



Investigation of trichomes cellular structure in *Salvia macrosiphon* Boiss. and their diversities among various populations

Talebi SM^{a*}, Samiei M^b

^a PhD, Department of Biology, Faculty of Science, Arak University, Arak, Iran

^bM.Sc, Department of Biology, Faculty of Science, Arak University, Arak, Iran

Original Article

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Talebi SM, Samiei M. Investigation of trichomes cellular structure in *Salvia macrosiphon* Boiss. and their diversities among various populations. Journal of Cell and Tissue . 2025; 15(4): 349-359

 <https://10.61186/JCT.15.4.349>

KEYWORDS

Essential oil
Lamiaceae family
Salvia
Trichomes

ABSTRACT

Aims: *Salvia* L. with more than 1000 taxa is the largest genus in Lamiaceae family, that naturally grows in diverse regions of the world. The genus is represented in Iran by about 60 species, which 17 of them are endemic for the country. *Salvia macrosiphon* Boiss., is an annual aromatic herb of this genus, which is widely distributed in diverse parts of Iran. Due to the presence of a wide range of secondary metabolites (especially essential oil), this plant has been widely applied in the traditional medicine to cure different diseases. Various types of glandular and non-glandular trichomes have been detected in Lamiaceae taxa. Essential oils are composed of several compounds, and are *biosynthesized* and stored in the glandular trichomes. Additionally, the non-glandular trichomes play the prominent roles in growth and development of plants. This study was aimed to detect different types of trichomes on the leaf epidermal surface of *S. macrosiphon*, and their variations among different Iranian populations. **Material and methods:** Eight natural populations of this plant were harvested from diverse habitats in Iran. Plant samples were identified, according to the morphological descriptions are available in the valuable references. Three flowering plants were selected from each population and one mature and intact leaf was obtained per individual. The leaves were fixed in fixative (F.A.A) solution for 48 h. The hand-made cuttings of *leaf's blade* were double-stained with methylene blue and carmine colors. Then, the thin slices of each population were examined using a light microscopy (Olympus CH2, Japan) at different magnifications. **Results:** the leaf epidermal surfaces were covered by a dense indumentum, which were composed of the glandular and non-glandular trichomes. The non-glandular trichomes had the simple and unbranched structures with one to five linear-arranged cells. The non-glandular trichomes had two cell types: long and short. However, the more frequent non-glandular trichomes were the long two to four-celled types. Meanwhile, in Amir kabir population, the five-celled non-glandular trichomes also had a high density. The glandular trichomes were detected as capitate, digitate, and peltate types. Two types of capitate trichomes were

* Corresponding author. Tel: 08632627220

E-mail address: m-talebi@araku.ac.ir

DOI: <https://10.61186/JCT.15.4.349>

Received: 18 Jan. 2025; Received in revised form: 2 Feb. 2025; Accepted: 11 Feb. 2025

Original Article

© Author



observed on the leaves surfaces: short-stalked and long-stalked capitate. The main difference between these types relates to the cell number of trichomes stalk. However, the short-stalked capitate trichomes were the dominant glandular type in all the populations, except for Arak and Mashhad populations, which had the peltate trichome as a more frequent form. **Conclusion:** the capitate and peltate trichomes do not have the same ability to maintain the *biosynthesized* essential oil in their cellular structures. The stored essential oil in the capitate trichomes seeps out through the micropores in their apical cells. Since, the short-stalked capitate was the dominant form in most populations, the secretion of essential oil makes this species very fragrant. But, these plants are less fragrant in populations that have a higher number of peltate trichomes. The non-glandular hairs play a key role in protecting the plant from herbivore insects and the ultraviolet rays of the sun light. Moreover, they protect the leaf epidermal surface from extreme heat and cold. The type and density of other glandular and non-glandular trichomes widely differed among the populations which explored their adaptive importance in this species.



بررسی ساختار سلولی انواع مختلف کرک در گونه *Salvia macrosiphon* Boiss. و تغییرات آن‌ها در جمعیت‌های مختلف

سید مهدی طالبی^{۱*}، مریم سمیعی^۲

^۱دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه اراک، اراک، ایران
^۲کارشناسی ارشد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه اراک، اراک، ایران

