹۶۷b	۱۷/۶۶c	۸/۳۹b	۲۰/۳۳b	۱۰۳/۳۳b
	۳	۶۸/۲۸۰c	۲۵/۰۸۳a	۱۹/۲۲bc	۸/۱۲b	۴۸/۸۶a	۱۵۰/۰۰ab
	۴	۸۳/۹۱۳a	۳۰/۳۷۳a	۲۰/۸۲ab	۱۳/۲۴a	۲۰/۳۳b	۱۴۶/۳۳ab

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.



شکل ۳- تصاویر روزنه از اپیدرم برگ برخی اکوتیپ‌های ختمی: بروجن، روی برگ، ۴۰×؛ B: آلیکوه، روی برگ، ۴×؛ C: شیاسی، زیر برگ، ۲۰×؛ D: شیاسی، زیر برگ، ۴۰×؛ E: شیاسی، روی برگ، ۱۰×؛ F: شیاسی، روی برگ، ۴۰×؛ G: امیرآباد، زیر برگ، ۴۰×؛ H: شیاسی، روی برگ، ۴۰×.



شکل ۴- تصاویر کرک سطح برگ برخی اکوتیپ‌های ختمی

A: کرک تجمعی - شعاعی، آلبکوه، روی برگ، $20\times$ ، B: کرک ستاره‌ای، حسین‌آباد، زیر برگ، $40\times$ ، C و D: کرک ستاره‌ای، حسین‌آباد، زیر برگ، $10\times$ ، E: کرک ستاره‌ای، امیرآباد، روی برگ، $20\times$ ، F: کرک ستاره‌ای و دسته‌ای، کریم‌آباد، زیر برگ، $10\times$ ، G: کرک ستاره‌ای، کریم‌آباد، روی برگ، $10\times$ و H: مخلوط کرک ساده و دسته‌ای، تیشنیز، روی برگ، $10\times$.

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی بین

اکوتیپ‌های گونه *A. arbelensis*

از بین تمام صفات اندازه‌گیری‌شده، مساحت روزنه ($p \leq 0/05$)، طول دهانه روزنه ($p \leq 0/05$) و قطر دهانه روزنه ($p \leq 0/05$) در سطح پستی برگ و مساحت روزنه ($p \leq 0/01$)، محیط روزنه ($p \leq 0/01$)، طول سلول محافظ روزنه ($p \leq 0/05$)، عرض بزرگ روزنه ($p \leq 0/05$) و تراکم کرک ($p \leq 0/01$) روی برگ دارای تغییرات شایان توجهی بین اکوتیپ‌های این گونه بود؛ همچنین میانگین طول ($p \leq 0/01$) و عرض ($p \leq 0/05$) برگ در وسط و پایین ساقه اندازه‌گیری شد و نتایج بیانگر تغییر شایان توجه این صفات در بین اکوتیپ‌ها بود (جدول ۴). تمامی صفات روزنه‌ای اندازه‌گیری‌شده در زیر برگ مانند مساحت روزنه ($478/05$ میکرومتر مربع)،

طول دهانه روزنه ($20/078$ میکرون) و قطر دهانه روزنه ($12/35$ میکرون) و روی برگ مانند مساحت روزنه ($477/44$ میکرومتر مربع)، محیط روزنه ($82/53$ میکرون)، طول سلول محافظ روزنه ($30/88$ میکرون) و عرض بزرگ روزنه ($20/62$ میکرون) در اکوتیپ ۱ (از منطقه خراجی) بیشتر از اکوتیپ ۲ (از منطقه حسین‌آباد) بود. تراکم کرک روی برگ ($27/36$) نیز در اکوتیپ ۱ (خراجی) به شکل معنی‌داری از اکوتیپ ۲ (حسین‌آباد) بیشتر بود؛ اما قطر گل ($8/50$ سانتی‌متر)، میانگین طول ($14/66$ سانتی‌متر) و میانگین عرض برگ ($15/83$ سانتی‌متر) در وسط و پایین ساقه در اکوتیپ ۲ از اکوتیپ ۱ بیشتر بود (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفت‌های ریخت‌شناسی ختمی در اکوتیپ‌های گونه *A. arbelensis*

میانگین مربعات

متغیر	درجه آزادی	تراکم روزنه سطح پستی برگ (میلی متر مربع)	مساحت روزنه سطح پستی برگ (میکرومتر مربع)	محیط روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه پستی برگ (میکرون)	طول دهانه روزنه پستی برگ (میکرون)	عرض بزرگ روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	قطر دهانه روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	تراکم روزنه سطح فوقانی برگ (میلی متر مربع)	مساحت روزنه سطح فوقانی برگ (میکرومتر مربع)
اکوتیپ	۱	۱۱۲۵۷۵/۶۴۳ns	۱۳۹۰۳/۷۹۴*	۸۴/۰۰ns	۱۳/۴۱۰ns	۲۱/۶۶۰*	۲/۱۷۲ns	۱۱/۰۱۶*	۲۶۸/۶۷۰ns	۳۷۶۳۹/۰۰۸**
خطا	۴	۲۵۸۹۲/۶۶۶	۷۵۳/۹۱۹	۱۴/۱۶۳	۲/۴۰۷	۲/۴۰۷	۲/۷۰۸	۰/۷۶۱	۶۰۹۳/۲۰۲	۱۰۵۷/۴۸۲
CV (%)	-	۲۸/۱۶۵	۶/۲۵۵	۴/۸۳۳	۸/۶۰۷	۸/۶۰۷	۸/۵۴۷	۷/۹۳۲	۲۰/۱۸۲	۸/۱۶۵

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

ادامه جدول ۴

میانگین مربعات

متغیر	درجه آزادی	فوقانی (میکرون)	محیط روزنه سطح فوقانی (میکرون)	روزنه در سطح فوقانی (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه در سطح فوقانی (میکرون)	طول دهانه روزنه در سطح فوقانی (میکرون)	عرض بزرگ روزنه در سطح فوقانی (میکرون)	قطر دهانه روزنه در سطح فوقانی برگ (میکرون)	تراکم کرک در سطح پستی برگ (میلی متر مربع)
اکوتیپ	۱	۳۰۳/۳۱۲**	۴۸/۹۰۶*	۴/۰۰۱ns	۴۱/۸۷۰*	۳/۸۸۸ns	۱۰۳/۴۱۸ns	۳۲/۴۱۷	
خطا	۴	۱۱/۳۳۵	۴/۶۲۷	۳/۹۵۶	۲/۷۲۳	۱/۳۹۵	۳۴/۱۷۸	۳۲/۴۱۷	
CV (%)	-	۴/۴۶۰	۷/۶۷۴	۱۰/۱۷۲	۹/۱۷۷	۱۲/۳۵	۳۴/۱۷۸	۳۲/۴۱۷	

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

ادامه جدول ۴

میانگین مربعات

متغیر	درجه آزادی	تراکم کرک سطح فوقانی برگ (میلی متر مربع)	قطر گل (سانتی متر)	میانگین طول برگ وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	میانگین عرض برگ وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	میانگین طول دمبرگ وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد گل گل
اکوتیپ	۱	۷۵۰/۶۲۵**	۱۰/۴۰۱**	۱۰۸/۳۷۵**	۶۶/۶۶۶*	۱/۰۴۱ns	۲۱۶۶/۰۰ns	۸/۱۶۶ns
خطا	۴	۱۵/۱۴۱	۰/۲۳۲	۳/۱۱۴	۶/۳۳	۴/۱۶۶	۶۴۰/۰۰	۷/۱۶۶
CV (%)	-	۲۴/۰۵۶	۶/۷۱۸	۱۶/۹۴۲	۲۰/۱۳۲	۲۰/۲۴۳	۱۴/۶۲۳	۵۱/۸۱

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفت‌های ریخت‌شناسی ختمی بین اکوتیپ‌های گونه *A. arbelensis*

طول سلول محافظ	مساحت روزنه در سطح	طول دهانه روزنه در سطح	قطر دهانه روزنه در سطح	مساحت روزنه سطح	محیط روزنه	روزنه در سطح فوقانی	روزنه در سطح فوقانی (میکرون)
۳۰/۸۸۷a	۴۸۷/۰۵a	۲۰/۰۸۷a	۱۲/۳۵۷a	۴۷۷/۴۴a	۸۲/۵۹۰a	سطح پستی	۳۰/۸۸۷a
۲۵/۱۷۷b	۳۹۰/۷۷b	۱۶/۲۸۷b	۹/۶۴۷b	۳۱۹/۰۳b	۶۸/۳۷۰b	سطح فوقانی	۲۵/۱۷۷b

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.

