



<https://ijpb.ui.ac.ir/?lang=en>

IRANIAN JOURNAL OF PLANT BIOLOGY

E-ISSN: 2322-2204

Vol. 14, Issue, No. 3, Autumn 2022

Document Type: Research Paper

Received: 18/05/2023

Accepted: 19/07/2023

Cultivation and Life Cycle of *Bunium cylindricum*: Development of Different Organs

Farkhondeh Rezanejad^{1,2*} , Hiroo Rahimi^{1,2}, Farzad Gangalikhani Hakemi^{1,2},
Najmeh Adelifar¹, Mohsen Asadi¹

1. Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2. Research and Technology Institute of Plant Production, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

Despite numerous reports on hard germination and growth of *Bunium persicum*, there is no published study on *B. cylindricum*. Although the amount of essential oils and phenolics is high in *B. persicum*, they are significant in *B. cylindricum* too. Plant development from seed cultivation to seed production took 3-4 years including the formation of cotyledon leaves, a uni- or bi-pinnate leaf, one tri-pinnate leaf, and two or more tri-pinnate leaves (rosette) with long petiole in the fourth year. During development, corm size increases, and in flowering years, along with rosette leaf formation, flowering stems are also formed and their number depends on corm size. Flowers were protandrous, without calyx with thin petals containing secretory epidermis. Tapetum is the secretory type and pollen is tricolporate, prolate (P/E 1.7), small size (24µm), ovate with striate-regulated sculpture. The Ovary is two-carpellate, inferior with apical placentation which its two cylindrical-linear mericarps are separated acropetally from the carpophore at maturity.

Introduction

Bunium (Apiaceae) has about 14-17 species in Iran. Secondary metabolites of some species of *Bunium*, especially *B. persicum*, have been studied. The antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, anti-diabetic, and other therapeutic properties of their essential oils have been reported. The presence of numerous essential oils in *B. cylindricum* indicates its medicinal importance. In some cases, the same names are used for different species, or different names are used for different populations of one species. In addition, some people mix fruits (seeds) of

* Corresponding Author: frezanejad@gmail.com



different species of *Bunium* and sell them as *B. persicum* in the markets. Therefore, the correct identification of species and their cultivation is important, particularly for species that are marketed. There are several reports about hard germination and cultivation and growth problems of *B. persicum*. However, there is no published study on the cultivation, life cycle, and vegetative and reproductive structures of *B. cylindricum*, except general descriptions in plant Flora's books. Kazemivash et al. (2020) reported that in *B. persicum*, the tapetum layer is secretory type; pollen grains are ovate and bi-porate; gynoecium is two-carpellate with lower ovary and schizocarpic fruits. Apiaceae pollen has been divided into five types: sub-rhomboidal (P/E=1–1.5), sub-circular (1–1.5), oval (1.5–2), sub-rectangular (2), and equatorially constricted (≥ 2). Fruit is a dry schizocarp composed of 2 mericarps that split apart at maturity acropetally. Mericarps have secretory ducts that cause good aroma and flavor in many plants of this family law. In the present study, species cultivation and seed formation were done for the first time. Further, the structure and development of vegetative and reproductive structures were studied and investigated.

Materials and Methods

The ripe seeds (mericarps) of *B. cylindricum* were collected from Sarduiyeh, Kerman province, Iran. They are cultivated in petri dishes, pots, and in plant habitat in a garden. Seed germination, the life cycle of the species, and different organ formation were studied until flower and seed/fruit formation. Fresh structures (corms, leaves, inflorescences, flowers, and fruits) in different developmental stages were studied and photographed using stereo and light microscopes or the naked eye. The pollen structure, P/E ratio, and pollen sculpture were studied using light and Scanning Electron Microscopy (SEM). Fruit size and the number of fruits in the umbellate were surveyed too. For anatomical studies, fresh flowers were fixed in FAA (formaldehyde: acetic acid: 70% ethanol, 5:5:90, v/v/v) for 24 h, washed with distilled water 4 times (each time for 5 min), dehydrated in 30%, 50%, 70%, 80%, and 100% ethanol series and embedded in paraffin. Then, 5 μm sections were cut by a rotary microtome (Micro-Tec, Germany), put on glass slides, stained by hematoxylin and eosin, observed by a light microscope, and photographed. The mean of seed germination, the polar and equatorial axis of pollen, and their ratio (P/E), as well as the average length of umbel rays and fruit, were measured.

Results and Discussion

Bunium is one of the medicinal plants with high economic and export value. There are no published studies on the cultivation, seed germination, and development of *B. cylindricum*. The study of the life cycle of *B. cylindricum* showed that the species produces flowers and fruits (seeds) 3-4 years after cultivation. In the first year, cotyledon leaves and a small underground part (corm) are formed, and its size increases during the following years producing compound rosette leaves and shoots. After cotyledon leaves, a uni- or bi-pinnate compound leaf with long petiole, then in the next year one tri-pinnate leaf and finally with increasing tuber size, tri-pinnate leaves (≥ 2) and flowering shoots are formed. There are several studies indicating hard plantation and germination of *Bunium* using different treatments for breaking dormancy without studying the next developmental stages till flowering. The present study optimized cultivation, seed germination, and flower and seed production in *B. persicum* for the first time. The abundance of flowers in broad umbellate inflorescences and secretory structures of pistils and petals help to attract pollinators confirming Linder (1998) who reported the effective role of inflorescences in pollination. Flowers were pentamerous,

protandrous, without calyx with thin petals containing secretory epidermis. Tapetum was secretory type and pollen grains were tricolporate, prolate (P/E 1.7), small size (24µm), ovate with striate-regulated sculpture according to Punt et al. (2007), Cerceau-Larrival and Roland-Heydacker (2013), Başer et al. (2021), and Kadluczka et al. (2022). Studies in *B. persicum* indicated secretory tapetum and bi-porate. The gynoecium is bicarpelate producing a schizocarp fruit in which its two mericarps are separated at maturity. Its distinctive flavors are due to fruit secretory cavities.

Conclusion

There are several studies reporting hard plantation and seed germination of *Bunium* genus, especially *B. persicum*. In this study, cultivation, seed germination, and seed production of *B. cylindricum* were optimized. Seed germination was $\geq 90\%$ and germinated seedlings produced fruits (seed) in the fourth year. Flowers were pentamerous, protandrous, without calyx with thin petals containing secretory epidermis. Pollen grains were tricolporate, prolate, small-sized, and ovate with striate-regulated sculpture. The fruit is a schizocarp consisting of two fused carpels that separate at maturity into two mericarps, each containing a single seed. Secretory ducts are distributed in the fruit pericarp.

Keywords: *Bunium cylindricum*, Seed Germination and Growth, Inflorescence and Flower, Cylindrical Fruit, Striate Pollen Ornamentation, Stylopodium and Carpophore.

کشت و چرخه زندگی زیره استوانه‌ای (*Bunium cylindricum*): تکوین اندام‌های مختلف

فرخنده رضانزاد^{۱*}، هیرو رحیمی^۱، فرزاد گنجعلیخانی^۲، نجمه عادل‌فر^۱، محسن اسدی^۱

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

^۲ پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

با وجود گزارش‌های متعدد از رویش سخت *Bunium persicum*، مطالعه منتشرشده‌ای در زمینه *B. cylindricum* دیده نشد. اگرچه میزان اسانس و فنلیک‌ها در زیره سیاه زیاد است، در *B. cylindricum* نیز درخور توجه‌اند. تکوین گیاه از کشت دانه تا تولید دانه، سه تا چهار سال طول می‌کشد و شامل تشکیل برگ‌های لپه‌ای، یک برگ یک- یا دو- بار شانه‌ای، یک برگ سه- بار شانه‌ای و تعدادی برگ سه- بار شانه‌ای (≥۲) طوقه‌ای (روزت) در سال چهارم است. طی نمو، بنه (کورم) بزرگ و در سال گل‌دهی، همراه با تشکیل برگ‌های طوقه‌ای با دم‌برگ بلند، ساقه و اجزای آن نیز تشکیل می‌شوند و تعداد برگ‌ها و ساقه‌های گل‌دهنده به اندازه بنه (کورم) بستگی دارد. گل‌ها بدون کاسبرگ با گلبرگ‌های نازک و پیش‌پرچی هستند. تاپی ترش‌حی، گرده کشیده، کوچک، تخم‌مرغی با تزئینات رگه‌دار (Striate)، Regulate یا حدواسط بودند. تخمدان دو برچه‌ای، زیرین با تمکن رأسی که دو میوه فندقه استوانه‌ای-خطی از محل کارپوفور بسوی سر باز می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *Bunium cylindricum*، کشت و رویش دانه، گل‌آذین و گل، میوه استوانه‌ای، تزئینات رگه‌دار گرده (Striate)، استیلوپودیوم و کارپوفور



مقدمه

Rezanejad, 2021). در جمعیت هند که دانه‌ها (میوه‌ها) از عطاری خریداری شده‌اند (اشاره به فروش میوه این گونه در ۵۰ سال قبل)، ترکیباتی مانند bornyl acetate, myristicin, dillapiole, β -selinene و selinen-4-ol, α , β , γ -elemene به‌عنوان ترکیبات اصلی شناسایی شده‌اند (Agarwal et al., 1974). وجود ترکیبات یادشده که ویژگی‌های دارویی آنها در مطالعه‌های مختلف گزارش شده‌اند، اهمیت دارویی گونه یادشده را نشان می‌دهد؛ از سوی دیگر، کومین آلدئید که بوی مطبوع زیره سیاه را ایجاد می‌کند، در این گونه گزارش نشده است و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی آن در مقایسه با زیره سیاه کمتر است (Adelifar & Rezanejad, 2021).