واژگان کلیدی	چکیده
اسانس تیره نعنائیان سالویا کرک	<p>هدف: <i>Salvia macrosiphon</i> Boiss. از گونه‌های معطر یک‌ساله تیره Lamiaceae است که به‌طور وسیعی در کشور ایران می‌روید. به دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه، این گونه کاربرد وسیعی در طب سنتی دارد. هدف از این مطالعه، تعیین انواع مختلف کرک در سطح اپی‌درم برگ این گونه و نحوه تغییر تراکم و نوع کرک در بین جمعیت‌های مختلف آن است. مواد و روش‌ها: به این منظور، تعداد ۸ جمعیت از این گیاه از رویشگاه‌های طبیعی آن جمع‌آوری شده و از هر جمعیت ۳ برگ سالم و بالغ انتخاب شدند. برش‌گیری توسط دست انجام شد و رنگ آمیزی مضاعف توسط رنگ‌های کارمن زاجی و آبی متیل صورت پذیرفت. نتایج: در سطح اپی‌درم برگ گونه مورد نظر پوشش کرکی متراکمی وجود داشته که متشکل از کرک‌های غیر غده‌ای و کرک‌های غده‌ای است. کرک‌های غیر غده‌ای فاقد انشعاب بودند و به اشکال یک تا پنج سلولی مشاهده شدند. کرک‌های غده‌ای از نوع سردارپایه کوتاه و پایه بلند، سپری و انگ‌شستی شکل هستند. فراوان‌ترین نوع کرک‌ها در سطح برگ همه جمعیت‌ها، کرک‌های غیر غده‌ای دو تا چهار سلولی بودند. در میان کرک‌های غده‌ای، فراوان‌ترین نوع سردار پایه کوتاه بود. نتیجه‌گیری: تراکم کرک‌ها در بین جمعیت‌های مورد مطالعه متفاوت بوده که نشان‌دهنده تطابق گیاه با زیستگاه گیاه و فرآیند گونه‌زایی است. همچنین گیاهان جمعیت‌هایی که دارای تراکم کرک‌های سردار پایه کوتاه بیشتری بودند نسبت به گیاهان سایر جمعیت‌ها عطر بیشتری داشتند.</p>
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳	

۱- مقدمه

Salvia بزرگ‌ترین سرده تیره نعنائیان (Lamiaceae) است که با بیش از ۱۰۰۰ گونه در مناطق مختلف جهان به‌طور طبیعی رویش دارد. در محدوده کشور ایران حدود ۶۰ گونه از این سرده شناسایی شده که ۱۷ گونه از آن‌ها بومی کشور هستند (۱). گونه *Salvia macrosiphon* Boiss. که در زبان فارسی ماروک گفته می‌شود یکی از گونه‌های معطر و یکساله این سرده است که در مناطق مختلف کشور ایران به‌طور طبیعی می‌روید (۲). این گیاه در طب سنتی به‌عنوان دارویی ادرار آور و ضدالتهاب شناخته

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۳۲۶۲۷۲۲۰

آدرس پست الکترونیک: m.talebi@araku.ac.ir

شده و بررسی‌های جدید نشان داده است که عصاره و اسانس مستخرج از این گیاه دارای خاصیت ضدباکتری قوی و ضد سرطان است (۳۱).

بررسی‌های فیتوشیمی نشان داده که مهم‌ترین ترکیبات فلاونوئیدی موجود در این گیاه عبارت هستند از: رزماریک اسید، آپجینین، لوتئین، سالوجنین و اوپاتورین، که دارای خواص متعددی زیست‌شناسی مانند آنتی‌اکسیدانت، ضدسرطان و ضدالتهاب می‌باشند و همچنین در درمان و یا کنترل بیماری زوال عقل (آلزایمر) کاربرد فراوانی دارند. همچنین، عصاره آبی و یا هیدروالکلی این گیاه دارای خاصیت ضدافسردگی می‌باشد. تحقیقات جدید نشان داده عصاره این گیاه در توسعه فناوری تولید اقتصادی و زیست‌سازگار نانوذرات اکسید نیکل بسیار مفید و کارا است (۴).

بررسی‌های ریخت‌شناسی و تنوع ژنتیکی صورت پذیرفته روی جمعیت‌های مختلف این گونه نشان داده که سطح بالایی از تنوع درون گونه ای در گیاه *S. macrosiphon* وجود دارد که تداعی کننده وجود تاکسون‌های فرگونه‌ای در آن می‌باشد (۴). کرک‌ها، ساختارهای تمایز یافته‌ای هستند که در سطح خارجی اندام‌های هوایی گیاهان مانند برگ، ساقه و گل وجود دارند. این ساختارها دارای نقش‌های اساسی در نمو گیاهان بوده و در گونه‌های زیادی از خانواده‌های گیاهان دانه دار و بی دانه یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال، کرک‌های ساده می‌توانند به‌عنوان سپر دفاعی عمل نموده و گیاهان را در برابر تابش اشعه‌های فرابنفش نور خورشید، دمای بالا محیط رویش، حشرات و حیوانات علف‌خوار محافظت کنند. نمو کرک‌ها درگیر فرایندهای برهم‌کنشی پیچیده و تطابق سلولی است که تعیین کننده وجود و تراکم کرک در سطح اندام‌های گیاهی است. در این راستا مشخص شده فرآیندهایی مانند بیان ژن، تنظیم چرخه سلولی و تمایز بافتی در ایجاد و نمو کرک‌ها دخیل هستند (۵).

همچنین کرک‌های غده‌ای به‌عنوان مکان‌هایی برای تولید و ذخیره متابولیت‌های ثانویه در گیاهان شناخته می‌شوند و ترکیبات مانند اسانس‌های روغنی و سایر ترکیباتی که بسیار معطر و فرار هستند، در داخل کرک‌ها سنتز و ذخیره شده و با شکسته شده این کرک‌ها آزاد می‌شوند. یکی از دلایلی که با لمس شماری از گیاهان بوی عطر آن‌ها در فضا پخش می‌شود شکسته شدن کرک‌های غده‌ای آن‌ها است (۶).