ادامه جدول ۵

گونه	اکوتیپ	تراکم کرک سطح	عرض بزرگ روزنه سطح	میانگین قطر گل	میانگین طول برگ وسط و	میانگین عرض برگ وسط و
<i>A. arbelensis</i>	۱	۲۷/۳۶a	۲۰/۶۲a	۵/۸۶b	پایین ساقه (سانتی‌متر)	پایین ساقه (سانتی‌متر)
	۲	۴/۹۹b	۱۵/۳۴b	۸/۵۰a	۱۴/۶۶۷a	۱۵/۸۳۳a

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی بین اکوتیپ‌های گونه *A. aucheri*

نتایج تجزیه واریانس بین صفات بررسی شده (جدول ۶) نشان داد در پشت برگ، مساحت روزنه ($p \leq 0.01$)، تراکم روزنه ($p \leq 0.01$)، طول دهانه روزنه ($p \leq 0.01$)، عرض بزرگ روزنه ($p \leq 0.05$) و قطر دهانه روزنه ($p \leq 0.05$) و روی برگ، تراکم روزنه ($p \leq 0.05$)، مساحت روزنه ($p \leq 0.01$)، محیط روزنه ($p \leq 0.05$)، طول سلول محافظ روزنه ($p \leq 0.05$)، عرض بزرگ روزنه ($p \leq 0.01$) و قطر دهانه روزنه ($p \leq 0.01$) بین اکوتیپ‌های مختلف این گونه دارای اختلاف معنی‌داری بود؛ علاوه بر این تراکم کرک در زیر ($p \leq 0.01$) و روی برگ ($p \leq 0.01$) نیز اختلاف معنی‌داری داشت.

بیشترین تراکم روزنه در اکوتیپ ۲ از منطقه فرادنبه با ۸۱۶/۶۹ تعداد روزنه در واحد سطح میلی‌متر مربع و

کمترین تراکم روزنه در اکوتیپ ۵ با ۱۷۴/۰۴ در واحد سطح میلی‌متر مربع از بروجن و اکوتیپ ۷ با ۲۶۰/۱۹ در واحد سطح میلی‌متر مربع از اردل مشاهده شد. در اکوتیپ ۱ از فرخ شهر اندازه روزنه‌ها نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بزرگ‌تر بود؛ به طوری که مساحت روزنه در سطح روی برگ با ۶۷۹/۷۲ میکرومتر مربع، طول دهانه روزنه با ۲۵/۷۵ میکرون، عرض بزرگ روزنه با ۲۴/۷۳ میکرون و قطر دهانه روزنه با ۱۴/۹۷۳ میکرون در اکوتیپ ۱ بیشتر از سایر اکوتیپ‌های این گونه بود و در اکوتیپ ۶ از منطقه شیاسی و اکوتیپ ۷ از منطقه اردل اندازه روزنه‌ها به ترتیب با مساحت ۳۸۵/۵۵ و ۳۵۹/۶۷ میکرومتر مربع کوچک‌تر از سایر اکوتیپ‌ها بود و همان‌طور که انتظار می‌رفت در این دو اکوتیپ طول دهانه روزنه (در اکوتیپ ۶ با ۱۷/۵۷۳ میکرون و در اکوتیپ ۷ با ۱۹ میکرون) و قطر دهانه روزنه (در اکوتیپ ۶ با ۸/۹۰ میکرون و در اکوتیپ ۷ با ۹/۶۵ میکرون)

کرک در اکوتیپ ۴ با ۳۵/۲۵ کرک در واحد سطح میلی‌متر مربع، از همه بیشتر و در اکوتیپ ۶ با تراکم ۲/۲۰ در واحد سطح میلی‌متر مربع از همه کمتر بود. روی برگ در دو اکوتیپ ۳ (منطقه کاج) و ۶ (منطقه شیاسی) هیچ کرکی مشاهده نشد؛ در حالی که در اکوتیپ ۴ با ۲۵ کرک در واحد سطح میلی‌متر مربع، بیشترین تعداد شمارش شد (جدول ۷).

بین سایر ویژگی‌های ریخت‌شناسی بررسی شده، لوب برگ ($p \leq 0/01$)، میانگین عرض برگ در وسط و پایین ساقه ($p \leq 0/05$) و ارتفاع گیاه ($p \leq 0/05$) نیز دارای تغییرات شایان توجهی بین اکوتیپ‌های این گونه بود (جدول ۶). در اکوتیپ ۱ برگ‌ها دارای نه لوب بودند؛ در حالی که در سایر اکوتیپ‌ها برگ‌ها در پایین ساقه به‌طور معمول هفت لوب داشتند. میانگین عرض برگ در اکوتیپ ۱ (فرخ‌شهر) با ۱۴/۵۸ سانتی‌متر از همه بیشتر و در اکوتیپ ۳ از منطقه کاج با ۵/۴۱ سانتی‌متر از همه کمتر بود. کمترین ارتفاع ساقه با ۸۶/۳۳ سانتی‌متر در اکوتیپ ۷ از منطقه اردل مشاهده و در اکوتیپ ۶ (شیاسی) با ۱۵۶/۶۷ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع ساقه اندازه‌گیری شد (جدول ۷).

میکرون) کمتر از سایر اکوتیپ‌ها بود. نتایج مقایسه میانگین بین صفات روی برگ نشان داد تراکم برگ در اکوتیپ ۳ از منطقه کاج با ۵۰۲/۳۶ روزنه در واحد سطح میلی‌متر مربع بیشتر و در اکوتیپ ۶ با ۲۴۸/۶۹ روزنه در واحد سطح میلی‌متر مربع کمتر از اکوتیپ‌های دیگر بود. در اکوتیپ ۴ از منطقه تیشیز بیشترین محیط (۸۱/۴۱ میکرون)، مساحت (۴۹۲/۵۲ میکرومتر مربع)، طول دهانه (۲۲/۵۹ میکرون)، عرض بزرگ روزنه (۲۲/۶۴ میکرون) و قطر دهانه روزنه (۱۸/۵۵ میکرون) اندازه‌گیری شد؛ در حالی که در اکوتیپ ۳ از کاج با ۲۴۳/۴۱ میکرومتر مربع و ۵۹/۵۷ میکرون و اکوتیپ ۲ از منطقه فرادنبه با ۲۸۰/۳۵ میکرومتر مربع و ۶۵/۹۴ میکرون کمترین مساحت و محیط روزنه مشاهده شد؛ علاوه بر این در اکوتیپ ۲ طول دهانه روزنه (۱۴/۱۶ میکرومتر)، عرض بزرگ روزنه (۱۳/۸۸ میکرون) و قطر دهانه روزنه (۱۸/۵۵ میکرون) کمتر از اکوتیپ‌های دیگر بود. طول سلول محافظ روزنه نیز روی برگ در اکوتیپ ۵ با ۲۹/۰۷۳ میکرون بیشتر و در اکوتیپ ۳ با ۲۲/۴۸ میکرون کمتر از سایر اکوتیپ‌ها بود. نتایج بررسی روی کرک‌ها نشان داد در زیر برگ تراکم

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات‌های ریخت‌شناسی ختمی در اکوتیپ‌های گونه *A. aucheri*

میانگین مربعات										
متغیر	درجه آزادی	تراکم روزنه سطح پستی برگ (میلی‌متر مربع)	مساحت روزنه سطح پستی برگ (میکرومتر مربع)	محیط روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	طول دهانه روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	عرض بزرگ روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	قطر دهانه روزنه سطح پستی برگ (میکرون)	تراکم روزنه سطح فوقانی برگ (میلی‌متر مربع)	مساحت روزنه سطح فوقانی برگ (میکرومتر مربع)
اکوتیپ	۶	۱۲۴۸۳۵/۸۳۰**	۳۴۵۱۲/۴۸۲**	۵۲۶/۹۵۷ ns	۲۶/۵۶۱ ns	۲۵/۲۴۲**	۳۹/۲۰۷*	۱۲/۷۷۲*	۳۲۵۰۲/۲۵۶*	۲۰۹۷۹/۶۰۵**
خطا	۱۴	۸۱۶۲/۶۴۰	۴۷۸۵/۲۳۴	۲۷۰/۷۶۸	۱۰/۳۸۹	۵/۳۰۹	۱۳/۳۴۵	۴/۱۸۲	۱۰۷۳۹/۰۱۷	۱۵۳۳/۴۳۴
CV (%)	-	۲۱/۸۹۹	۱۴/۲۶۰	۲۰/۵۶۱	۱۰/۲۶۲	۱۱/۳۱۴	۱۸/۹۶۲	۱۸/۲۳۴	۳۰/۰۵۱	۱۱/۲۱۴

** معنی‌داری در سطح یک درصد، * معنی‌داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی‌داری است.

ادامه جدول ۶

میانگین مربعات							
متغیر	درجه آزادی	محیط روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	طول سلول محافظ روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	طول دهانه روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	عرض بزرگ روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	قطر دهانه روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	تراکم کرک سطح پستی برگ (میلی متر مربع)
اکوتیپ	۶	۱۴۹/۱۳۰**	۱۳/۴۸۴*	۲۵/۴۸۳**	۲۹/۲۴۷**	۵۶/۵۱۸**	۳۱۶/۳۴۲**
خطا	۱۴	۱۷/۰۱۵	۳/۵۷	۲/۱۸۶	۱/۶۸۴	۰/۹۴۶	۳۰/۱۳۵
CV (%)	-	۵/۸۳۵	۷/۱۵۳	۸/۳۹۵	۷/۵۲۷	۱۰/۱۸۷	۳۶/۶۸۲