در برخی موارد، نام‌های یکسانی برای گونه‌های مختلف یا نام‌های گوناگونی برای گونه‌های مشابه ارائه می‌شوند؛ این امر به‌ویژه برای گونه‌هایی که به بازار عرضه می‌شوند، بسیار مهم است؛ زیرا شباهت ریختی اجزای گیاه و شناسایی نادرست آنها توسط مصرف‌کنندگان و فروشندگان و وجودداشتن سیستم شناسایی استاندارد سبب می‌شود گیاهان دارویی خام و اجزای آنها به‌طور تقلبی یا جایگزین وارد بازار شوند؛ برای نمونه، زیره استوانه‌ای یا روغنک (*B. cylindricum*) و دیگر گونه‌های زیره با زیره سیاه (*B. persicum*) مخلوط و در بازار فروخته می‌شوند، اما کیفیت و کارایی آنها کمتر است؛ بنابراین، شناسایی درست گونه‌های گیاهی و روش کشت آنها در رفع تقلب‌ها مؤثر است (Amiri & Joharchi, 2016).

سردۀ (جنس) زیره یا *Bunium L.* (Apiaceae) با حدود ۵۰ گونه در آسیا، اروپا و آفریقای شمالی توزیع شده است (Hayet et al., 2017). در سال‌های اخیر، پژوهشگران روسی این تاکسون را بر اساس تفاوت در توالی‌های مولکولی ITS و ETS از nrDNA به دو جنس جداگانه *Bunium* و *Elwendia* تقسیم کرده‌اند (Degtjareva et al., 2013)؛ باوجوداین، در بیشتر مطالعه‌ها، همان رده‌بندی پیشین دیده می‌شود و همه گونه‌ها در جنس *Bunium L.* قرار دارند. این جنس در ایران حدود ۱۴ تا ۱۷ گونه دارد که در بین آنها، دو گونه *B. lurestanicum* و *B. Wolffii* بومی ایران هستند (Mozaffarian, 2007).

بررسی فیتوشیمی برخی گونه‌ها به‌ویژه زیره سیاه نشان داده است عصاره میوه/دانه یا سایر بخش‌های آن دارای ویژگی‌های عملکردی مختلف از جمله ویژگی‌های ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد دیابتی و سایر ویژگی‌های درمانی است (Adelifar & Rezanejad, 2021).

مطالعه‌های انجام‌شده روی ترکیبات اسانس زیره استوانه‌ای یا روغنک (*B. cylindricum*) (Boiss. & Hohen) نشان داده‌اند ترکیبات اصلی آن در جمعیت شهرضا، ترپینول، جرماکرن B و D، ترانس کار یوفیلین، دیل آپپول، اسپاتولنول و گلوبولول هستند (Sefidkon et al., 2010). در مطالعه دیگری، آلفاپینن، بتاپینن، سیمن، لیمونن، اوسیمین و مریسین به‌عنوان ترکیبات اصلی در جمعیت ساردوئیه گزارش شده‌اند (Adelifar &

ترش‌حی و دانه‌های گرده‌ی بالغ بیضی‌شکل و دومنفذی هستند. در برش بخش زایشی، تخمدان دوخانه، تخمک واژگون و تک پوسته‌ای و نمو کیسه‌ی رویانی بر اساس تیپ پلی‌گونوم است (Kazemivash et al., 2020).

مطالعه‌های گرده‌شناسی در بیش از ۲۰۰۰ گونه از کرفسیان، پنج تیپ اساسی از بسیار ابتدایی تا بسیار تکامل یافته را معرفی کرده‌اند که به ترتیب عبارتند از: تیپ‌های فرولوزی، فروکروی، تخم‌مرغی، فروراست‌گوشه و در نمای استوایی منقبض یا جمع‌شده (equatorially constricted) (Yousefzadi et al., 2006; Cerceau-Larrival & Roland-Heydacker, 2013). در مطالعه‌های اخیر (Baser et al., 2021)، نسبت محور قطبی به استوایی (نسبت P/E) در نوع تخم‌مرغی به بیش از ۲ تغییر کرده است و این پژوهشگران با مطالعه روی گونه‌های مختلف *Ferula*، تزئینات مختلفی در ناحیه استوایی، ناحیه قطبی و اطراف منافذ روی سطوح گرده مشاهده کرده‌اند (Başer et al., 2021).

میوه در گیاهان تیره چتریان از نوع شیزوکارپ است که از دو میوه کوچک‌دانه به نام مریکارپ ساخته می‌شود؛ هر مریکارپ دارای یک قسمت مسطح (محلی که دو نیمه به یکدیگر اتصال داشته‌اند) و یک قسمت محدب است. مریکارپ‌ها اغلب نواری و گاهی اوقات بال‌دار هستند. مریکارپ‌های شیزوکارپ تا زمانی که دو دانه به‌طور کامل برسند، به یکدیگر متصل می‌مانند و در این زمان، تنها در محل خطوط تعیین شده جدا می‌شوند. مریکارپ‌ها دارای مجاری ترش‌حی (جایگاه روغن‌های فرار) در برابر خود هستند که ممکن است در تراکم کمتر در بخش‌های دیگر گیاه نیز یافت

استان کرمان یکی از زیستگاه‌های مهم جنس *Bunium* L. (Apiaceae) در ایران است؛ به‌طوری که زیره سیاه (*B. persicum*) را زیره کرمانی نیز می‌نامند. گزارش‌های متعددی درباره مشکلات کشت و رویش سخت یا ناممکن زیره سیاه وجود دارند، اما مطابق مطالعه‌های کتابخانه‌ای، مطالعه منتشرشده‌ای در زمینه کشت، چرخه زندگی و ساختارهای رویشی و زایشی *B. cylindricum* وجود ندارد و مطالعه‌ها به شرح عمومی درباره ظاهر گونه محدود می‌شوند که در فلور ایرانیکا و فلور ایران و کلید مربوط به آن اشاره شده است (Mozaffarian, 2007)؛ در این مطالعه‌ها به ویژگی‌های زیر اشاره شده است: ظاهر سبز کلمی، ارتفاع ساقه ۱۵ تا ۳۵ سانتی‌متر و از قاعده منشعب، برگ‌ها ۲ تا ۳ بار شانهای، شعاع‌های چتر ۵ تا ۱۰ تایی، نامساوی و به طول ۲۵ تا ۷۰ میلی‌متر، چترک‌ها ۱۰ تا ۱۵ گلی، نامساوی به طول ۱ تا ۶ میلی‌متر، میوه‌ها به طول ۶ تا ۶ میلی‌متر، استوانه‌ای با دو انتهای باریک‌شده و پره‌های ضخیم، مریکارپ دوتایی، پایک خامه (خامه پا) تخت و خامه‌ها به طول حدود ۱ میلی‌متر، فصل گل و میوه‌دهی اواخر بهار تا اوایل تابستان (Mozaffarian, 2007)؛ بنابراین در مطالعه حاضر، کشت، چرخه زندگی و ساختارهای رویشی و زایشی گونه یادشده مطالعه شد. مطالعه اندکی در زمینه تکوین ساختارهای زایشی در این سرده انجام شده است و مطابق مطالعه‌های کتابخانه‌ای، Kazemivash et al. (2020) تکوین ساختارهای زایشی در زیره سیاه (*B. persicum*) را مشاهده و گزارش کرده‌اند بساک از نوع چهار کیسه گرده‌ای (تتراسپورانژی)، لایه مغزی از نوع

قطبی و استوایی، نسبت محور قطبی به استوایی و شکل گرده نیز مطالعه شد.

به منظور مطالعه با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM)، پس از جمع آوری گل‌های بالغ، بساک‌ها جدا و در شرایط آزمایشگاه خشک و دانه‌های گرده روی پایه‌های آلومینیومی دارای نوار چسب دوطرفه پخش شدند. پس از پوشش دهی با طلا به کمک دستگاه magnetron sputtering نمونه با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) متصل به کامپیوتر، مدل (Cam Scan Hitachi SU3500) بررسی شد و تزئینات بخش‌های مختلف گرده مطالعه شدند (Rezanejad, 2008).

در بررسی میوه، طول میوه، تعداد میوه‌ها و وضعیت استیلوپودیوم مطالعه شد.