عوامل محیطی بر ساختارهای ریخت‌شناسی، تشریحی و متابولیکی گیاهان اثر شاخصی دارند و سبب تغییر در ساختارهای خارجی و داخلی اندام‌های گیاهان می‌شوند. در واقع گیاهان در پاسخ به تغییر شرایط محیطی، تغییرات تطابقی در صفات ساختاری و متابولیکی خود ایجاد می‌کنند. کرک‌ها یکی از ساختارهای مهمی هستند که نقش‌های مختلفی را در گیاهان بر عهده دارند و تغییر در نوع و تراکم آن‌ها می‌تواند ارزش تطبیقی داشته و همچنین در درک نحوه برهم‌کنش گیاه با محیط پیرامونی موثر واقع می‌شوند (۷).

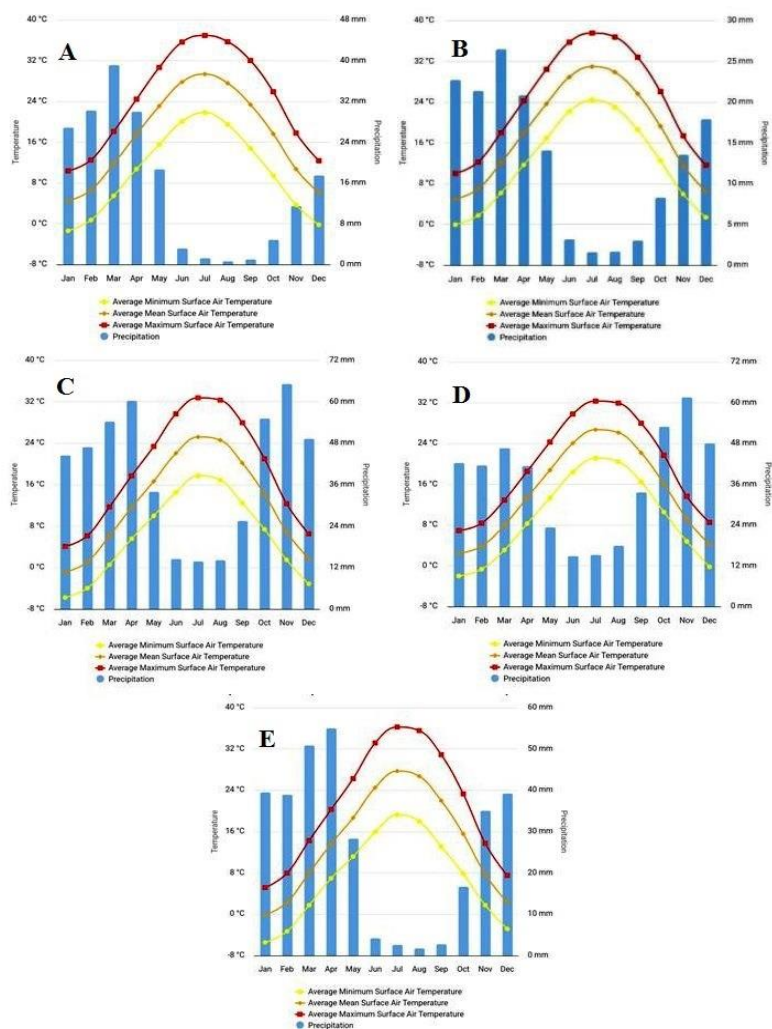
هدف از این مطالعه، بررسی انواع مختلف کرک در سطح اپی‌درم برگ در گونه *S. macrosiphon* است و همچنین نحوه تغییر در نوع و تراکم کرک‌ها در بین جمعیت‌های گوناگون این گونه در شرایط آب و هوایی مختلف مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌های گیاهی: تعداد ۸ جمعیت از گونه *S. macrosiphon* از زیستگاه‌های طبیعی آن‌ها واقع در مناطق مختلف کشور ایران جمع‌آوری شدند (جدول ۱). نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده بر اساس کلید و شرح‌های ارائه شده در فلور ایران (۸) شناسایی شده و سپس آن‌ها طبق اصول مرسوم در تاکسونومی گیاهی خشک و پرس شدند. همچنین خصوصیات اقلیمی استان‌هایی که در آن‌ها نمونه برداری صورت پذیرفته (مستخرج از سایت www.worldclim.org) در شکل ۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱: نام و رویشگاه طبیعی جمعیت‌های مورد مطالعه از گونه *S. macrosiphon*

ارتفاع از دریا	آدرس رویشگاه و نام جمع آوری کننده	نام جمعیت
۱۰۲۵ متر	استان سمنان، شهر میامی، طالبی	میامی
۱۰۵۰ متر	استان خراسان رضوی، ۳۰ کیلومتر بعد از مشهد، طالبی	مشهد
۱۲۶۵ متر	استان قزوین، ۴۵ کیلومتری تاکستان، طالبی	تاکستان
۱۷۱۸ متر	استان مرکزی، شهر جدید امیرکبیر، طالبی	امیر کبیر
۱۷۱۸ متر	استان مرکزی، اراک، سردشت، طالبی	اراک
۱۲۵۰ متر	استان خراسان رضوی، نیشابور، قدمگاه، طالبی	قدمگاه
۲۳۰۰ متر	استان مازندران، آمل، روستای پلور، طالبی	پلور
۱۶۰۰ متر	استان قزوین، منطقه آوج، طالبی	قزوین