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

ادامه جدول ۶

میانگین مربعات									
متغیر	درجه آزادی	تراکم کرک سطح فوقانی برگ (میلی متر مربع)	قطر گل (سانتی متر)	برگ در وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	لوب برگ (سانتی متر)	میانگین عرض برگ در وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	میانگین طول دم برگ وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد گل کل
اکوتیپ	۶	۲۲۸/۸۸۰**	۱/۶۰۹ ns	۸/۰۲۶ ns	۱/۷۱۴**	۲۹/۵۸۳*	۹/۴۲۵ ns	۱۶۵۹/۱۱۱*	۱۷/۵۳۶ ns
خطا	۱۴	۱۷/۵۳۵	۳/۳۱۸	۵/۵۲۹	۰/۱۹۰	۸/۸۷۳	۱۰/۹۰۸	۴۹۸/۷۱۴	۷
CV (%)	-	۶۲/۱۶۹	۲۴/۲۹۰	۲۸/۳۳۹	۵/۹۱۳	۲۸/۶۶۹	۳۵/۷۸۹	۱۸/۸۷۲	۴۰/۵۵۵

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفت‌های ریخت‌شناسی ختمی در اکوتیپ‌های مختلف ختمی *A. aucheri*

اکوتیپ	گونه	تراکم روزنه سطح پستی برگ (میلی متر مربع)	مساحت روزنه سطح پستی برگ (میکرومتر مربع)	طول دهانه روزنه در سطح پستی (میکرون)	عرض بزرگ روزنه در سطح پستی (میکرون)	قطر دهانه روزنه در سطح پستی (میکرون)	تراکم روزنه در سطح فوقانی برگ (میکرومتر مربع)	مساحت روزنه سطح فوقانی برگ (میکرومتر مربع)	محیط روزنه سطح فوقانی
۱		۴۴۰/۵۷b	۶۷۹/۷۲a	۲۵/۷۵۰a	۲۴/۷۳۰a	۱۴/۹۷۳a	۲۷۶/۸۸b	۴۰۵/۳۶b	۷۴/۳۰۳ab
۲		۸۱۶/۶۹a	۴۶۳/۸۵bc	۱۸/۲۴۰bc	۲۰/۸۱۳ab	۱۰/۹۸۳bc	۲۷۷/۳۳b	۲۸۰/۳۵d	۶۵/۹۴ved
۳	<i>A. aucheri</i> var. <i>lobata</i>	۴۱۱/۵۵bc	۴۵۰/۷۳bc	۱۸/۵۰bc	۲۰/۱۸۷abc	۱۱/۴۰abc	۵۰۲/۶۳a	۲۴۳/۴۱d	۵۹/۵۷۰d
۴		۴۴۰/۶۶b	۵۱۸/۲۴b	۲۱/۸۱۷ab	۲۱/۴۴۰ab	۱۲/۶۲۷ab	۳۴۴/۹۵ab	۴۹۲/۵۶a	۸۱/۴۱۰a
۵		۱۷۴/۰۴d	۵۳۷/۷۶b	۲۱/۶۸۰b	۱۳/۸۲۷c	۹/۹۶۳bc	۲۸۴/۲۹b	۳۵۰/۵۵bc	۷۴/۵۲۷ab
۶		۳۴۴/۲۲bc	۳۸۵/۵۵c	۱۷/۵۷۳c	۱۷/۱۴۳bc	۸/۹۰۳c	۲۴۸/۶۹b	۳۰۴/۶۲cd	۶۷/۷۰۷bc
۷	<i>A. aucheri</i> var. <i>aucheri</i>	۲۶۰/۱۹cd	۳۵۹/۶۷c	۱۹/۰۰bc	۱۶/۷۱۷bc	۹/۶۵۷bc	۴۷۹/۰۸a	۳۶۷/۴۲bc	۷۱/۳۵۰bc

* حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.

ادامه جدول ۷

اکوتیپ	گونه	طول سلول محافظ روزنه سطح فوقانی (میکرون)	طول دهانه روزنه سطح فوقانی (میکرون)	عرض بزرگ روزنه سطح فوقانی (میکرون)	قطر دهانه روزنه سطح فوقانی برگ (میکرون)	تراکم کرک در سطح پشتی برگ (میلی متر مربع)	تراکم کرک سطح فوقانی برگ (میلی متر مربع)
۱		۲۷/۶۰ ab	۱۹/۴۶ b	۱۹/۲۰ b	۹/۸۴ b	۸/۸۶ bc	۴/۳۲ bc
۲		۲۵/۹۸۷ ab	۱۴/۱۶ e	۱۳/۸۸ e	۵/۵۵ d	۱۷/۵۱ b	۱۰/۰۲ b
۳	<i>A. aucheri</i> var. <i>lobata</i>	۲۲/۴۸۷ c	۱۴/۵۲ de	۱۴/۴۶ e	۷/۹۶ c	۱۱/۲۰ bc	۰ c
۴		۲۷/۹۳۰ ab	۲۲/۵۹ a	۲۲/۶۴ a	۱۸/۵۵ a	۳۵/۲۵ a	۲۵/۰۰ a
۵		۲۹/۰۷۳ a	۱۸/۳۲ bc	۱۶/۷۵ cd	۶/۷۶ cd	۱۴/۳۹ b	۳/۲۷ bc
۶	<i>A. aucheri</i> var. <i>aucheri</i>	۲۶/۴۱۷ ab	۱۶/۷۵ cd	۱۵/۱۴ de	۷/۴۸ c	۲/۲۰ c	۰ c
۷		۲۵/۶۴۳ bc	۱۷/۴۶ bc	۱۸/۵۹ bc	۱۰/۶۹ b	۱۵/۳۲ b	۴/۵۳ bc

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.

ادامه جدول ۷

اکوتیپ	گونه	لوب برگ	میانگین عرض برگ در وسط و پایین ساقه (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
۱		۹/۰۰ a	۱۴/۵۸ a	۱۱۷/۳۳ bc
۲		۷/۶۶ b	۱۲/۷۳ ab	۱۰۱/۳۳ bc
۳	<i>A. aucheri</i> var. <i>lobata</i>	۷/۰۰ b	۵/۴۱ c	۱۳۳/۳۳ ab
۴		۷/۰۰ b	۱۰/۲۵ bc	۱۰۴/۳۳ bc
۵		۷/۰۰ b	۸/۵۸ bc	۱۲۹/۰۰ ab
۶	<i>A. aucheri</i> var. <i>aucheri</i>	۷/۰۰ b	۱۲/۵۸ ab	۱۵۶/۶۷ a
۷		۷/۰۰ b	۸/۵۰ bc	۸۶/۳۳ c

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال « $p \leq 0.05$ » است.

مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی بین سه

گونه *A. koelzii*، *A. aucheri* و *A. arbelensis*

نتایج تجزیه واریانس بین داده‌ها (جدول ۸) نشان داد مساحت روزنه ($p \leq 0.05$)، محیط روزنه ($p \leq 0.05$)، طول سلول محافظ روزنه، عرض بزرگ روزنه ($p \leq 0.05$) در سطح روی برگ و تراکم کرک در زیر برگ ($p \leq 0.01$)، بین سه گونه *A. koelzii*، *A. aucheri* و *arbelensis* دارای اختلاف معنی‌داری بود؛ علاوه بر آن میانگین طول دم‌برگ در وسط و پایین

ساقه ($p \leq 0.05$) و ارتفاع گیاه ($p \leq 0.01$) نیز بین این سه گونه دارای اختلاف شایان توجهی بود؛ همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد تمامی صفات ذکر شده (محیط، مساحت، طول سلول محافظ روزنه، عرض بزرگ روزنه روی برگ و تراکم کرک در سطح پشتی برگ) در گونه *A. koelzii* به شکل چشمگیری نسبت به دو گونه دیگر بیشتر بود. بلندترین ارتفاع ساقه گیاه نیز در این گونه (*A. koelzii*) مشاهده شد (جدول ۹).