در مطالعه‌های تشریحی، نمونه‌های مطالعه شده به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در محلول FAA تثبیت و سپس در سری‌های رو به افزایش اتانول قرار داده شدند. به منظور پارافین دهی، محلول‌های رو به افزایش تولوئن (حلال پارافین)، مخلوط پارافین-تولوئن و سپس پارافین خالص استفاده شدند. پس از قالب‌گیری در پارافین، برش‌گیری با میکروتوم دستی و سپس پارافین‌زدایی و رنگ‌آمیزی انجام شد. نمونه‌های رنگ‌آمیزی شده با چسب انتالن چسبانده و سپس با میکروسکوپ نوری الیمپوس مطالعه و عکس‌برداری شدند (Rezanejad et al., 2021).

میانگین رویش دانه در نمونه‌های شاهد و پیش‌ تیمار سرما با نرم‌افزار SPSS Ver 27.0 و آنالیز آماری Duncan با سطح معناداری ۵ درصد مقایسه شد. در مطالعه حاضر، محور قطبی و استوایی گرده و

شوند. این روغن‌های فرار سبب ایجاد عطر و طعم خوب در بسیاری از گیاهان خانواده چتریان می‌شوند (Lawton, 2007).

در مطالعه حاضر، برای نخستین بار کشت دانه این گونه تا مرحله تشکیل دانه انجام شد؛ همچنین ساختار اندام‌های رویشی و تکوین آنها از جمله بنه (کورم)، برگ‌ها، ساقه و نیز ساختارهای زایشی مانند ساختار گل‌آذین، گل، مادگی و گرده مطالعه و بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه رویش دانه *B. cylindricum* دانه‌های (میوه‌های) رسیده از ساردوئیه (شهرستان جیرفت، استان کرمان) جمع‌آوری شدند و در آزمایشگاه، درون پتری‌دیش و گلدان‌های واجد پرلیت در پیش‌تیمار سرما با دمای ۵ تا ۷ درجه سانتی‌گراد تا شروع جوانه‌زنی قرار گرفتند؛ سپس به اتاقک رشد با دمای ۲۳/۱۹ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۵ درصد منتقل شدند؛ سه تکرار در هر دو شرایط پتری‌دیش و پرلیت تهیه و مقداری دانه درون باغی در زیستگاه گیاه کشت شد.

به منظور مطالعه‌های ریخت‌شناختی و تکوینی، بخش‌های مختلف گیاه شامل کورم، برگ‌ها، گل‌آذین‌های چتر و چترک، گل‌ها و میوه در مراحل تکوینی مختلف به طور تازه و با استریومیکروسکوپ و در موارد ممکن، بدون به کارگیری میکروسکوپ مطالعه و عکس‌برداری شدند.

به منظور مطالعه ریخت‌شناسی گرده با میکروسکوپ نوری، بساک‌های بالغ روی لام واجد یک قطره آب قرار گرفتند و پس از ریختن دانه‌های گرده روی لام، مطالعه و بررسی شدند. طول محور

گونه در زیستگاه‌های خود پراکنش زیادی دارد؛ به‌ویژه در سال‌هایی که بارندگی در اسفند و فروردین خوب باشد و چرا نشود (شکل ۲). گیاه با ظاهر علفی در مرحله گل‌دهی به طول حدود ۲۵ تا ۳۵ سانتی‌متر است و ساقه گل‌دهنده گل‌آذین‌های چتر متعددی ایجاد می‌کند. مطالعه ساختار گل نشان داد کاسبرگ‌ها و کاسه گل وجود ندارند، جام گل دارای ۵ گلبرگ سفید متمایل به بنفش است و دسته آوندی مرکزی هر گلبرگ برجسته و مشخص است و بخش انتهایی هر گلبرگ به سمت درون خم شده است و یک شیار در این محل ایجاد می‌شود و ظاهر قلبی شکل می‌گیرد (شکل ۲). برش تشریحی گلبرگ و نیز نازک بودن آن، افزایش ضخامت در بخش میانی (محل دسته آوندی) و وجود مجرای ترش‌حی در این محل را نشان می‌دهد (شکل‌های ۳ و ۴). همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود به‌جز بخش میانی، گلبرگ نازک و محدود به چند لایه سلول است و اپیدرم بیرونی و درونی به‌طور ترش‌حی و دارای سلول‌های مخروطی شکل شبیه کرک است (شکل ۳).

نافه گل شامل ۵ پرچم متناوب با گلبرگ‌هاست که ابتدا در غنچه گل به‌طور خمیده (ستاره در شکل ۲) هستند و پس از باز شدن گل به‌طور راست قرار می‌گیرند. پیش‌پرچمی (پروتوآندری) در گل دیده می‌شود و زمانی که پرچم‌ها آماده‌گرده‌افشانی هستند، هنوز خامه‌ها بسیار کوتاه هستند و کلاله‌ها آماده پذیرش گرده نیستند (شکل ۲).

نسبت آنها و میانگین طول شعاع‌های چتر و میوه اندازه‌گیری شد.

نتایج

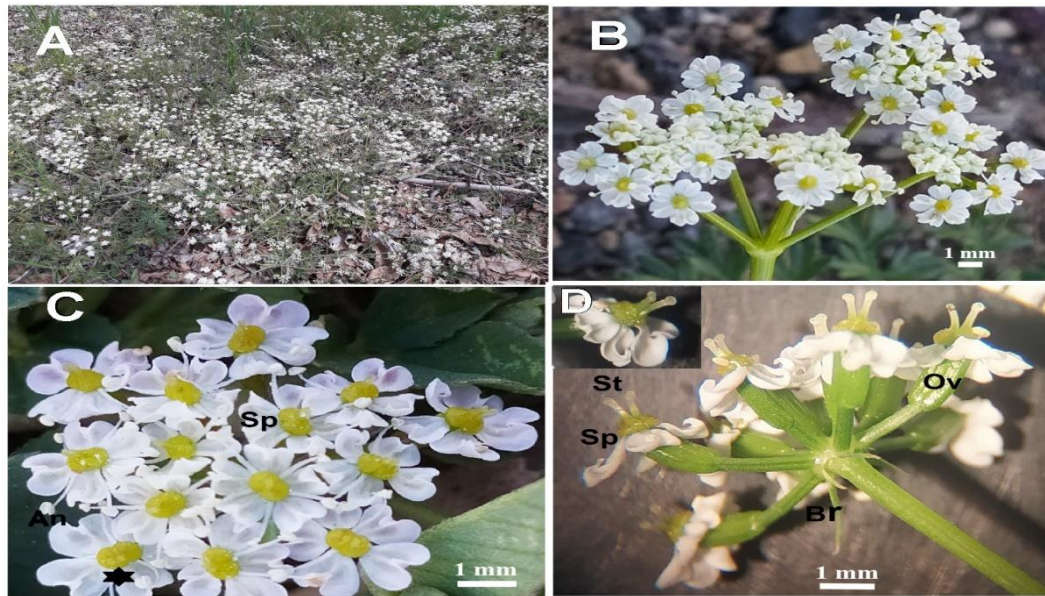
رویش دانه (میوه)

مطالعه رویش دانه نشان داد پیش‌تیمار سرما نقش مهمی در رویش دانه دارد و پس از حدود ۳۰ تا ۴۵ روز سرمادهی، بیش از ۹۰ درصد دانه‌ها رویش و دانه‌رست دوبرگی (دو برگ لپه‌ای) را ایجاد می‌کنند؛ در ادامه، یک بخش زیرزمینی ذخیره‌ای کوچک شکل گرفت و یک برگ مرکب یک یا دو بار شانه‌ای با دم‌برگ بلند روی آن تشکیل شد که طول دم‌برگ آن حدود ۳ تا ۶ سانتی‌متر بود. طی مراحل نموی بعدی، اندازه غده افزایش یافت و برگ (برگ‌های) مرکب سه بار شانه‌ای از آن نمو یافتند که در سطح خاک، حالت روزت یا طوقه‌ای داشتند؛ پس از این مرحله و همراه با تشکیل برگ‌های طوقه‌ای، ساقه نیز تشکیل شد و روی آن برگ‌های شانه‌ای معمولی و رشته‌مانند تشکیل شدند. دم‌برگ این برگ‌ها به سمت انتهایی ساقه به‌ویژه در برگ‌های رشته‌ای برخلاف برگ‌های طوقه‌ای بسیار کوتاه بود. این ساقه، گل‌آذین‌های چتر مرکب را تولید کرد که دارای ۷ تا ۱۰ چترک یا شعاع چتر نامساوی بودند. دم‌گل‌آذین چترک یا شعاع‌های چتر بلند و به طول ۲ تا ۳ سانتی‌متر بود. در هر چترک، ۹ تا ۱۶ گل نر - ماده وجود داشت که دم‌گل نامساوی داشتند و طول آنها بین ۱ تا ۶ میلی‌متر متغیر بود (شکل‌های ۱ و ۲).