شکل ۱: نمودار شرایط اقلیمی (دما و بارندگی) در استان‌های نمونه برداری شده. استان خراسان رضوی (A)، استان قزوین (B)، استان سمنان (C)، استان مازندران (D) و استان مرکزی (E)

آماده سازی نمونه‌ها: نمونه‌های برگ خشک شده را به مدت ۱۵ الی ۳۰ دقیقه در آب گرم قرار داده و پس از نرم شدن، آن‌ها را از آب خارج کرده و به مدت ۴۸ ساعت در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول تثبیت کننده که شامل ۵ میلی‌لیتر فرمالدئید (۴۰ درصد)، ۹۰ میلی‌لیتر اتانول (۷۰ درصد) و ۵ میلی‌لیتر استیک اسید (گلاسیال) است قرار داده شدند. پس از گذشت ۴۸ ساعت نمونه‌ها را از محلول تثبیت کننده خارج کرده و پس از چندین مرتبه شستشو با آب به محلول الکل اتیلیک (۷۰ درصد) منتقل شدند. برش‌گیری از برگ‌ها به روش دستی و به کمک تیغ انجام شد. برش‌های عرضی از قسمت میانی پهنک برگ‌ها تهیه شدند و در نهایت به روش رنگ‌آمیزی مضاعف رنگ شدند.

رنگ آمیزی نمونه‌ها: در ابتدا برش‌های میکروسکوپی را جهت بی‌رنگ شدن به مدت یک الی دو ساعت در محلول هیپوکلرید سدیم (۱۰ درصد) قرار داده شدند. پس از آن نمونه‌ها را از محلول خارج کرده و به مدت چند دقیقه با آب شستشو داده شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۱ دقیقه در محلول استیک اسید (۱ درصد) قرار گرفتند. آن‌گاه نمونه‌ها را با آب مقطر شستشو داده شده و به مدت ۱۵ الی ۳۰ ثانیه در رنگ سبز متیل بسیار رقیق قرار گرفتند. مجدداً برش‌ها با آب مقطر شست و شو داده شده و به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه در رنگ کارمن زاجی قرار گرفتند. در مرحله آخر، رنگ‌های اضافی با استفاده از آب مقطر از نمونه‌ها شسته شدند. پس از انتخاب نازک‌ترین و سالم‌ترین مقاطع، آن‌ها را روی لام قرار داده و بعد از گذاشتن یک قطره گلیسرین روی نمونه‌ها، لامل‌گذاری انجام شد. نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری الیمپوس (مدل CH2) در بزرگ‌نمایی ۴۰×، ۱۰۰× و ۴۰۰× بررسی شده و از بهترین نمونه‌های هر کرک عکس تهیه شد.