جدول ۸- تجزیه واریانس صفت‌های ریخت‌شناسی ختمی در سه گونه *A. aucheri* و *A. arbelensis*، *A. koelzii*

متغیر	درجه آزادی	تراکم روزنه	مساحت روزنه	محیط روزنه	طول سلول	طول دهانه	عرض بزرگ	قطر دهانه	تراکم روزنه	در سطح	فوقانی برگ	میکرومتر (مربع)	میکرون
گونه	۲	۵۸۸۳۳/۷۴۵ ^{ns}	۶۶۳۲/۱۵۰ ^{ns}	۶۸۴۸۸ ^{ns}	۳۰/۲۳۷۹ ^{ns}	۱۱/۲۸۸۸ ^{ns}	۲۲/۵۶۹۵ ^{ns}	۷۳/۲۲۷۸ ^{ns}	۱۲۶۱۴/۹۳ ^{ns}	۳۳۹۲/۵۵۴۴ ^o	۲۶۲/۶۸۵۳ ^o	۲۷/۰۶۷۴۸ ^o	۱۵/۲۴۴۵۶ ^{ns}
خطا	۳۶	۳۹۴۹۹/۷۰۰	۹۷۰۷/۱۹۷	۲۱۴/۱۲۰۸	۱۲/۲۰۲۸	۱۶/۴۸۵۵	۱۲/۹۳۶۷۰	۴/۹۱۸۶۴	۱۰۸۲۸/۰۹۶۴	۷۳۳۸/۲۳۱۷	۵۶/۶۰۴۲۱	۷/۷۲۸۷۳	۸۰/۸۲۵۸۹
CV (%)	-	۴۴/۴۶۵۳	۲۰/۴۸	۱۸/۱۱۰۶۲	۱۱/۴۲۳۸۴	۲۰/۳۵	۱۷/۹۸	۱۹/۱۶	۳۰/۵۸	۲۲/۲۲	۱۰/۱۷	۱۰/۱۱	۱۵/۵۸

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

ادامه جدول ۸

متغیر	درجه آزادی	عرض بزرگ	قطر دهانه	تراکم کرک	تراکم کرک	در سطح پشتی	برگ (میلی متر مربع)	در سطح پشتی	میکرومتر (مربع)	میکرون	میانگین عرض	میانگین عرض	میانگین طول	ارتفاع گیاه	تعداد گل
گونه	۲	۲۶/۵۲۰۵۶ ^o	۱/۸۵۱۹۸ ^{ns}	۷۸۷/۲۹۳۸ ^{oo}	۲۱۱/۸۲۸۷۹ ^{ns}	۳/۴۴۱۲۵۰ ^{ns}	۱۱/۶۸۵ ^{ns}	۲/۰۱۹۸۹۰۱ ^{ns}	۱۵/۵۳۳۱۳۹ ^{ns}	۱۳/۲۶۸۸۹۱ ^o	۷۷۹/۰۸۰۱۳ ^{oo}	۱۳/۹۹۳۱۳ ^{ns}	۱۳/۹۹۳۱۳ ^{ns}	۷۷۹/۰۸۰۱۳ ^{oo}	۱۳/۹۹۳۱۳ ^{ns}
خطا	۳۶	۸/۱۲۴۱۰۳	۱۱/۸۹۱۵	۱۲۲/۸۲۸۶	۷۲/۱۴۲۷۰۴	۲/۱۲۰۹۴۱	۸/۵۵۸۱۳	۰/۵۲۶۴۵	۱۳/۲۷۹۵۹	۱۱/۳۹۵۳۱۰	۹۹۶/۵۹۹۵	۹/۹۲۰۰۳۹	۹/۹۲۰۰۳۹	۹۹۶/۵۹۹۵	۱۱/۳۹۵۳۱۰
CV (%)	-	۱۵/۶۹۳	۳۵/۳۴	۵۶/۶۶۲۰۶	۹۳/۰۰	۱۸/۹۱۳۵	۳۴/۰۰	۹/۸۵۹	۳۴/۶۵	۳۷/۹۰۷	۲۳/۴۱۵۵۵	۴۶/۳۴	۴۶/۳۴	۲۳/۴۱۵۵۵	۳۷/۹۰۷

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

جدول ۹- مقایسه میانگین صفت‌های ریخت‌شناسی ختمی در ۳ گونه *A. aucheri*، *A. arbelensis*، *A. koelzii*

گونه	مساحت روزنه سطح	محیط روزنه سطح	طول سلول	عرض بزرگ	تراکم کرک	میانگین طول	ارتفاع گیاه
۱ <i>A. koelzii</i>	۴۴۲/۶۱±۲۳/۸۳a	۷۸/۸۴±۲/۰۵a	۲۹/۰۶±۰/۷۷a	۱۹/۸۶۸±۰/۵۵a	۲۹/۰۵±۳/۷۶a	۱۰/۰۸±۱/۱۷a	۱۷۳/۰۰±۱۰/۳۷a
۲ <i>A. arbelensis</i>	۳۹۸/۲۳±۳۷/۳۵ab	۷۵/۴۸±۳/۴۰ab	۲۸/۰۳±۱/۴۹a	۱۷/۹۸۲±۱/۳۲a	۱۶/۶۵±۲/۷۸b	۹/۲۲±۰/۷۶a	۱۴۴/۵۸±۱۲/۵۵ab
۳ <i>A. aucheri</i>	۳۴۹/۱۸±۱۸/۷۳b	۷۰/۶۸±۱/۶۴b	۲۶/۴۴±۰/۵۵a	۱۷/۲۳۹±۰/۶۸a	۱۴/۹۶±۲/۳۵b	۷/۷۵±۰/۷۰a	۱۱۸/۳۳±۶/۳۵b

*حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال «p≤۰/۰۵» است.

بررسی همبستگی بین ویژگی‌های

ریخت‌شناسی روزنه‌ای

بر پایه نتایج به دست آمده، در گونه *A. koelzii* در زیر برگ، اکوتیپ ۲ (از منطقه ناغان) دارای بیشترین تراکم روزنه (۶۸۰/۰۸) روزنه در واحد سطح میلی متر

مربع)، کوچکترین اندازه روزنه (مساحت و محیط روزنه) و کمترین طول سلول محافظ روزنه بود؛ در حالی که کمترین تراکم روزنه به اکوتیپ ۱ از منطقه چشمه رستم با $348/08$ روزنه در واحد سطح میلی متر مربع تعلق داشت که بزرگترین محیط و مساحت روزنه و طول سلول محافظ روزنه را بین اکوتیپها داشت. روی برگ، تراکم روزنه بین اکوتیپها معنی دار نشد؛ اما اکوتیپ ۱ (منطقه چشمه رستم) با بزرگترین اندازه مساحت و محیط روزنه، طول سلول محافظ روزنه، عرض بزرگ روزنه و قطر دهانه روزنه نسبت به سایر اکوتیپها شایان توجه بود و اکوتیپ ۳ (منطقه آلیکوه) با کمترین مساحت و محیط روزنه، دارای طول سلول محافظ روزنه، عرض بزرگ روزنه و قطر دهانه روزنه کوچکتری بود. در گونه *A. arbelensis* در هر دو سطح زیر و روی برگ بین تراکم روزنه دو اکوتیپ اختلاف معنی داری مشاهده نشد؛ اما بررسیها نشان داد اکوتیپ ۱ از منطقه خراجی در هر دو سطح برگ، دارای اندازه روزنه بیشتری بود که ساختارهای روزنه‌ای در آن، نسبت به اکوتیپ ۲ از منطقه حسین آباد بیشتر بود. در گونه *A. aucheri*، روی برگ، اکوتیپ ۳ از منطقه کاج نسبت به سایر اکوتیپها دارای تراکم بیشتر ($502/63$ در واحد سطح میلی متر مربع) بود؛ اما اندازه

روزنه‌ها کوچکتر از سایر اکوتیپها بود؛ به طوری که محیط روزنه، مساحت روزنه، طول سلول محافظ روزنه، طول دهانه روزنه، عرض بزرگ روزنه و قطر دهانه روزنه در آن کمتر بود. اکوتیپ ۴ از منطقه تیشیز هم با دارا بودن بیشترین محیط و مساحت روزنه، بیشترین طول دهانه روزنه، عرض بزرگ روزنه و قطر دهانه روزنه را داشت. در زیر برگ، اکوتیپ ۲ (منطقه فرادنبه) با $816/69$ روزنه در واحد سطح میلی متر مربع بیشترین تراکم روزنه را داشت که در آن ساختارهای روزنه‌ای نسبت به اکوتیپهای با روزنه درشت، کوچکتر بود. از بررسی ویژگیهای روزنه‌ای در اکوتیپهای مختلف هر گونه نتایج متفاوتی حاصل شد. روزنه‌ها از نوع آنیزوسیتیک بودند (شکل ۳). در این مطالعه، بزرگی روزنه با اندازه‌گیری محیط و مساحت آن بیان شد و بررسیها نشان داد همبستگی مثبت و معنی داری بین ساختار روزنه با این دو عامل (محیط و مساحت) در هر دو سطح زیر و روی برگ وجود دارد (جدول ۱۰ و ۱۱)؛ همچنین براساس نتایج، بین تراکم روزنه‌ای و اندازه روزنه ارتباط معکوسی مشاهده شد؛ یعنی در اکوتیپهایی که اندازه روزنه کوچکتر است، تراکم روزنه بیشتر است؛ اما این رابطه معنی دار نشد (جدول ۱۰ و ۱۱).