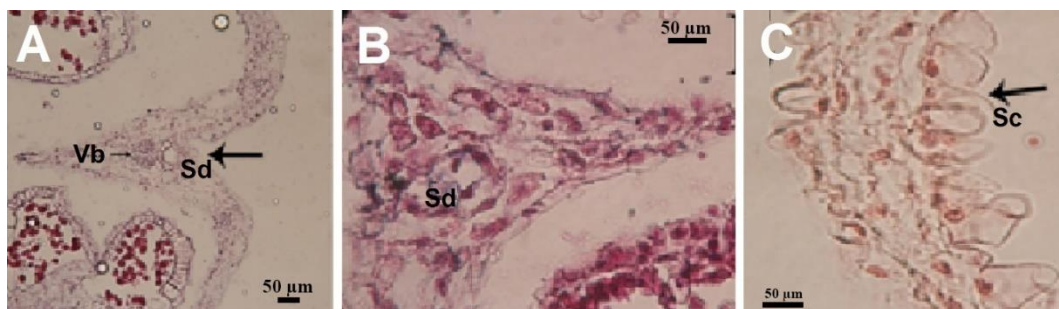
شکل ۱- (A-I) کشت زیره، تکوین برگ‌های مختلف، بخش زیرزمینی (کورم) و گل آذین در *B. cylindricum* (A, B). کشت گلدانی *B. cylindricum* در پرلیت، (B) دانه‌رست دارای برگ‌های لپه‌ای کشت‌شده در خاک باغ، (C و D) دانه‌رست دارای یک برگ دو بار شانه‌ای با دم‌برگ بلند (در D، بخش عمده دم‌برگ درون خاک قرار دارد)، (E) گیاهان جوان با یک برگ مرکب سه بار شانه‌ای طوقه‌ای، (F) گیاهان جوان با تعدادی برگ مرکب سه بار شانه‌ای با دم‌برگ بلند که در ابتدای فصل هستند، (G) تشکیل ساقه گل‌دهنده که دارای برگ‌های مرکب دو بار شانه‌ای با دم‌برگ به نسبت کوتاه است و گل آذین‌های چتر مرکب در حال نمو هستند، (H و I) گیاه بالغ در مرحله گل‌دهی دارای تعدادی برگ مرکب سه بار شانه‌ای طوقه‌ای و ساقه‌های گل‌دهنده و علاوه بر برگ‌های طوقه‌ای، برگ‌های دو بار شانه‌ای و برگ‌های نخ‌شکل (رشته‌ای) نیز دیده می‌شوند. کورم در مراحل نمو مختلف دیده می‌شود. پیکان‌ها، برگ‌های نخ‌شکل را نشان می‌دهد.

Figure 1- A-I, Cultivation of *B. cylindricum*, development of different leaves, corm and inflorescence. A. Plant cultivation in pots containing perlite, B. Seedlings with cotyledon leaves planted in garden, C, D. Seedlings with a bi-pinnate compound leaf containing a long petiole (in D., most of petiole length is in the soil), E Young plants with a rosette and tri-pinnate compound leaf, F. Young plants with tri-pinnate leaves and long petioles at the beginning of growth season (early spring), G. Flowering stem formation containing bi-pinnate leaves with relatively short petioles. In this stage, compound umbellate inflorescences are developing, H and I. The mature plant in the flowering stage containing 2-5 tri-pinnate leaves (rosette leaves) and flowering stems, bi-pinnate leaves and leaves were formed on these branches. Corms can be seen in different developmental stages. Arrows indicate filiform leaves.



شکل ۲- A-D) پراکنش در زیستگاه اصلی و ساختار گل آذین (چتر) مرکب، چترک‌ها و گل در *B. cylindricum* (A) پراکنش و ظاهر علفی گیاه در مرحله گل دهی (در باغی در ساردوئیه)، B-D) ساختار گل آذین (چتر) مرکب، چترک‌ها، گل و میوه (در شکل B، گل آذین چتر مرکب دیده می‌شود که شعاع‌های چتر طول نامساوی دارند و چترک‌های درونی و گل‌های درونی هر چترک هنوز در مرحله غنچه گل هستند و در C، نظم متقارن گل، پرچم‌های متناوب با جام گل (ستاره، پرچم جوان خمیده را نشان می‌دهد)، پایک خامه (خامه‌پا یا استیلوپودیوم) و کلاله-خامه‌های کوتاه آشکار هستند و در D، تخمدان زیرین در حال نمو به میوه‌های شیزوکارپ تشکیل شده از دو مریکارپ دیده می‌شود. کلاله کروی (غده‌ای شکل) در انتهای خامه به نسبت طویل دیده می‌شود. طول دم میوه‌ها متفاوت است. شکل قلبی گلبرگ‌ها، برگشتگی به درون و ایجاد شیار در آنها در C و D آشکار است. Sp: خامه‌پا یا استیلوپودیوم، St: کلاله، Br: براکتول، Ov: تخمدان، An: بساک

Figure 2- A-D, Distribution *B. cylindricum* in its habitat and structure of compound inflorescences (umbels, umbellate), and flowers. A. The species distribution with herbaceous appearance in the flowering stage (in a garden in Sarduiyeh), B-D the structure of umbels, flowers and fruits, in figure B, the umbel rays with unequal length are seen that internal rays as well as internal flowers are younger than outer ones. In C, actinomorphic flowers, stamens alternate with calyx (star indicates young curved stamen), stylopodium and short styles-stigmas are evident, in D, lower (inferior) ovaries developing into schizocarp fruits consisting of two mericarps are seen, the spherical (glandular) stigmas, relatively long styles and fruits with unequal tail are seen. Petals are heart shaped and inward in central part (main vascular bundle) (C, D). Sp: stylopodium, St: stigma, Br: bracteole, Ov: ovary, An: Anther.

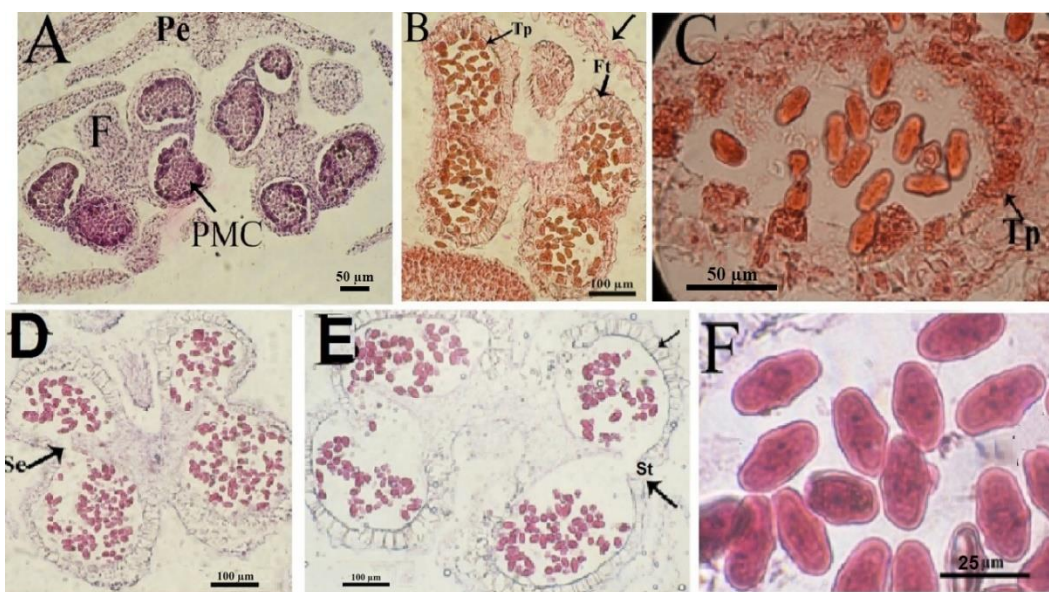


شکل ۳- A-C) ساختار تشریحی گلبرگ. در بخش میانی گلبرگ، دسته آوندی و مجرای ترشحی دیده می‌شوند؛ همچنین لایه‌های باقی در این بخش بیشتر هستند (A و B). در C، ساختار گلبرگ در کناره‌ها که سلول‌های مخروطی شکل و ترشحی اپیدرم بیرونی و درونی را نشان می‌دهد. Vb: دستجات آوندی، Sd: مجرای ترشحی، Sc: سلول‌های ترشحی

Figure 3- A-C) Petals anatomy. In the middle part of the petal, vascular bundles and secretory ducts are seen, also there are more tissue layers in this part (A and B). C. Secretory epidermis in both outer and inner sides showing the cone-shaped secretory cells. Vb: vascular bundle, Sd: secretory duct, Sc: secretory cells