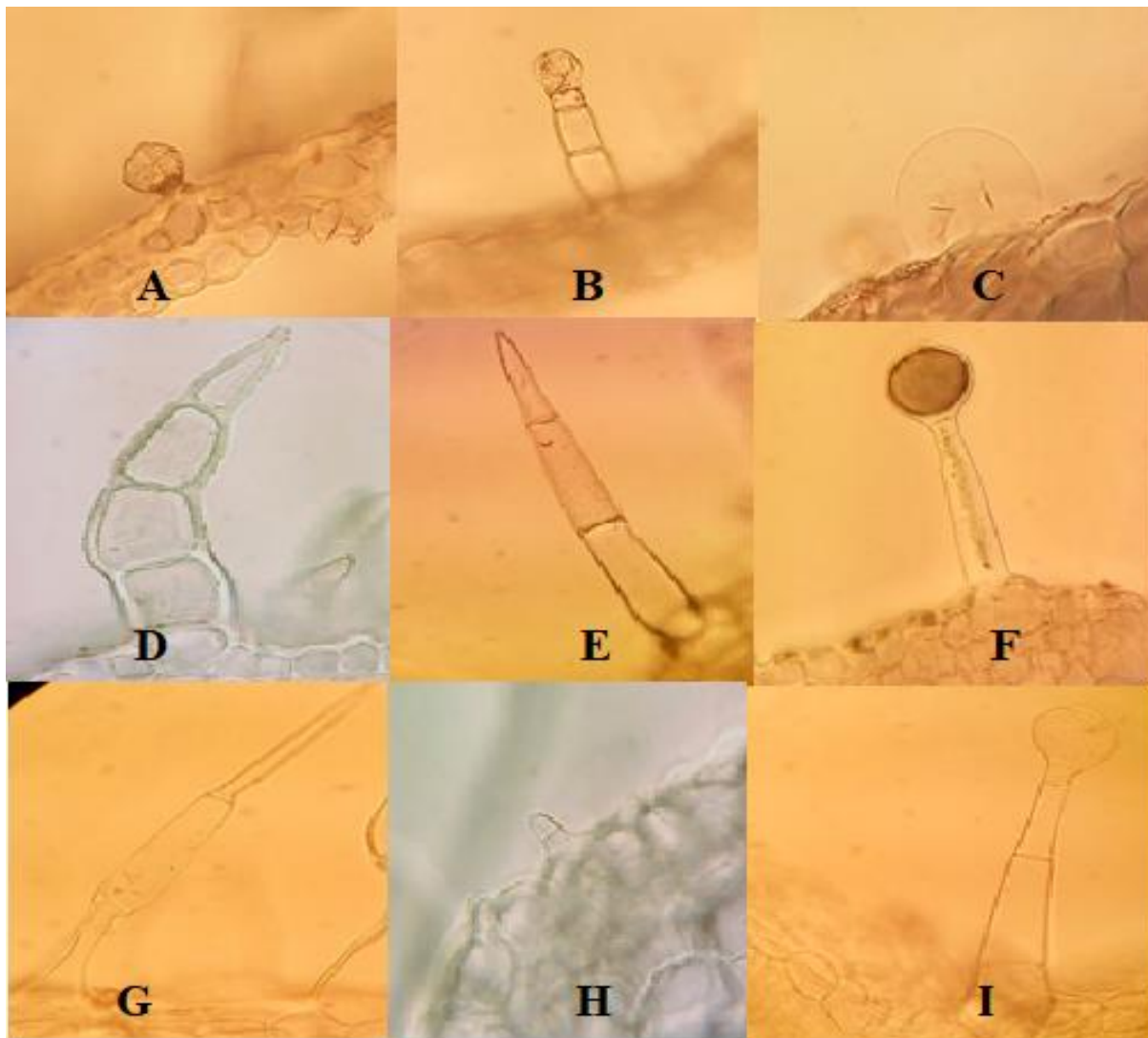
۳- نتایج

سطوح پشتی و شکمی پهنک برگ در جمعیت‌های مورد مطالعه از گونه *S. macrosiphon* دارای پوشش متراکمی از کرک‌های مختلف بود. در سطح پهنک برگ دو نوع اصلی از کرک وجود داشتند که هر کدام شامل چندین زیر مجموعه بودند: کرک‌های ساده (غیر غده‌ای) که به صورت شکل‌های یک تا پنج سلولی مشاهده شدند. طول سلول‌ها با یکدیگر متفاوت بوده و به دو شکل کوتاه سلول و بلند سلول وجود داشتند. کرک‌های غده‌ای به اشکال صفحه‌ای، سردار پایه کوتاه، سردار پایه بلند و انگشتی شکل مشاهده شدند. نوع و تعداد هر یک از انواع کرک در جمعیت‌های مورد مطالعه از این گونه متفاوت بود. به هر حال، گیاهان جمعیت تاکستان کم کرک‌ترین افراد در بین نمونه‌های مورد مطالعه بودند (شکل ۲).

در جمعیت میامی، کرک‌های ساده بزرگ دو، سه و چهار سلولی نوع غالب بوده و از کرک‌های ترشچی، انواع سردار پایه کوتاه و کرک‌های انگشتی نوع غالب بوده ولی با تراکم کم مشاهده شدند. در جمعیت مشهد، کرک‌های ساده بزرگ سه و چهار سلولی نوع غالب بودند و از کرک‌های ترشچی، انواع سردار پایه کوتاه و صفحه‌ای غالب بودند که به تعداد نسبتاً محدودی مشاهده شدند. در جمعیت تاکستان، کرک‌های ساده بزرگ دو و سه سلولی نوع غالب بوده و با تراکم کم مشاهده شدند.

در جمعیت امیرکبیر، کرک‌های ساده سه، چهار و پنج سلولی با تراکم بالا وجود داشته و نوع غالب بودند و کرک‌های غده‌ای سردار پایه کوتاه و انگشتی نوع غالب می‌باشند ولی با تراکم کمی مشاهده شد. در جمعیت اراک، کرک‌های ترشچی صفحه‌ای نوع غالب بودند ولی تراکم آن اندک بوده و کرک‌های ساده سه و چهار سلولی با تراکم بالا وجود داشتند. در جمعیت قدمگاه، کرک‌های ساده دو و سه سلولی نوع غالب بوده و کرک‌های ترشچی سردار پایه بلند نوع غالب بوده ولی تراکم آن‌ها کم بودند.

در جمعیت پلور، کرک‌های غده‌ای سردار پایه بلند نوع غالب بوده و با تراکم بالا و جود دا شتند و کرک های ساده دو سلولی نوع غالب بودند. در جمعیت قزوین، کرک های تر شحی سردار پایه بلند و کرک های سردار پایه کوتاه به میزان زیاد و جود دا شته و کرک های تر شحی غالب بودند و کرک های ساده ۲ و ۳ سلولی نوع غالب بودند (جدول ۲).



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ نوری انواع مختلف کرک در گونه *S. macrosiphon*. کرک سردار پایه کوتاه (A)، کرک سردار پایه بلند (B, F, I)، کرک صفحه ای (C)، کرک انگشتی شکل (D)، کرک سه سلولی کوتاه (E)، کرک سه سلولی بلند (G) و کرک دو سلولی کوتاه (H). بزرگ نمایی ۴۰۰×.

جدول ۲: کرک‌های ساده و غده‌ای غالب در جمعیت‌های مورد بررسی از گونه *S. macrosiphon* (علامت X نشان‌دهنده نوع کرک غالب است).