جدول ۱۰- همبستگی مشخصات روزنه و کرک در سطح روی برگ با روش پیرسون

تعداد کرک (میلی متر مربع)	عرض کوچک (میکرون)	عرض بزرگ (میکرون)	طول کوچک (میکرون)	طول بزرگ (میکرون)	محیط روزنه (میکرون)	مساحت روزنه (میکرومتر مربع)	تعداد روزنه (میلی متر مربع)
							۱
						۱	-۰/۱۳ ^{ns}
					۱	۰/۹۶ ^{**}	-۰/۱۹ ^{ns}
				۱	۰/۸۷ ^{**}	۰/۷۶ ^{**}	-۰/۱۸ ^{ns}
			۱	-۰/۱۱ ^{ns}	-۰/۲۱ ^{ns}	-۰/۲۵ ^{ns}	-۰/۰۶ ^{ns}
		۱	-۰/۲۷ ^{ns}	۰/۴۴ ^{**}	۰/۷۵ ^{**}	۰/۸۵ ^{**}	-۰/۰۹ ^{ns}
	۱	۰/۷۲ ^{**}	-۰/۲۴ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۵۵ ^{**}	۰/۶۶ ^{**}	۰/۰۰۸ ^{ns}
۱	۰/۵۹ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۳۱ [*]	۰/۵۰ ^{**}	۰/۵۶ ^{**}	-۰/۱۰ ^{ns}

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

جدول ۱۱- همبستگی مشخصات روزنه و کرک در سطح زیر برگ با روش پیرسون

تعداد کرک (میلی متر مربع)	عرض کوچک (میکرون)	عرض بزرگ (میکرون)	طول کوچک (میکرون)	طول بزرگ (میکرون)	محیط روزنه (میکرون)	مساحت روزنه (میکرومتر مربع)	تعداد روزنه (میلی متر مربع)
							۱
						۱	-۰/۱۵ ^{ns}
					۱	۰/۶۳ ^{**}	۰/۶۲ ^{ns}
				۱	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}
			۱	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۵۲ ^{**}	۰/۷۲ ^{**}	۰/۳۱ [*]
		۱	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۲۴ [*]	۰/۳۲ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}
	۱	۰/۳۱ [*]	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۳۲ [*]	۰/۵۲ ^{**}	۰/۱۸ ^{ns}
۱	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۲۱ [*]	۰/۰۶ ^{ns}

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی داری است.

بحث و نتیجه گیری

بررسی شده در گونه‌های مختلف گیاه ختمی، بین مناطق مطالعه شده، مشاهده شد که مؤید مؤثر بودن تفاوت شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های خاک در مناطق

براساس نتایج حاصل از این مطالعه، اختلاف معنی داری در برخی صفات‌های ریخت‌شناسی

ریخت‌شناسی متأثر از ژنتیک و محیط است (Schlichting and Levin, 1984; Tulig and Clark,) (2000; Yeater *et al.*, 2004). در این مطالعه، ویژگی‌های برگی (طول و عرض برگ در وسط و پایین ساقه، طول دم‌برگ و در برخی گونه‌ها لوب برگ) بررسی شد. طول برگ در اکوتیپ‌های گونه *A. koelzii* و *A. aucheri* تفاوت معنی‌داری نداشت. عرض برگ بین اکوتیپ‌های گونه‌های *A. arbelenis* و *A. aucheri* در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود و تغییرات طول دم‌برگ در اکوتیپ‌های هیچ‌کدام از گونه‌های بررسی‌شده، معنی‌دار نشد؛ همچنین طبق نتایج مقایسه این ویژگی‌های برگی بین سه گونه، تنها طول دم‌برگ دارای تفاوت چشمگیری بود. در ختمی، ویژگی‌های برگی از اهمیت زیادی برخوردارند؛ به طوری که در فلور ایران برای شناسایی گونه‌های مختلف جنس *Alcea L.* از ویژگی‌هایی مانند طول دم‌برگ، تعداد رگ‌برگ و عمق بریدگی‌ها استفاده شده است (Pakravan, 2008). برگ‌ها در جایگاه یکی از اندام‌های اصلی در گیاهان با قدرت تطابق‌پذیری زیاد و پراکنش وسیع، طی دو فرآیند پلاستیسیته و تغییر در مورفولوژی و آناتومی خود (Valladares *et al.*, 2007) به راحتی، در مقابل تغییرات شرایط محیطی از جمله نور و درجه حرارت (Lusk *et al.*, 2008)، تنش‌های خشکی (Arji and Arzani, 2003) و شوری (Asch *et al.*, 2000) و آلودگی هوا (Meerabai *et al.*, 2012) از خود واکنش نشان می‌دهند و تغییرات محیطی را تعدیل می‌کنند؛ به طوری که روی یک پایه گیاه، برگ‌های سایه‌ای به دلیل داشتن مساحت بیشتر، مزوفیل ضخیم‌تر و روزنه‌های متراکم‌تر به راحتی، از برگ‌های نوری متمایز می‌شوند (Murchi

مختلف روی ویژگی‌های گیاه است. آب و هوا یکی از مباحث مهم در اکولوژی گیاهی است که بر رشد و نمو و اجتماع گیاهی تأثیر می‌گذارد و موجب انتشار کلی آنها می‌شود. آب و هوا از نظر کمی باعث تسریع در رشد کردن یا نکردن گیاه می‌شود، میزان محصول را به اندازه شایان توجهی تغییر می‌دهد و به صورت کیفی نیز محیط را برای توسعه تعدادی از گیاهان مساعدتر می‌سازد و برای برخی محدودتر می‌کند. عامل به وجود آمدن این اختلاف‌ها، تغییر در ارتفاع از سطح دریا یا تغییرات عرض جغرافیایی است که با دگرگون کردن اقلیم ناحیه‌ای سبب ایجاد اختلاف دما، تبخیر و تعرق و تغییر کیفیت خاک در شیب‌های شمالی و جنوبی می‌شود که همین امر بر شروع و طول دوره رشد و تراکم گیاهان تأثیر مستقیم خواهد داشت (Ghare, 2009). مطالعه پژوهشگران متعدد روی گیاهان مختلف نیز نشان می‌دهد ویژگی‌های رشدی گیاهان از شرایط اقلیمی مناطق مختلف تأثیر می‌گیرد. ارقام وحشی رازیانه جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشورهای ایتالیا و پاکستان نیز اختلاف معنی‌دار در صفات‌های مورفولوژی اکوتیپ‌های بررسی‌شده را تأیید می‌کند (Piccaglia and marotti, 2001; Zahid *et al.*, 2008). در پژوهشی شیرین بیان رشد یافته در شرایط خاکی فقیر و مناسب، تفاوت معنی‌داری را با وجود شرایط مشابه آب و هوایی نشان دادند که این تفاوت‌ها ممکن است ناشی از اختلاف موجود در ویژگی‌های ادافیکی خاک محل رویش شیرین بیان باشد (Hosseini *et al.*, 2014)؛ همچنین وجود تفاوت معنی‌دار بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی جمعیت‌هایی با منشأ یکسان یا شباهت بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی جمعیت‌هایی با منشأ متفاوت بین گونه‌های بومادران نشان داد تنوع

روزنه در میلی‌متر مربع بود (Lisani *et al.*, 2008).
 جمعی از پژوهشگران در مطالعه‌های مشترکی روی
 ویژگی‌های روزنه‌ای نشان دادند پاسخ تراکم روزنه به
 عوامل مختلف محیطی مانند غلظت دی‌اکسید کربن،
 تنش گرمایی، شوری، خشکی، تغییرات بارندگی و
 تراکم گیاهی بستگی دارد (Galmes *et al.*, 2007; Yang
et al., 2007)؛ به طوری که کمبود آب (Yang
et al., 2001) و توسعه برگ در شدت نور زیاد،
 منجر به افزایش تراکم روزنه و دی‌اکسید کربن در
 غلظت‌های زیاد سبب کاهش تراکم روزنه می‌شود
 (Givnish, 1988)؛ همچنین تغییر در تراکم روزنه بر
 اندازه روزنه‌ای تأثیر می‌گذارد (Lusk *et al.*, 2008).
 اغلب رابطه معکوس بین تراکم روزنه و اندازه روزنه
 (طول سلول‌های محافظ) مشاهده شده است (Spence
et al., 1986). نتایج این پژوهش نیز نشان داد بین
 تراکم روزنه‌ای و اندازه روزنه ارتباط معکوسی وجود
 دارد؛ یعنی در اکوتیپ‌هایی که اندازه روزنه کوچک‌تر
 است، تراکم روزنه بیشتر است؛ اما این رابطه معنی‌دار
 نشد (جدول ۱۰ و ۱۱). این مسئله ممکن است به دلیل
 کمبود آب باشد که علاوه بر افزایش تراکم روزنه،
 سبب کاهش اندازه روزنه‌ها می‌شود (Spence *et al.*,
 1986). پژوهشگران تغییرات فوق را عامل افزایش
 سازگاری گیاه با خشکسالی بیان کردند (Fluckige *et al.*,
 2007; Martinez *et al.*, 1986). پژوهشگران
 گزارش کردند که با افزایش عرض جغرافیایی و کاهش
 طول جغرافیایی، اندازه روزنه به‌ویژه مساحت آن
 کاهش می‌یابد (Yosefzadeh *et al.*, 2010)؛ همچنین
 تغییر در طول و عرض روزنه ممکن است معلول از
 عوامل مختلف محیطی مانند غلظت دی‌اکسید کربن،
 تنش گرمایی، شوری، خشکی، تغییرات بارندگی و

(and Horton, 1997). وجود پلاستیسیته و
 انعطاف‌پذیری نسبت به ناهمگنی شرایط محیطی، نقش
 مهمی در تعیین محدوده پراکنش گونه‌های گیاهی ایفا
 می‌کند (Crick and grime, 1987; Bradshaw, 2013)؛ به طوری که گونه‌ها با قدرت پلاستیسیته زیاد
 همواره محدوده اکولوژیکی وسیعی را به خود
 اختصاص می‌دهند (Futuyma and Moreno, 1988; Van Tienderen, 1997).