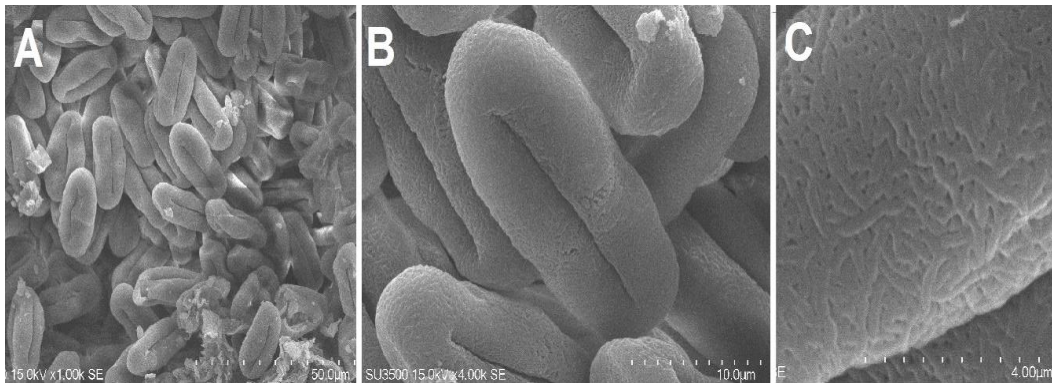
آنها، طول محور قطبی از استوایی بزرگ‌تر است و در گروه تخم‌مرغی (ovate) یا بیضی‌شکل (elliptic) هستند که محور قطبی حدود ۲۴/۲ میکرومتر و محور استوایی ۱۴ میکرومتر و نسبت P/E برابر ۱/۵ تا ۲ (۱/۷۴) است (شکل ۴). مطالعه ساختار گرده با استفاده از گرده‌های بالغ جمع‌آوری شده از بساک در مرحله شکوفایی با میکروسکوپ نوری و الکترونی، شکل کشیده گرده و بیضی‌شکل آن را نشان داد. مشاهده تزئینات گرده با میکروسکوپ الکترونی نشان داد تزئینات اگزین رگه‌دار (Striate) و Regulate (یا حدواسط Strate-Regulate هستند (شکل‌های ۴ و ۵).

ساختار تشریحی بساک نشان داد لایه‌های دیواره بساک شامل اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی (گذر) و لایه تغذیه‌ای (تاپی) هستند. لایه تاپی که در بساک‌های جوان مشاهده می‌شود، طی نمو در محل خود تجزیه و سبب تمایز دانه گرده می‌شود؛ بنابراین از نوع ترش‌حی است. پیش از شکوفایی، تیغه یا سپتوم سبب جدایی دو کیسه گرده در هر نیمه بساک می‌شود، اما طی شکوفایی، این بخش تجزیه و هر نیمه بساک به یک خانه تبدیل می‌شود؛ سپس لایه مکانیکی از محل منفذ (استومیوم) سبب شکوفایی بساک و رهایی دانه‌های گرده می‌شود (شکوفایی از نوع طولی و برون‌گشا). دانه‌های گرده کشیده هستند و در



شکل ۴- A-H) ساختار بساک و گرده در *B. cylindricum*. A, B) ساختار بساک کامل با چهار حفره یا کیسه گرده آن دیده می‌شود که در A، دانه‌های گرده در حال تمایز هستند و لایه تاپی یا لایه تغذیه‌ای به شکل لایه‌ای با رنگ‌پذیری زیاد در اطراف سلول‌های مادر گرده دیده می‌شود. در D و E، بساک در حال شکوفایی طولی برای رهایی دانه‌های گرده دیده می‌شود. در C و F به ترتیب دانه‌های گرده در حال نمو و بالغ دیده می‌شوند. PMC: سلول مادر گرده، Pe: گلبرگ، F: رابط بساک، Tp: لایه تاپی، Ft: بافت فیبری (لایه مکانیکی)، St: منفذ، Se: تیغه

Figure 4- A-H, anther and pollen structure in *B. cylindricum*. A, B. Anther structure comprising its four wall layers and pollen sacs, pollen grains are differentiating and tapetum layer shows on and high stainability. D, E. Anther dehiscence and releasing pollen grains. C, F. Respectively developing and mature pollen grains. PMC: pollen mother cells, Pe: petal, F: anther filament, Tp: tapetum layer, Ft: fibrous tissue (mechanical layer), St: pore (stomium), Se: septum



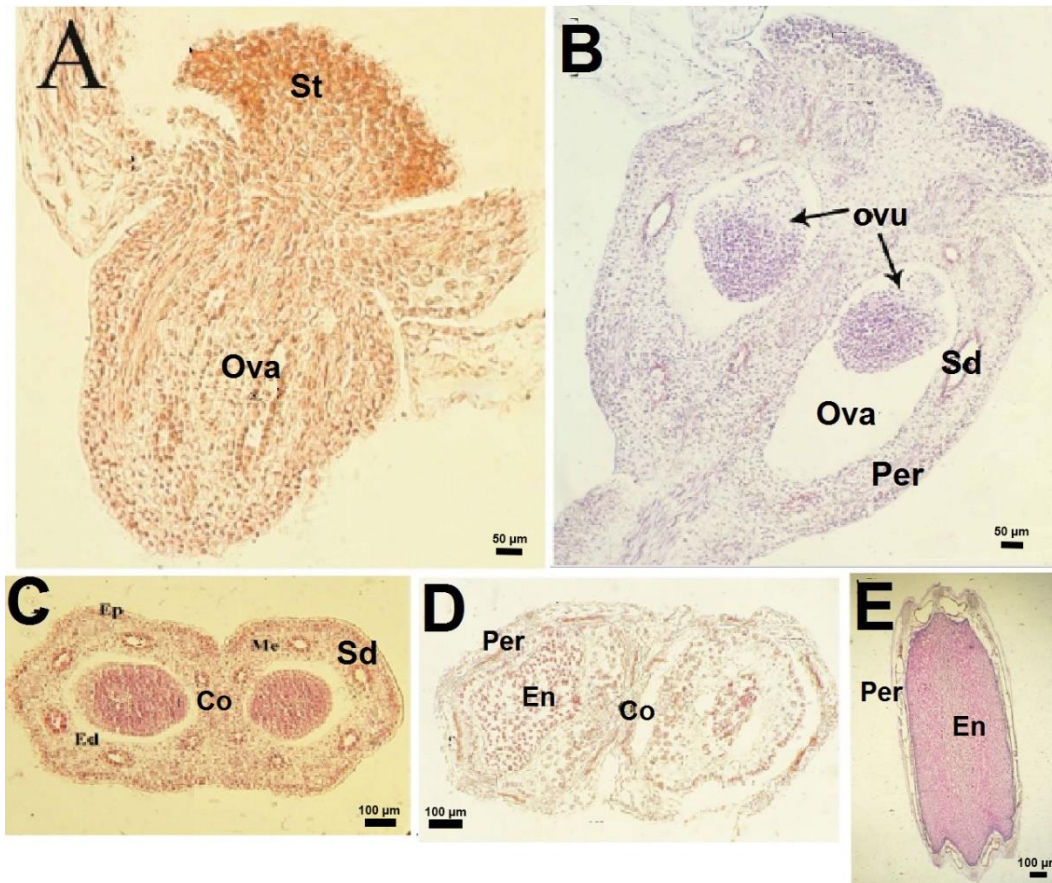
شکل ۵- A-C) ساختار گرده با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) در *B. cylindricum*. شکل کشیده دانه‌های گرده و تزئینات رگه‌دار (Striate) و Regulate یا حدواسط Strate-Regulate مشاهده می‌شود.

Figure 5- A-C. Scanning electron microscope photographs of pollen grains in *B. cylindricum*, pollen grains are prolate with striate, regulate or strate-regulate ornamentation.

تشکیل می‌دهد و رویان به شکل ساختار کوچکی در یک بخش آن قرار دارد (شکل‌های ۶ و ۷). میوه استوانه‌ای و به طول حدود ۶/۲ میلی‌متر است و هنگام بلوغ، مریکارپ‌ها از محل کارپوفور از قاعده از هم جدا می‌شوند. در سطح میوه، شیارها و برجستگی‌هایی دیده می‌شوند که برجستگی‌ها، لبه یا پره (rib) نامیده می‌شوند (شکل‌های ۶ و ۷).

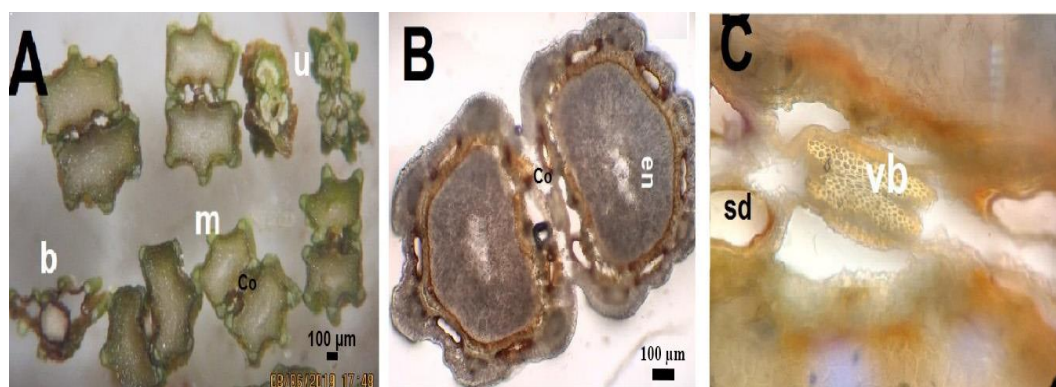
تعداد میوه بین ۱۰ تا ۱۲ عدد متغیر است و طی بلوغ به رنگ قهوه‌ای روشن دیده و پره‌ها (ribs) به شکل برجستگی‌های رگه‌مانند روشن تری آشکار می‌شوند. دو فندقه رسیده از پایین به بالا شکوفا می‌شوند و کارپوفور متصل به دم میوه باقی می‌ماند و هنوز در انتها به دو فندقه متصل است. دوبرخی شدن کارپوفور در انتها دیده می‌شود (شکل ۸).