نام جمعیت	کرک غیرغده ای							
	تک سلولی	دوسلولی	سه سلولی	چهارسلولی	پنج سلولی	سردار پایه کوتاه	سردار پایه بلند	انگشتی
میامی	----	X	X	X	----	X	----	X
مشهد	----	----	X	X	----	X	----	X
تاکستان	----	X	X	----	----	X	----	----
امیرکبیر	----	----	X	X	X	X	----	X
اراک	----	----	X	X	----	----	----	X
قدمگاه	----	X	X	----	----	----	X	----
پلور	----	X	----	----	----	----	X	----
قزوین	----	X	X	----	----	X	----	----

۴- بحث

کرک‌ها را نمی‌توان به‌عنوان برجستگی‌های ساده در سطح اپی‌درم گیاهان تلقی نمود بلکه این ساختارها، نقش‌های برجسته و مهمی در رشد و نمو گیاهان و برهم‌کنش آن‌ها با محیط پیرامونی ایفا می‌کنند. همچنین آن‌ها می‌توانند با تولید و ترشح ترکیبات معطر در جلب حشرات گرده‌افشان و تکثیر جنسی گیاهان مشارکت کنند (۹).

در سطح اپی‌درم برگ در گونه *S. macrosiphon*، پوشش کرکی نسبتاً متراکمی وجود داشت. به‌طور کلی دو گروه اصلی کرک در سطح اپی‌درم برگ این گیاه مشاهده شدند: کرک‌های غیرغده‌ای و کرک‌های غده‌ای. نتایج مشابهی از بررسی سطح اپی‌درم برگ در سایر گونه‌های سرده *Salvia* و همچنین سایر سرده‌های تیره نعنائیان (Lamiaceae) نظیر سرده‌های *Ziziphora L. Acinos. Mill.* و *Nepeta L.* مشاهده شد (۱۰).

در مجموع، همه کرک‌های غیرغده‌ای مشاهده شده از نوع ساده و فاقد انشعاب بوده و سطح برگ در جمعیت‌های گونه مورد مطالعه را پوشانده بودند. در حقیقت کرک غالب در گونه *S. macrosiphon* از نوع غیرغده‌ای بود. این کرک‌ها نقش حفاظتی را در گیاه برعهده دارند و از گیاه در برابر عوامل زیانده و غیرزیانده محیطی محافظت می‌کنند (۱۱). این گونه می‌تواند در نواحی مرتفع و مناطق کوهستانی نیز زندگی کرده و حتی یکی از جمعیت‌های مورد بررسی در این مطالعه، از منطقه پلور در ارتفاع ۲۳۰۰ متری از سطح دریای آزاد جمع‌آوری شد. بنابراین اندام‌های هوایی این گیاه می‌توانند به شدت تحت تأثیر تابش اشعه‌های فرابنفش نور خورشید قرار گیرند. این فرایند سبب تولید رادیکال‌های آزاد در داخل سلول‌ها شده که می‌تواند ساختارهای سلولی و ترکیبات موجود در سلول به‌خصوص متابولیت‌های ثانویه را که دارای ارزش اقتصادی و اکولوژیکی مهمی هستند را تحت تأثیر قرار خود دهد. در این راستا، وجود کرک‌های غیرغده‌ای مانند سپری فیزیکی سطح برگ را از تابش مستقیم اشعه‌های فرابنفش نور خورشید محافظت می‌کنند.

همچنین وزش باد در نواحی مرتفع بسیار شدیدتر از مناطق پیرامونی است که می‌تواند سبب القای شدت بیشتر خشکی در محیط به‌ویژه هوای پیرامون اندام‌های هوایی شود، که این مسئله موجب افزایش تعریق گیاهان شده و موجب کم‌آبی و پژمردگی برگ و در نهایت کل گیاه می‌شود. در این مواقع گیاه به ناچار روزه‌های هوایی خود را می‌بندد که سبب کاهش جذب دی‌اکسید کربن و متعاقباً کاهش راندمان تولید خالص گیاه می‌شود. بنابراین این کرک‌ها می‌توانند به‌طور غیرمستقیم بر فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر داشته باشند (۱۰). همچنین، وجود این کرک‌ها موجب فرآیند علف‌خواری توسط حیوانات و حشرات شده و موجب کاهش آسیب به ساختار هوایی مخصوصاً اندام‌های فتوسنتزی می‌شوند (۱۲). کرک‌های غیرغده‌ای غالب روی برگ‌های جمعیت‌های مختلف این گونه، از نوع ۲ تا ۴ سلولی کوتاه و بلند می‌باشند که مشابه این کرک‌ها در گونه *Link Acinos* (M. Bieb.) *graveolense* نیز مشاهده شدند (۷).

کرک‌های غده‌ای نقش محل تولید و ذخیره گاه‌متابولیت‌های ثانویه (به‌ویژه اسانس) را در گیاه برعهده دارند. این کرک‌ها به اشکال مختلفی مشاهده می‌شوند که هر یک از آن‌ها توانایی متفاوتی در تولید و نگهداری اسانس‌های روغنی و سایر متابولیت‌های ثانویه دارند. البته نوع متابولیت‌های ذخیره شده در این کرک‌ها نیز متفاوت از یکدیگر می‌باشد (۱۳).