در این مطالعه، از بررسی ویژگی‌های روزنه‌ای در
 اکوتیپ‌های مختلف هر گونه، نتایج متفاوتی حاصل
 شد؛ علاوه بر این نتایج نشان داد همبستگی مثبت و
 معنی‌داری بین ساختارهای روزنه‌ای با محیط و مساحت
 روزنه، در هر دو سطح زیر و روی برگ، وجود دارد
 (جدول ۱۰ و ۱۱). مطالعات گذشته نشان داده است که
 تفاوت‌های عمده‌ای بین گونه‌ها از نظر ابعاد روزنه‌ای،
 توزیع و ریخت‌شناسی آنها وجود دارد (Racz, 1973; Swanepoel and Villiers, 1987).
 ویژگی‌های روزنه‌ای علاوه بر عوامل ژنتیکی از شرایط اکولوژیکی
 مانند نور، رطوبت هوا، در دسترس بودن آب و غلظت
 دی‌اکسید کربن در اتمسفر و فرآیندهای فیزیولوژیکی
 تأثیر می‌گیرند (Duzenli and Ergenoglu, 1991; Woodward and Kelly, 1995).
 تراکم روزنه‌ای نیز ممکن است در برگ‌ها، گیاهان و اکوتیپ‌های مختلف
 یک گونه متفاوت باشد (Al Afas *et al.*, 2006)؛ برای
 مثال تعداد روزنه در واحد سطح برگ در دو گیاه از
 یک گونه، اگر یکی در گلخانه و دیگری در هوای
 آزاد بروید یا روی برگ‌های یک گیاه از یک گونه که
 در فصل‌های مختلف به وجود می‌آید، ممکن است
 به‌طور کامل متفاوت باشد. تعداد روزنه در سطح رو و
 زیر برگ نخودفرنگی به ترتیب معادل ۱۰۱ و ۲۱۶ عدد

خشکی، شوری، شدت نور زیاد و دمای زیاد است؛ علاوه بر این تراکم بیشتر روزنه‌ها در زیر برگ نسبت به روی برگ عامل مهم دیگری در سازگاری گیاه به تنش‌های ذکر شده (شدت نور زیاد، دمای زیاد و بادهای شدید) است و سبب کاهش تبخیر و تعرق از سطح برگ می‌شود. این ویژگی‌های روزنه‌ای در گیاه ختمی سبب افزایش سازگاری گیاه در شرایط رشدی متفاوت می‌شود.

مطالعه اخیر نشان داد مخلوطی از انواع کرک‌ها روی بخش‌های مختلف گیاه وجود دارد و کرک ستاره‌ای دارای بیشترین تراکم نسبت به سایر کرک‌ها است که این موضوع مطالعات عرب عامری و همکاران در سال ۲۰۲۰ را تأیید می‌کند. در مطالعات عرب عامری و همکاران (۲۰۲۰) کرک‌ها در جنس *Alcea* به دو دسته کلی غده‌ای و غیر غده‌ای تقسیم شد. کرک‌های غده‌ای شامل سرسان و گریزی و دارای پایه‌های کوتاه یا بلند یا بدون پایه بود. کرک‌های سرسان در بیشتر گونه‌ها به‌ویژه در سطح برگ آنها مشاهده شد؛ اما در گونه‌های *A. aucheri* (Boiss.)، *A. sulphurea* (Boiss. and Hohen.) Alef.، *Alef.*، *A. striata* و *A. rhyticarpa* Trautv. ex Boiss. یافت نشد و به جای آن کرک‌های گریزی وجود داشت. نتایج آنها نشان داد هر دو کرک غده‌ای سرسان و گریزی با هم روی یک گیاه یافت نمی‌شود. در بین گونه‌های بررسی شده، گونه *A. hircana* (Grossh.) Grossh. بیشترین تراکم کرک‌های غده‌ای سرسان را داشت؛ همین‌طور آنها علاوه بر کرک‌های غده‌ای، کرک‌های غیر غده‌ای شامل کرک‌های ساده و شاخه‌ای را گزارش کردند. در مطالعات آنها کرک‌های ساده تک‌سلولی و از نظر طول، شکل (مخروطی،

ویژگی‌های ژنتیکی گیاه باشد (Zhang and Marshall, 1995; Galmes et al., 2007). بررسی همبستگی بین ویژگی‌های روزنه راش شرقی و عوامل اقلیمی شامل دما و بارندگی و همچنین ارتفاع از سطح دریا نشان داد ارتباط معنی‌داری بین این دو عامل وجود دارد؛ به گونه‌ای که با افزایش بارندگی در مناطق مطالعه شده، مساحت روزنه بسته و باز، طول سلول محافظ روزنه، تراکم کل و تراکم روزنه بسته افزایش پیدا می‌کند؛ ولی تراکم روزنه باز کاهش می‌یابد؛ همین‌طور با افزایش دما، تراکم کل و تراکم روزنه باز و بسته افزایش پیدا می‌کند؛ ولی با افزایش ارتفاع از سطح دریا، تراکم کل و تراکم روزنه بسته کاهش می‌یابد (Saeedi et al., 2015). ویژگی‌های روزنه راش شرقی پنج جمعیت در مناطق غربی هیرکانی در استان گیلان به کمک صفت‌های تراکم روزنه و طول روزنه اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد بین جمعیت‌های مطالعه شده در رابطه با ویژگی‌های اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Bayramzadeh, 2011). تعداد روزنه‌ها و رفتار آنها در شرایط مختلف رشدی، روی میزان کارایی مصرف آب اثر بسیاری دارد (Moss et al., 1974)؛ بنابراین روزنه‌ها برای شناسایی ارقام مقاوم به خشکی معیار مناسبی هستند و بین تعداد روزنه و مقاومت آنها به خشکی همبستگی معنی‌داری وجود دارد (Dobrenz et al., 1969)؛ بنابراین تراکم و ویژگی ساختارهای روزنه در اکوتیپ‌های مختلف ختمی رشد یافته در شرایط رویشگاهی متفاوت از عوامل محیطی و ژنتیکی تأثیر می‌گیرد. تراکم روزنه زیاد و اندازه روزنه کوچک‌تر در اکوتیپ‌های مختلف گیاه ختمی، نشان‌دهنده مقاومت زیاد این گیاه نسبت به تنش‌های محیطی مانند

داده‌های عرب عامری و همکاران (۲۰۲۰) این نوع کرک اغلب در ساقه و به‌ویژه قسمت‌های فوقانی گیاه مانند برگ‌ها و سطح پشتی کاسه گل مشاهده شده است. نوعی دیگر از کرک‌ها شامل ستاره‌ای - دسته‌ای می‌شد که شکل آنها بین دو نوع کرک ستاره‌ای (بازوها روی اپیدرم) و شاخه‌ای (بازو ایستاده) بود. در مطالعات عرب عامری و همکاران (۲۰۲۰) این نوع کرک‌ها در ساقه برخی گونه‌ها مانند *A. arbelensis* Boiss. and Hausskn. *A. mazandarunica* و *A. sachsanica* Pakravan and Ghahreman و Iljin و اغلب مخلوط با کرک‌های ستاره‌ای گزارش شد. در مطالعه اخیر نیز این نوع کرک در گونه‌های *A. koelzii* و *arbelensis* به فراوانی مشاهده شد. کرک‌های مجتمع - شعاعی نیز روی اپیدرم برگ گیاهان بررسی شده یافت شد. این نوع کرک ترکیبی از کرک‌های ستاره‌ای و دسته‌ای با بازوهای شعاعی است که در دو یا چند سطح، در محیط گسترده شده‌اند (شکل ۴). براساس مطالعه عرب عامری و همکاران (۲۰۲۰) نیز این کرک‌ها در سرتاسر پیکره تعداد کمی از گونه‌های گیاهی مانند *A. aucheri* (Boiss.) Alef. و *A. angulata* Freyn and Sint. مشاهده شد (Arabameri et al., 2020).

در فلور ایران نیز کرک‌ها اغلب از نوع فرچه‌ای، ستاره‌ای و مویی گزارش شده است؛ به طوری که در گونه *A. aucheri*، کرک‌های فرچه‌ای پراکنده مخلوط با ستاره‌ای تنک، در گونه *A. koelzii* کرک‌های ستاره‌ای تنک و در گونه *A. arbelensis* کرک‌های ستاره‌ای مخلوط با مویی زیر، تنک، متراکم نمدی یا پوشیده از کرک‌های ساده خمیده گزارش شده است (Pakravan, 2008).