مادگی دوبرچه‌ای و پیوسته‌برچه با تخمدان زیرین است. خامه‌ها در قاعده پهن و عریض شده‌اند و دیسک نوش‌جای یا پایک خامه‌ای (استیلوپودیوم) را می‌سازند. در هر تخمدان، یک تخمک واژگون وجود دارد که به رأس تخمدان متصل و نشان‌دهنده تمکن رأسی (Apical Placentation) است. دو برچه در سطح بین‌فندقه‌ای (commissural side) به یکدیگر متصل هستند و کارپوفور در مرکز این سطح قرار دارد. طی نمو، فرابر تخمدان که در مراحل اولیه نمو رشد می‌یابد و دارای ساختارهای ترشعی است (به‌ویژه میان‌بر یا مزوکارپ)، به شکل یک لایه نازک و خشک اطراف دانه را احاطه می‌کند و نوعی فندقه به نام شیزوکارپ را ایجاد می‌کند که دو فندقه‌ای است و هر فندقه، مریکارپ نامیده می‌شود و ظاهری دانه‌مانند دارد. اندوسپرم سلولی بخش عمده دانه را



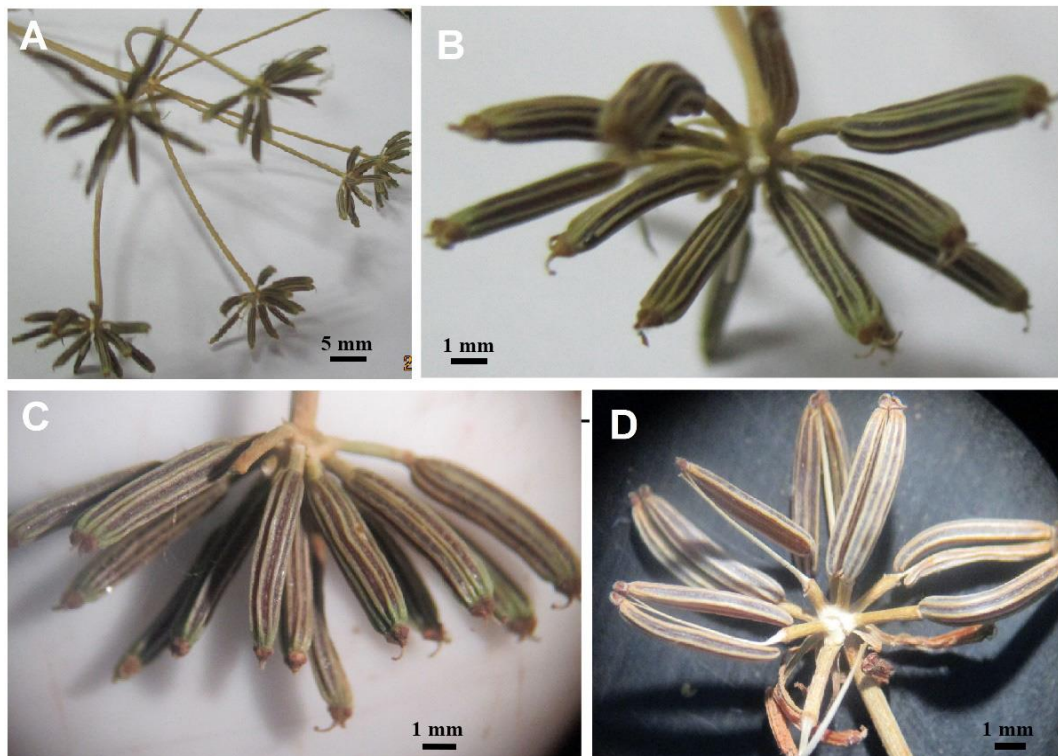
شکل ۶- ساختار تشریحی مادگی، تخمدان، میوه شیزوکارب (دو فندقه‌ای) و مریکارپ‌های (فندقه‌های) آن در *B. cylindricum*. St: کلاله، Ovu: تخمک، Ova: تخمدان، En: اندوسپرم، Ex: برون‌بر، Ed: درون‌بر، Me: میان‌بر، Vb: دستجات آوندی، Co: سطح بین مریکاری (commissure)، Sd: حفره (مجرای) ترشگی، Per: فرابر.

Figure 6. Anatomical characteristics of pistil, ovary, schizocarp fruit and its mericarps in *B. cylindricum*. St: stigma, Ovu: ovule, Ova: ovary, En: endosperm, Ex: exocarp, Ed: endocarp, Me: mesocarp, Vb: vascular bundle, Co: commissure, Sd: secretory duct, Per: pericarp



شکل ۷- ساختار میوه در *B. cylindricum*: vb: دستجات آوندی، sd: مجاری ترشگی (vittae)، Co: سطح بین مریکاری (Commissure)، en: اندوسپرم، u: بخش بالایی، m: بخش میانی، b: بخش پایینی

Figure 7- Fruit structure in *B. cylindricum*, vb: vascular bundle, sd: secretory ducts (vittae), Co: Commissure, en: endosperm, u: upper, m: middle, b: base



شکل ۸- ساختار میوه بالغ در *B. cylindricum*. جدا شدن دو میوه فندقه از سطح بین مریکاری از قاعده به سوی سر دیده می‌شود، کارپوفور متصل به دم میوه و نیز دوبخشی شدن آن در بخش انتهایی دیده می‌شود.

Figure 8. Mature fruit in *B. cylindricum*, two mericarps are detaching from carpophore acropetally, bifid (cleft to various degrees in apical side) carpophore is attached to fruit peduncle (tail).

بهد و چاقی برای این جنس به‌ویژه *B. persicum*
گزارش شده است. فیتوشیمی این گیاه به‌طور گسترده مطالعه و مشاهده شده است عصاره میوه/دانه دارای ویژگی‌های عملکردی مختلف از جمله ویژگی‌های ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد دیابتی و سایر ویژگی‌های درمانی است؛ پژوهشگران این ویژگی‌ها را به ترکیبات مؤثره به‌ویژه ترکیبات ترپنی نسبت داده‌اند (Rahimi et al., 2010; Adelifar & Rezanejad, 2020; Bansal et al., 2023) این ماده به‌عنوان ضد تشنج، ضد دیابت، ضد آسم، ضد اسپاسم، ضد صرع، ضد انسداد و افزایش دهنده شیر مادر استفاده می‌شود (Miraj, 2016).

بحث

جنس *Bunium* L. که یکی از مهم‌ترین گونه‌های آن، *B. persicum* (با نام‌های محلی زیره سیاه، زیره ایرانی و زیره کرمانی) است، از جمله گیاهان دارویی با ارزش اقتصادی و صادراتی بسیار است. این گیاه برای مصارف آشپزی به‌عنوان ادویه و در غذاها و نوشیدنی‌ها مانند پخت‌وپز نان، برنج، ماست، پنیر و در محصولات شیرینی‌پزی استفاده می‌شود (Aminzare et al., 2017; Sharififar et al., 2010). این گیاه در عطر و لوازم آرایشی کاربرد دارد (Salehi et al., 2008) و چندین اثر درمانی در طب سنتی و مدرن از جمله کاربرد این گیاه در معالجه دستگاه گوارش، سوءهاضمه، سردردهای مزمن، اسهال و به‌منظور بهبود عملکرد

تحریک رویش استفاده شده است (Robinson, 1954; Khosravi, 1994; Bonyanpour & Khosh-Khui, 2001; Sharifi & Pouresmael, 2006; Ghasemi et al., 2012; Saeidnejad et al., 2013; Emamipoor & Maziah, 2014; Mardani et al., 2015; Talezade et al., 2019; Thakur & Dutt, 2019; Singh et al., 2021). حال حاضر، این گیاه در فهرست گونه‌های در معرض خطر قرار دارد (Bansal et al., 2023).