دو نوع اصلی از کرک‌های غده‌ای (ترشحی) در گیاهان شناخته شده و سایر انواع کرک‌های غده‌ای مشاهده شده زیرمجموعه آن‌ها می‌باشند: کرک‌های سردار و کرک‌های صفحه‌ای. کرک‌های سردار دارای یک تا دو سلول راسی دایره تا بیضی شکل، تعداد متغییری سلول در ناحیه ساقه و یک سلول در پایه کرک هستند که بر این اساس به دو دسته تقسیم می‌شوند: سردار پایه کوتاه و سردار پایه بلند. کرک‌های سردار نوع غالب کرک‌های غده‌ای در جمعیت‌های گونه مورد بررسی بوده و در این میان، کرک‌های سردار پایه کوتاه در بیشتر جمعیت‌ها به‌عنوان کرک غالب مشاهده شد. بر اساس نتایج مطالعات پیشین، وجود این نوع کرک در تیره نعنائیان (Lamiaceae) پدیده‌ای بسیار رایج است (۱۴).

کرک‌های صفحه‌ای دارای یک سلول قاعده‌ای کوچک و راسی متشکل از ۸ تا ۱۶ سلول بوده که پیرامون سلول قاعده‌ای قرار گرفته‌اند. در بین جمعیت‌های مورد مطالعه، این نوع کرک‌ها تراکم بسیار کمی نسبت به کرک‌های سردار داشتند. با این وجود توانایی کرک‌های صفحه‌ای در ذخیره روغن‌های اسانسی بسیار بیشتر از کرک‌های سردار است. زیرا روغن‌های اسانسی از سوراخ‌های بسیار کوچک موجود در دیواره و کوتیکول سلول‌های راسی کرک‌های سردار به بیرون تراوش می‌کنند (۱۴). مقدار نسبتاً زیادی از مواد معطر تولید شده در این گیاه توسط کرک‌های سردار پایه کوتاه به بیرون تراوش می‌کنند و این گیاه بسیار معطر است. بنابراین در جمعیت‌هایی که تعداد کرک‌های صفحه‌ای از کرک‌های سردار پایه کوتاه بیشتر است، افراد این جمعیت‌ها اسانس بیشتری ذخیره می‌کنند و عطر تولید شده توسط گیاه کمتر است.

بررسی‌های فیتوشیمیایی صورت پذیرفته روی اسانس این گونه نشان داده که تنوع زیادی در ترکیب شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف این گونه وجود دارد. بر اساس مطالعات صورت پذیرفته توسط Kariminik و همکاران (۱۵) لی‌نالول (۵۴ درصد) و مانول (۲۷/۳ درصد) ترکیب اصلی اسانس این گونه می‌باشند. در مطالعه دیگر (۱۶) آلفا-گارجنین (۱۱ درصد)، بتا-کوبین (۱۱ درصد) و بتا-جرماکرین (۷ درصد) ترکیبات غالب اسانس این گونه

بودند و همچون نین لی نالوول (۲۷ در صد) و هگزیل هگزانووات (۹/۶ در صد) نیز به‌ترتیب به‌عنوان ترکیبات اصلی اسانس این گونه معرفی شده‌اند (۱۷).

همچونین، طالبی و همکاران (۴) ساختار ژنتیکی جمعیت‌های مختلف این گونه را با نشانگر مولکولی SCoT مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های ایشان نشانگر وجود سطح بالایی از تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های این گونه بوده که تداعی فرسبیه و وجود تاکسون‌های فروگونه‌ای برای *S. macrosiphon* می‌باشد. همچونین الگوی آرایش جمعیت‌ها در درخت‌های حاصل از داده‌های مولکولی مطابق با پراکنش و فاصله جغرافیایی بین جمعیت‌ها نبوده. بنابراین، به‌نظر می‌رسد پراکنش جغرافیایی گسترده، تبادل ژن محدود و وقوع سطح بالایی از جهش در ساختار ژنتیکی سبب ایجاد تمایز زیاد بین جمعیت‌ها می‌شود.

این یافته‌ها مطابق با بررسی صفات ریخت‌شناسی جمعیت‌های مختلف این گونه بود. در این راستا، Hedge (۱۸) معتقد بود که *S. macrosiphon* گونه‌ای دارای پیچیدگی‌های تاکسونومیکی زیاد بوده و دارای چندین تاکسون فروگونه‌ای می‌باشد و چند واریته توسط محققان مختلف برای آن گزارش شده است. همچونین، دو واریته برای *S. macrosiphon* در کشور ایران گزارش شده است. با این وجود در فلور ایران (۸) و فلور ایرانی‌کا (۱۸) هیچ واریته‌ای برای این گونه در کشور ایران ذکر نشده است. بنابراین، تفاوت‌های مشاهده شده در نوع کرک غالب بین جمعیت‌های گونه مذکور، علاوه بر اثرات عوامل محیطی می‌تواند ناشی از تنوعات درون‌گونه‌ای منتج از فرایند گونه‌زایی باشد.