استوانه‌ای و سوزنی)، رأس، جهت و ضخامت با هم متفاوت بودند. دیواره کرک‌های ساده، ضخیم یا به‌ندرت نازک بود و دارای سطح صاف بودند. کرک‌های ساده بیشتر در گونه‌های *A. aucheri* Alef. (Boiss.) *A. angulata* Freyn and Sint. و *A. hohenackeri* (Boiss. and *popovii* Iljin Boiss. Huet) مشاهده شد؛ در حالی که روی کاسه گل این گونه‌ها یافت نشد. در بررسی‌های ما نیز گونه *A. aucheri* نسبت به دو گونه دیگر دارای کرک‌های ساده با تراکم بیشتری بود که از نظر شکل، ضخامت، رأس، جهت قرارگیری و حتی دیواره کرک‌ها بین اکوتیپ‌های گونه‌ها و حتی در سطح یک اپیدرم با هم متفاوت بودند؛ همچنین علاوه بر کرک‌های ساده، کرک‌های منشعب نیز به فراوانی روی اپیدرم مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر در تأیید مشاهدات عرب عامری و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد در این کرک‌ها تعداد شاخه‌ها بسیار متغیر است و مرکز کرک، یعنی جایی که بازوها از آنجا خارج و از هم دور می‌شوند، قطر متفاوتی دارد. کرک‌های منشعب به چهار دسته کرک‌های دسته‌ای، ستاره‌ای، دسته‌ای - ستاره‌ای و مجتمع - شعاعی تقسیم‌بندی شد. کرک‌های دسته‌ای دارای پایه بود، با دو یا تعداد بیشتری بازوی تک‌سلولی راست در سطح اپیدرم دیده می‌شد و دیواره‌های آنها ضخیم بود. این نوع کرک در حاشیه برگ‌ها، امتداد رگبرگ‌ها، کاسه گل و قسمت‌های پایین ساقه فراوان‌تر بود. کرک‌های ستاره‌ای یکی از کرک‌های مهم این جنس و کم‌وبیش دارای دو، سه، چهار یا چند بازوی صاف یا شعاعی بود. شکل بازوها همانند کرک‌های ساده و دسته‌ای متفاوت بود. این نوع کرک در سرتاسر گیاه به فراوانی مشاهده شد؛ در حالی که براساس

بزرگ روزنه دارای همبستگی مثبت و معنی داری است. براساس مشاهدات چنین استنباط می شود که تعداد کرک با اندازه روزنه رابطه مثبتی دارد و اگر اندازه روزنه بزرگ شود، گیاه برای جلوگیری از تعرق، تراکم کرک را افزایش می دهد؛ همین طور با افزایش اندازه روزنه ها در سطح برگ، تراکم روزنه کاهش می یابد و تراکم کرک برای حفاظت روزنه های بزرگ در برابر شدت نور زیاد و اشعه فرابنفش افزایش می یابد.

نتایج این پژوهش با تأیید نتایج پژوهش های گذشته نشان داد ویژگی های ریخت شناسی گیاهان در اکوسیستم ها از عوامل مختلفی نظیر نوع گونه گیاهی و شرایط رویشگاه تأثیر می گیرد (Ardakani, 2006; Karimi et al., 2019). سه گونه ختمی بررسی شده در (*A. aucheri* و *A. arbelensis Alcea koelzii*) در استان چهارمحال و بختیاری نسبت به سایر گونه ها در طبیعت پراکنندگی بیشتری دارند و اشکال زیستی این گیاهان و گوناگونی ریخت شناسی آنها نشانه سازگاری به رویشگاه های مختلف است (Baker, 1974; Richards et al., 2005; Sultan, 2007). این ویژگی اهمیت به سزایی در برنامه های ترویجی، اصلاحی و حفاظت ژنتیکی دارد (Pang and jiang, 1995)؛ بنابراین امکان بهره بردن از ویژگی گوناگونی ریخت شناسی و سازگاری ختمی به شرایط رویشگاهی مختلف برای توسعه کشت در رویشگاه های متفاوت به منظور تولید داروهای گیاهی وجود دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد تراکم کرک در سطح زیرین برگ بیشتر از سطح رویی آن است. شرایط محیطی در ویژگی های کرک پوش گیاه آثار چشمگیری دارد. چپلاق پریدری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که ابعاد و تراکم کرک در ارتباط مستقیم با شرایط اکولوژیک و متغیر است و یافته های این مطالعه درباره گونه لور، کرک های بسیار ریز و با تراکم زیاد در سطح دم برگ و پشت برگ، در گونه ممرز، کرک های بلند با تراکم پایین و حالت بینابینی درباره کچف (*Carpinus schuschaensis* H. J. P. Winkl.) را تأیید کرده است. کرک های مترکم با ابعاد کوتاه تر در صفت ریختی برگ، از لحاظ سازگاری گیاه به شرایط محیطی اهمیت دارد (Zhang and Marshall, 1995). افزایش اندازه و تعداد کرک ها در گیاهان تحت تنش خشکی، به ویژه در برگ ها، ممکن است برای جلوگیری از تعرق بیشتر باشد؛ همین طور کرک ها ممکن است بافت های زیری را در برابر پرتوهای فرابنفش حفاظت کنند (Karabourniotis et al., 1999)؛ بنابراین افزایش کرک ها در پاسخ گیاه به تنش برای تحمل بهتر این شرایط است (Save et al., 2000). نتایج پژوهش حاضر نشان داد در سطح روی برگ، تعداد کرک با مساحت، محیط، طول برگ، عرض برگ و عرض کوچک روزنه همبستگی مثبت و معنی داری دارد؛ اما با تعداد روزنه دارای رابطه معکوس است (جدول ۱۰). همان طور که در جدول ۱۱ مشاهده می شود، در سطح پشتی برگ، تعداد کرک با مساحت روزنه و عرض

منابع

- Al Afas, N., Marron, N., & Ceulemans, R. (2006). Clonal Variation in Stomatal Characteristics Related to Biomass Production of 12 Poplar (*Populus*) Clones in a Short Rotation Coppice Culture. *Journal of Environmental and Experimental Botany*, 58(1-3), 279-286.
- Al Snafi, A. E. (2013). The Pharmaceutical Importance of *Althaea Officinalis* and *Althaea Rosea*. A Review. *International Journal of Pharmacology and Technology Research*, 5(3), 1378-1385.
- Arabameri, M., Khodayari, H., & Zarre, S. (2020). Trichome Micromorphology in *Alcea* L. and Allied Genera (Malvaceae) and Its Systematic Implication. *Nordic Journal of Botany*, 38(6), 1-16.
- Ardakani, M. R. (2006). *Ecology*. 6th Edition. Tehran: Tehran University Press, 347 pp.
- Arji, I., & Arzani, K. (2003). Evaluation of the Growth Responses and Proline Accumulation of Three Iranian Native Olive Cultivars under Drought Stress. *Journal of Agriculture Science Natural Resources*, 10(2), 91-101.
- Asch, F., Dingkuhn, M., & Droffling, K. (2000). Salinity Increases CO₂ Assimilation but Reduces Growth in Field Growth Irrigated Rice. *Journal of Plant and Soil*, 218(1-2), 1.
- Ayşe Mine, G. Ö., & Uzunhisarcikli, M. E. (2009). Stem and Leaf Anatomy of *Althaea* L. (Malvaceae) Species Growing in Turkey. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 28(2), 133-148.
- Baker, H. G. (1974). The Evolution of Weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5(1), 1-24.
- Bayramzadeh, V. (2011). Stomatal Characteristics of *Fagus Orientalis* Lipsky in Geographically Separated Locations in the Caspian Forests of Northern Iran. *Research Journal of Environmental Sciences*, 11(5), 836-840.
- Bradshaw, A. D., Chadwick, M. J., Jowett, D., & Snaydon, R. W. (2013). Experimental Investigations into the Mineral Nutrition of Several Grass Species. IV Nitrogen Level. *The Journal of Ecology*, 665-676.
- Chapolagh Paridari, I., Jalali, S. G., Sonboli, A., & Zarafshar, M. (2012). Leaf, Stomata and Trichome Morphology of the Species in *Carpinus* Genus. *Taxonomy and Biosystematics Journal*, 10, 11-26
- Crick, J. C., & Grime, J. P. (1987). Morphological Plasticity and Mineral Nutrient Capture in Two Herbaceous Species of Contrasted Ecology. *Journal of New Phytologist*, 107(2), 403-414.
- Dastmalchi, T., Omid, M., Torabi, S., Defender Arefi, H., Atminan, A. R., Hassani, M. H., & Behzadirad, M. (2011). Evaluation of Genetic Diversity of Marshmallow (*Althaea* and *Alcea* Spp L.) Using AFLP Markers. *Journal of New Genetics*, 6(3), 79-87.
- Dobrenz, A. F., Wright, L. A., Humphrey, A. B., Massengale, M. A., & Kneenbone, W. R. (1969). Stomata Density and Its Relationship to Water- Use- Efficiency of Blue Panicgrass (*Panicum Antidotale* Retz.). *Journal of Crop Science*, 9(3), 345-357.
- Duzenli, S., & Ergenoglu, F. (1991). Studies on the Density of Stomata of Some *Vitis Vinifera* L. Varieties Grafted on Different Rootstocks Trained Up Various Trellis Systems. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 15, 308-317.
- Flückiger, W., Braun, S., Leonardi, S., Asche, N., & Flückiger-Keller, H. (1986). Factors Contributing to Forest Decline in Northwestern Switzerland. *Journal of Tree Physiology*, 1(2), 177-184.
- Futuyma, D. J., & Moreno, G. (1988). The Evolution of Ecological Specialization. *The Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 19(1), 207-233.