تجمع گل‌ها که به نسبت کوچک هستند و تشکیل گل‌آذین و ساختار خامه‌پا و گلبرگ‌ها که دارای ساختار ترش‌حی هستند، به جلب گرده‌افشان‌ها و موفقیت تولیدمثلی کمک می‌کند. Linder (1998) گزارش کرده است تجمع گل‌های فراوان در گل‌آذین‌های وسیع چتری در این تیره حشرات را از مسافت دور جلب می‌کند و این امر در گرده‌افشانی بسیار مؤثر است (Linder, 1998). مطالعه در زمینه ساختار و تکوین گل، گرده و میوه در این جنس بسیار کم است. Kazemivash et al. (2020) تکوین گل در زیره سیاه را مطالعه و به وجود تخمدان دوخانه، زیرین، تخمک واژگون، وجود ساختارهای ترش‌حی در بخش‌های مختلف گیاه، بساک از نوع چهار کیسه گرده‌ای (تتراسپورائژی)، لایه مغذی از نوع ترش‌حی و دانه‌های گرده بالغ بیضی‌شکل و دومنفذی اشاره کرده‌اند. در گونه مطالعه‌شده، کاسبرگ‌ها و کاسه گل مشاهده نمی‌شوند، گلبرگ‌ها بسیار نازک و ظریف با هر دو اپیدرم زیرین و زیرین ترش‌حی و کرک‌مانند هستند. پیش‌پرچی (پروتوآندری) در گل مشاهده نمی‌شود و زمانی که پرچم‌ها آماده گرده‌افشانی هستند، هنوز خامه‌ها بسیار کوتاه و کلاله‌ها آماده پذیرش گرده نیستند که این موضوع نیاز به دگرافشانی و

مطالعه چرخه زندگی *B. cylindricum* نشان داد گیاه قادر است طی ۳ تا ۴ سال وارد مرحله گل‌دهی و تشکیل میوه شود. در بین گونه‌های مختلف سرده *Bunium*، گونه یادشده در گروه گونه‌هایی است که زودگل‌ده هستند و از اواخر اسفند تا اوایل فروردین گل‌ها ظاهر می‌شوند و این مرحله تا پایان اردیبهشت ادامه دارد و در بازه زمانی فروردین-اردیبهشت، گل و میوه روی گیاه دیده می‌شود. در سال اول، بخش زیرزمینی (کورم) بسیار کوچکی تشکیل می‌شود که در سال‌های بعد، اندازه آن افزایش می‌یابد و در نتیجه، شاخساره‌های بیشتری تشکیل می‌دهد. پس از برگ‌های لپه‌ای، یک برگ مرکب دو بار شانه‌ای با دم‌برگ بلند تشکیل می‌شود و با افزایش اندازه غده، برگ (برگ‌های) مرکب سه بار شانه‌ای با دم‌برگ‌های بلند از کورم تشکیل می‌شوند که غالباً درون خاک هستند و برگ‌های در سطح خاک دور از یکدیگرند و حالت روزت یا طوقه‌ای را نشان می‌دهند. پس از این مرحله و همراه با تشکیل برگ‌های طوقه‌ای، ساقه از سطح کورم تشکیل می‌شود و روی آن برگ‌های شانه‌ای معمولی و رشته‌مانند و گل‌آذین‌های چتر مرکب شکل می‌گیرند. مطابق بررسی‌های کتابخانه‌ای، مطالعه منتشرشده‌ای در زمینه کشت آزمایشگاهی یا مزرعه‌ای این گونه مشاهده نشد و مطالعه‌های انجام‌شده روی این جنس به زیره سیاه (*B. persicum*) محدود می‌شوند و بیشتر مطالعه‌ها درباره این گونه نیز در زمینه مرحله جوانه‌زنی و شکست خواب آن هستند و مطالعه‌ای درباره چرخه زندگی آن پس از رویش وجود ندارد. در تمام مطالعه‌ها به رویش سخت اشاره و از تیمارهای مختلف برای

کرفسیان، پنج تیپ اساسی از بسیار ابتدایی تا بسیار تکامل یافته را معرفی کرده‌اند که به ترتیب عبارتند از: تیپ‌های فرولوزی، فروکروی، تخم‌مرغی، فروراست گوشه و در نمای استوایی منقبض یا جمع شده (equatorially constricted) (Yousefzadi et al., 2006; Cerceau-Larrival & Roland-Heydacker, 2013). در مطالعه‌های اخیر (Baser et al., 2021)، نسبت P/E در نوع تخم‌مرغی به بیش از ۲ تغییر کرده است. در مطالعه حاضر، نسبت محور قطبی به استوایی (P/E) بین ۱/۵ تا ۲ متغیر بود؛ بنابراین مطابق رده‌بندی‌های یادشده، این جنس در گروه گیاهان پیشرفته، یعنی گیاهانی که نسبت P/E در گرده آنها به بیش از ۱/۵ می‌رسد، قرار دارد (Başer et al., 2021).

(Kadluczka et al., 2022) در مطالعه‌های خود در زمینه ویژگی‌های ریختی گرده هویج گزارش کرده‌اند مطابق رده‌بندی (Halbritter, 2018)، گرده بر اساس نسبت P/E به انواع زیر گروه‌بندی می‌شود: دانه‌های گرده بسیار کوچک (>۱۰ میکرومتر)، کوچک (۲۵-۱۰ میکرومتر)، متوسط (۵۰-۲۶ میکرومتر)، بزرگ (۱۰۰-۵۱ میکرومتر) و بسیار بزرگ (>۱۰۰ میکرومتر). نتایج ما نشان دادند گونه مطالعه شده دارای دانه‌های گرده کوچک اندازه است (Kadluczka et al., 2022).

مادگی دوبرچه‌ای و پیوسته‌برچه با تخمدان زیرین و تمکن انتهایی است. خامه‌ها در قاعده پهن و عریض می‌شوند و دیسک نوش‌جای یا پایک خامه‌ای (استیلوپودیوم) را می‌سازند. دو برچه در سطح بین‌فندقه‌ای (commissural side) به یکدیگر متصل هستند و کارپوفور در مرکز این سطح قرار دارد. طی نمو میوه و دانه، میزان اندوسپرم افزایش

گرفته‌افشانی از طریق حشرات را نشان می‌دهد. لایه‌های بساک شامل اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی (گذر) و لایه تغذیه‌ای (تاپی) هستند که لایه تاپی از نوع ترش‌حی است و این یافته با نتایج (Kazemivash et al., 2020) در زمینه زیره سیاه هماهنگ است (Kazemivash et al., 2020). دانه‌های گرده در گروه تخم‌مرغی (ovate) یا بیضی‌شکل (elliptic) یا کشیده (prolate) قرار دارند، کشیده هستند و در آنها، طول محور قطبی از استوایی بزرگ‌تر است (محور قطبی حدود ۲۴/۲ میکرومتر و محور استوایی ۱۴ میکرومتر و نسبت P/E برابر ۱/۵ تا ۲ (۱/۷۴) است). دانه‌های گرده از نوع سه شکاف منفذی (Tricolporate pollen) هستند که برخلاف نتایج (Kazemivash et al., 2020) است. مشاهده تزئینات گرده با میکروسکوپ الکترونی نشان داد تزئینات اگزین رگه‌دار (Striate) و Regulate یا حدواسط-Strate-Regulate هستند. مطالعه‌های ریخت‌شناسی گرده خانواده چتریان (Apiaceae) به نقش مؤثر دانه‌های گرده در تعیین روابط تبارزادی اشاره دارند. بر اساس طبقه‌بندی (Punt et al., 2007)، گرده‌هایی که دارای طول محور قطبی بیشتر از استوایی باشند، گرده‌های کشیده یا Prolate نام‌گذاری می‌شوند (Punt et al., 2007). Cerceau-Larrival (۱۹۶۲)، نمای پیرامونی گرده تیره چتریان را بر اساس نسبت محور قطبی به استوایی (P/E) به چهار تیپ لوزی‌شکل (Rhomboidal) (P/E=1-1.5)، فروکروی (Sub circular) (P/E=1-1.5)، تخم‌مرغی (Oval) (P/E=1.5-2)، فروراست گوشه (Sub-rectangular) (P/E=2) گروه‌بندی کرده‌اند. مطالعه‌های گرده‌شناسی روی بیش از ۲۰۰۰ گونه از

با وجود این، باید توجه کرد ممکن است برخی میوه‌ها پوک باشند.