۵- نتیجه‌گیری

وجود تعداد فراوانی کرک‌های ساده دو تا چهار سلولی در سطح برگ به‌مثابه‌سدی فیزیکی در برابر عوامل محیطی بوده و از گیاه در مقابل آسیب‌های مختلف محیطی محافظت می‌کنند. همچنین، وجود کرک‌های غده‌ای سردارپایه کوتاه به‌عنوان کرک غده‌ای غالب در اکثر جمعیت‌ها موجب تراوش اسانس‌های تولید شده به خارج سلول شده و مسئول ایجاد بوی عطر در این گیاهان هستند. به‌رحال در افراد جمعیت‌هایی که تعداد کرک‌های صفحه‌ای بیشتر است عطر تولید شده توسط گیاه کمتر بوده و اسانس بیشتری در گیاه ذخیره می‌شوند. همچنین تنوعات مشاهده شده در نوع و تراکم کرک در بین جمعیت‌ها می‌تواند ناشی از عوامل محیطی زیستگاه جمعیت‌ها و فرایندهای گونه‌زایی باشد.

۶- منابع

- Balaei-Kahnamoei M, Eftekhari M, Shams-Ardekani MR, Akbarzadeh T, Saeedi M, Jamalifar H, Safavi M, Sam S, Zhalehjoon N, Khanavi M. Phytochemical constituents and biological activities of *Salvia macrosiphon* Boiss. BMC Chemistry 2021; 15:4 <https://doi.org/10.1186/s13065-020-00728-9>
- Eftekhari M, Shams Ardekani MR, Amini M, Akbarzadeh T, Safavi M, Karimpour Razkenari E, Khanavi M. Biological activities of the essential oil and total extract of *Salvia macrosiphon* Boiss. Journal of Basic and Clinical Pharmacy 2017; 8:82-6
- Hamedi A, Jamshidzadeh A, Ahmadi S, Sohrabpour M, Zarshenas MM. *Salvia macrosiphon* seeds and seed oil: pharmacognostic, anti-inflammatory and analgesic properties. International Research Journal of Pharmacy 2016; 3:27-7
- Talebi SM, Askary M, Samiei-Rad M, Tabaripour R, Matsyura A. Do we have infraspecific taxa of *Salvia macrosiphon* Boiss. (Lamiaceae) in Iran? Mol Biol Rep. 2022;49(2):1181-1189. doi: 10.1007/s11033-021-06946-1.

5. Kabir N, Wahid S , Ur Rehman S , Qanmber G. The intricate world of trichome development: From signaling pathways to transcriptional regulation. *Environmental and Experimental Botany*. 2024; 217: 105549. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105549>
6. Talebi S M, Behzadpour S, Yadegari P. et al. Trichome structures and characterization of essential oil constituents in Iranian populations of *Salvia limbata* C.A. Meyer. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A* 2021; 45: 41–54. <https://doi.org/10.1007/s40995-020-01017-9>
7. Talebi SM, Shayestehfar AR. Intraspecific trichomes variations in *Acinos graveolens* (MB) Link. *Annals of Biological Sciences* 2014; 2(2): 51-7.
8. Jamzad Z (2012) *Flora of Iran*, No. 76, Lamiaceae. Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran
9. Gostin, I.N.; Blidar, C.F. Glandular trichomes and essential oils variability in species of the genus *Phlomis* L.: A review. *Plants* 2024; 13: 1338. <https://doi.org/10.3390/plants13101338>
10. Talebi SM, Nohooji MG, Yarmohammadi M, Khani M, Matsyura A. Effect of altitude on essential oil composition and on glandular trichome density in three *Nepeta* species (*N. sessilifolia*, *N. heliotropifolia* and *N. fissa*). *Mediterranean Botany* 2019; 40(1): 81-93.
11. Feng, Z., Bartholomew, E.S., Liu, Z. et al. Glandular trichomes: new focus on horticultural crops. *Horticulture Research* 2021; 8: 158. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00592-1>
12. Yashodhara K, Shanmukha Rao SR, Subba Rao JV. Structure, distribution and taxonomic importance of trichomes in the tribe Verbenae (Verbenaceae) Histological investigation of the leaf and leaf-originating calli of *Lavandula vera* L. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* 2001;72: 265-85.
13. Talebi SM, Ghorbanpour M. Trichomes plasticity of plants in response to environmental stresses. In *Plant Stress Mitigators Academic Press* 2023
14. Liu M, Liu JF. Structure and histochemistry of the glandular trichomes on the leaves of *Isodon rubescens* (Lamiaceae). *African Journal of Biotechnology* 2012; 11(17): 4069-78
15. Kariminik A, Moradalizadeh M, Foroughi MM, Tebyanian H, Motaghi MM. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils extracted from 4 medicinal plants (Labiatae) of Kerman, Iran. *J Appl Biotechnol Rep* 2019; 6(4):172–79. <https://doi.org/10.29252/JABR.06.04.07>.
16. Matloubi-Moghaddam F, Amin G, Safavi-Poorsohp E. Composition of stem bark essential oil from *Salvia macrosiphon* Boiss. *DARU J Pharm Sci* 2000;8(1–2):28–9.
17. Javidnia K, Miri R, Jamalian A Composition of the essential oil of *Salvia macrosiphon* Boiss. from Iran. *Flavour Fragr J* 2005; 20(5):542–43. <https://doi.org/10.1002/ffj.1468>
18. Hedge IC. Labiatae. In: Rechinger CH (ed) *Flora Iranica*. Akademische Drukund Verlagsanstalt, Graz, 1982; 403–476.