- Galmes, J., Flexas, J., Save, R., & Medrano, H. (2007). Water Relations and Stomata Characteristics of Mediterranean Plants with Different Growth Forms and Leaf Habits: Responses to Water Stress and Recovery. *Journal of Plant and Soil*, 290(1-2), 139-155.
- Ghahremaninejad, F. (2004). Value of Trichome Characteristics for the Separation of Bifurcating Hairy *Astragalus* L. (Fabaceae) at the Sectional Level. *Turkish Journal of Botany*, 28(1-2), 241-245.
- Ghare, S. H. (2009). *The Relationship Between Vegetation and Ecological Factors in Ardestan*. M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology.
- Givnish, T. J. (1988). Adaptation to Sun and Shade: A Whole-Plant Perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*, 15(2), 63-92.
- Hosseini, M. A., Suri, M. K., Farhadi, N., & Omidbeigi, R. (2014). Morphological Diversity and the Amount of Dry Root Extract in Different Ecotypes of Licorice (*Glycyrrhiza Glabra* L.) in Five Provinces of the Country. *Journal of Rangeland*, 1, 1-12.
- Jamalo, F. (2001). *Micromorphology (Pollen Grain and Leaf Anatomy) in Boragineae Family of Boraginaceae Family in Iran*. Master Thesis, Department of Biology, Faculty of Shahid Beheshti University, Iran.
- Karabourniotis, G., & Bornman, J. (1999). Penetration of UV-A, UV-B and Blue Light Through the Leaf Trichome Layers of Two Xeromorphic Plants, Olive and Oak, Measured by Optical Fiber Microprobes. *Journal of Plant Physiology*, 105(4), 655-661.
- Karimi, Z., Ghaviandam, A., & Borhani, A. (2019). Leaf Anatomical and Morphological Characteristics of Some Species of *Quercus*, *Fagus*, and *Castanea* (Fagaceae) from Some Habitats in Iran. *Taxonomy and Biosystematics Journal*, 11(38), 22-42.
- Lisani, H., Mojtahedi, M., Mayer, B., & Anderson, Y. (2008). *Basics of Physiology*. Tehran: University of Tehran Press, 726 pp.
- Luo, Y., & Zhou, Z. K. (2001). Cuticle of *Quercus Sugen*. *Cyclobalanopsis* (Oerst.) Chneid. (Fagaceae). *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 39(6), 489-501.
- Lusk, C., Rich, P. B., Montgomery, P. A., Ackerly, D. D., & Cavender- Bares, J. (2008). Growth Biomass Allocation and Crown Morphology of under Story Sugar Maple, Yellow Birch and Beech. *Journal of Ecoscience* 7, 335-345.
- Martinez, J. P., Silva, H., Ledent, J. F., & Pinto, M. (2007). The Effect of Drought Stress on the Osmotic Adjustment, Cell Wall Elasticity and Cell Volume of Six Cultivars of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 26(1), 30-38.
- Meerabai, G., Venkata- Ramana, C., & Rasheed, M. (2012). The Effect of Air Pollutants on Leaves of Pigeon Pea, A Pulse Crop of Fabaceae Growing in the Vicinity of a Silicon Industry. *Journal of World Rural Observation*, 4(2), 19-21.
- Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press.
- Miskin, K. E., Rasmusson, D. C., & Moss, A. C. (1972). Inheritance and physiological Effects of Stomata Frequence in Barley. *Journal of Crop Science*, 12(6), 780-783.
- Moss, D. N., Woolley, J. T., & Stone, J. F. (1975). Plant Modification for More Efficient Water Use: The Challenge. *Developments in Agricultural and Managed Forest Ecology*, (1), 311-320.
- Murchie, E. H., & Horton, P. (1997). Acclimation of Photosynthesis to Irradiance and Spectral Quality in British Plant Species: Chlorophyll Content, Photosynthetic Capacity and Habitat Preference. *Journal of Plant Cell Environment*, 20(4), 438-448.
- Naghavi, M. R., Gareyazi, B., & Hossaini Salkadeh, G. (2010). *Molucullar Markers*. Tehran: Publication of Tehran University, 2-4.

- Pakravan, M. (2001). *Biosystematic Study of the Genus Alcea (Malvaceae) in Iran*. PhD Thesis, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Pakravan, M. (2008). *Flora of Iran, No. 58: Malvaceae*. Tehran: National Research Institute of Forests and Rangelands, pp. 61-128.
- Pang, G. C., & Jiang, D. M. (1995). Population Genetic Diversity and Data Analysis. *Scientia Silvae Sinica*, 31(6), 543-550.
- Piccaglia, R., & Marotti, M. (2001). Characterization of Some Italian Types of Wild Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1), 239-244.
- Pyakurel, A., & Wang, J. R. (2014). Leaf Morphological and Stomatal Variations in Paper Birch Populations along Environmental Gradient in Canada. *American Journal of Plant Sciences*, 5(11), 1508-1520.
- Racz, J. (1973). *Microtaxonomic Studies on the Genus Vitis* Horticultural 44:4610.
- Ricciardi, L., & Steduto, P. (1988). Leaf Water Potential and Stomatal Resistance Variations in *Vicia Faba* L. *Fabis Newsletter*, 20, 21-24.
- Richards, C. L., Pennings, S. C., & Donovan, L. A. (2005). Habitat Range and Phenotypic Variation in Salt Marsh Plants. *Journal of Plant Ecology*, 176(2), 263-273.
- Saeedi, Z., Azadfar, D., & Saghebalebi, S. (2015). Leaf Stomata Characteristics Diversity of Oriental Beech in Hyrcanian Forests. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 22(1), 167-183.
- Save, R., Biel, C., & Herralde, F. (2000). Leaf Pubescence Water Relations and Chlorophyll Fluorescence in Two Subspecies of *Lotus Creticus* L. *Journal of Plant Biology*, 43(2), 239-244.
- Schlichting, C. D., & Levin, D. A. (1984). Phenotypic Plasticity of Annual Phlox: Test of Some Hypotheses. *American Journal of Botany*, 71(2), 252-260.
- Spence, R. D. W. U. H., Sharpe, P. J. H., & Clark, K. G. (1986). Water Stress Effects on Guard Cell Anatomy and the Mechanical Advantage of the Epidermal Cells. *Journal of Plant Cell and Environment*, 9(3), 197-202.
- Sultan, S. E. (2001). Phenotypic Plasticity for Fitness Components in *Polygonum* Species of Contrasting Ecological Breadth. *Journal of Ecology*, 82(2), 328-343.
- Swanepoel, J. J., & Villiers, C. E. (1987). A Numerical Taxonomic Classification of *Vitis* Spp. and Cultivars Based on Leaf Characteristics. *South African Journal*, 8(2), 31-35.
- Tulig, M. C., & Clark, C. (2000). Morphological Variation in *Mimulus* Section *Diplacus* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 87, 182.
- Valladares, F., Gianoli, E., & Gomez, J. M. (2007). Ecological Limits to Plant Phenotypic Plasticity. Tansley Review. *Journal of New Phytologist*, 176(4), 749-763.
- Van Tienderen, P. H. (1997). Generalists, Specialists, and the Evolution of Phenotypic Plasticity in Symmetric Populations of Distinct Species. *Journal of Evolution*, 51(5), 1372-1380.
- Woodward, F. I., & Kelly, C. K. (1995). The Influence of CO₂ Concentration on Stomatal Density. *New Phytologist Journal*, 131(3), 311-327.
- Yang, H. M., & Wang, G. X. (2001). Leaf Stomatal Densities and Distribution in *Triticum Aestivum* under Drought and CO₂ Enrichment. *Journal of Acta Phytocologica Sinica*, 25(3), 312-316.
- Yang, L., Han, M., Zhou, G., & Li, J. (2007). The Changes of Water-Use Efficiency and Stoma Density of *Leymus Chinensis* Along Northeast China Transect. *Acta Ecologica sinica*, 27(1), 16-24.

- Yeater, K. M., Bollero, G. A., Bullock, D. G., Rayburn, A. L., & Zas, S. R. (2004). An Assessment of Genetic Variation in Hairy Vetch Using Canonical Discriminant Analysis. *Journal of Crop Science*, 44(1), 185-189.
- Yosefzadeh, H., Hosseinzadeh Colagar, A., Tabari, M., Sattarian, A., & Assadi, M. (2010). Recognition of Different Stomata Types of *Tilia* Spp. In Hyrcanian Forests. *Taxonomy and Biosystematics Journal*, 2(5), 17-28.
- Zahid, N. Y., Abbasi, N. A., Hazif, I. A., & Ahmad, Z. (2008). The Morphological Characteristics and Oil Contents of Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.) Accessions from Different Regions of Pakistan. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 30(6), 889-895.
- Zarre, S. (2003). Hair Micromorphology and Its Phylogenetic Application in Thorny Species of *Astragalus* (Fabaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 143(3), 323-330.
- Zhang, J. W., & Marshall, J. D. (1995). Variation in Carbon Isotope Discrimination and Photosynthetic Gas Exchange among Populations of *Pseudotsuga Menziesii* and *Pinus Ponderosa* in Different. *Journal of Functional Ecology*, 9, 402-412.