نتیجه‌گیری

تمام گونه‌های جنس زیره (*Bunium*) رشد یافته در ایران به‌طور خودرو رشد و پراکنش دارند. بیشترین مطالعه‌ها در زمینه این جنس روی زیره سیاه (*B. persicum*) متمرکز شده‌اند و به ترکیبات بیوشیمیایی به‌ویژه اسانس‌های آن مربوط می‌شوند. مطالعه‌های متعددی در زمینه رویش (جوانه‌زنی) گونه *B. persicum* وجود دارند و در همه این مطالعه‌ها به رویش سخت آن اشاره شده است و رویش را با تیمارهای مختلف از جمله سرما و هورمون‌ها بهینه‌سازی کرده‌اند، اما ادامه مراحل نمو تا گل‌دهی انجام نشده است. مطابق مطالعه‌های کتابخانه‌ای، هیچ مطالعه منتشر شده‌ای در زمینه کشت، جوانه‌زنی و مراحل نمو *B. cylindricum* دیده نشد. اگرچه میزان اسانس و فنلیک‌ها در زیره سیاه زیاد است، در *B. cylindricum* نیز درخورد توجه‌اند. مطالعه رویش دانه در شرایط آزمایشگاهی، رویش زیاد و بیش از ۹۰ درصدی این گونه را نشان داد. مراحل رشد گیاه از کشت تا تولید دانه ۳ تا ۴ سال طول می‌کشد و شامل تشکیل برگ لپه‌ای، یک برگ دو بار شانه‌ای، یک برگ سه بار شانه‌ای و دو برگ مرکب یا بیشتر در سال چهارم است. تمام برگ‌های مرکب دم‌برگ طویل دارند و در سطح خاک به‌شکل طوقه‌ای (روزت) دیده می‌شوند. در سال گل‌دهی، همراه با تشکیل برگ‌های روزت، ساقه تشکیل و همراه با تشکیل برگ‌های ساقه‌ای، بنیان‌گذاری گل‌آذین انجام می‌شود. کاسه گل وجود

می‌یابد و برعکس، فرابر تخمدان که در مراحل اولیه نمو رشد می‌یابد و دارای ساختارهای ترش‌چی است (به‌ویژه میان‌بر یا مزوکارپ)، به‌شکل لایه‌ای نازک و خشک اطراف دانه را احاطه می‌کند. میوه استوانه‌ای و به طول حدود ۶/۲ میلی‌متر است و هنگام بلوغ، مریکارپ‌ها از محل کارپوفور از قاعده از هم جدا می‌شوند. ویژگی‌های تخمک و بند، شکل و موقعیت نسبی آنها و نیز موقعیت تخمک در حفره تخمدان و جهت‌یابی سفت (میکروپیل)، ویژگی‌های تاکسونومیک مهمی هستند (Rezanejad & Chehregani, 2008). در دیواره تخمدان ساختارهای ترش‌چی دارای روغن‌های فرار متعددی مشاهده می‌شوند که موفقیت گیاه در جلب گرده‌افشان‌ها، حفاظت گیاه در برابر عوامل زیستی و غیرزیستی مختلف و نیز ویژگی‌های دارویی و اقتصادی گیاه را نشان می‌دهند؛ این روغن‌های فرار سبب ایجاد عطر و طعم خوب در بسیاری از گیاهان خانواده چتریان می‌شوند. شکل و اندازه میوه شیزوکارپ ویژگی‌های شناختی مهم در رده‌بندی گونه‌های چتریان هستند (Kalsoom et al., 2019). شش شکل میوه در تیره چتریان گزارش شده است که عبارتند از: تخم‌مرغی (Oval)، گرد (Round)، بیضوی (Elliptic)، خطی (Linear)، سه‌گوش (Triangular) و تقریباً کروی (Globose)؛ طبق رده‌بندی یادشده، شکل میوه در گونه مطالعه‌شده چندان از شرح (Kalsoom et al., 2019) پیروی نمی‌کند و بیشتر استوانه‌ای - خطی است. تعداد میوه در گونه مطالعه‌شده بین ۱۰ تا ۱۲ عدد متغیر است و تعداد زیاد میوه، ارزش اقتصادی این گیاه مهم از نظر دارویی، تغذیه‌ای و صنعتی را افزایش می‌دهد؛

- Amiri, M. S. & Joharchi, M. R. (2016) Ethnobotanical knowledge of Apiaceae family in Iran: A review. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 6(6), 621. Doi: 10.22038/ajp.2016.6696
- Bansal, S., Sharma, K., Gautam, V., Lone, A. A., Malhotra, E. V., Kumar, S. & Singh, R. (2023) A comprehensive review of *Bunium persicum*: A valuable medicinal spice. *Food Reviews International*, 39(2), 1184-1202. Doi: 10.1080/87559129.2021.1929305
- Başer, B., Sagiroglu, M., Dogan, G. & Duman, H. (2021) Morphology of pollen in *Ferula* genus (Apiaceae). *PhytoKeys*, 179, 111-128. doi: 10.3897/phytokeys.179.66312
- Bonyanpour, A. R. & Khosh-Khui, M. (2001) Factors influencing seed germination and seedling growth in Black Zira [*Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch.]. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 8(1), 79-85. Doi: 10.1300/J044v08n01_10
- Cerceau-Larrival MT (1962). Le pollen d'Ombelliferes Mediterraneennes. Pollen et Spores 4: 95-104 (in French)
- Cerceau-Larrival, M. T., & Roland-Heydacker, F., (2013) Evolutionary significance of the ultrastructure of the exine in umbelliferous pollen grains. *Linnean Society symposium series*. 1976(1), 481-498.
- Degtjareva, G. V., Kljuykov, E. V., Samigullin, T. H., Valiejo-Roman, C. M. & Pimenov, M. G. (2013) ITS phylogeny of Middle Asian geophilic Umbelliferae-Apioideae genera with comments on their morphology and utility of psbA-trnH sequences. *Plant Systematics and Evolution*, 299(5), 985-1010. Doi: 10.1007/s00606-013-0779-9
- Emamipoor, Y. & Maziah, M. (2014) An efficient method in breaking of dormancy from *Bunium persicum* (Boiss) Fedtsch seeds: A valuable herb of Middle East and Central Asia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*,

ندارد، جام گل دارای گلبرگ‌های نازک سفیدرنگ با ۴ تا ۵ لایه سلولی و اپیدرم ترش‌چی در هر دو سطح است. گل‌ها منظم هستند و پیش‌پرچمی (پروتوآندری) نشان می‌دهند، لایه تغذیه‌ای (تایی) از نوع ترش‌چی، گرده کشیده، کوچک‌اندازه، تخم‌مرغی با تزئینات رگه‌دار (Striate) و Regulate یا حدواسط است. تخمدان دوبرچه‌ای، زیرین با تمکن انتهایی است و دو میوه فندقه استوانه‌ای - خطی آن از محل کارپوفور به سوی سر باز می‌شوند. مطالعه کشت موفق گونه مطالعه شده می‌تواند در کشت و اهلی سازی زیره سیاه استفاده شود.

References

- Adelifar, N. & Rezanejad, F. (2020) Studying the morphological diversity of *Bunium paucifolium* and some *Elwendia* species (Apiaceae). *Cogent Biology*, 6(1), 1809820. Doi: 10.1080/23312025.2020.1809820
- Adelifar, N. & Rezanejad, F. (2021) A comparative study of essential oil constituents, total phenolics and antioxidant capacity of the different organs of four species of the genus *bunium*. *Flavour and Fragrance Journal*, 36(3), 384-394. Doi: 10.1002/ffj.3650
- Agarwal, S. G., Vashist, V. N. & Atal, C. K. (1974) Terpenes and other components from *Bunium cylindricum* seeds. *Phytochemistry*, 13(9), 2024-2025. Doi: 10.1016/0031-9422(74)85160-5
- Aminzare, M., Amiri, E., Abbasi, Z., Hassanzad Azar, H. & Hashemi, M. (2017) Evaluation of in vitro antioxidant characteristics of corn starch bioactive films incorporated with *Bunium persicum* and *Zataria multiflora* essential oils. *Annual Research & Review in Biology*, 15(5), 1-9. Doi: 10.2139/ssrn.3439667

- 0042
- Ghasemi, M., Puteh, A. B., Sinniah, U. R. & Wahab, Z. B. (2012) Effect of different temperature regimes on seed germination in *Bunium persicum* (Black zira or Black cumin) ecotypes. *International Journal of Agriculture*, 2(3), 240.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., et al. Illustrated pollen terminology. 2nd ed. Cham: Springer; 2018. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>
- Hayet, E. K., Hocine, L. & Meriem, E. K. (2017) Chemical composition and biological activities of the essential oils and the methanolic extracts of *Bunium incrassatum* and *Bunium alpinum* from algeria. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 62(1), 3335-3341. Doi: 10.4067/S0717-97072017000100006
- Kadluczka, D., Sliwinska, E. & Grzebelus, E. (2022) Combining genome size and pollen morphology data to study species relationships in the genus *Daucus* (Apiaceae). *BMC Plant Biology*, 22(1), 382. Doi: 10.1186/s12870-022-03743-1
- Kalsoom, N., Zafar, M., Ahmad, M., Sultana, S., Usma, A. & Jabeen, A. (2019) Investigating Schizocarp morphology as a taxonomic tool in study of Apiaceae family by utilizing LM and SEM techniques. *Microscopy Research and Technique*, 82(7), 1012-1020. Doi: 10.1002/jemt.23248
- Kazemivash, N., Majd, A., Jafari, S. & Rezayat, S. M. (2020) Investigation of vegetative structure and development of generative organs in *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(3), 718-733. Doi: 20.1001.1.23832592.1399.33.3.17.1 [In Persian].
- Khosravi, M. (1994) *Bunium persicum*, botany, ecology and investigation the
- 4(8), 642-649. Doi: 10.12980/APJTB.4.2014APJTB-2014-possibility of crop production. MSc Thesis. Agricultural College, Ferdowsi University of Iran [In Persian].
- Lawton, B. (2007) *Parsleys, fennels, and Queen Anne's lace*. Timber Press.
- Linder, H. P. (1998). Morphology and evolution of wind pollination. *Reproductive Biology*, 123-135.
- Mardani, H., Ziaratnia, S., Azizi, M., Aung, H., Appiah, K., & Fujii, Y. (2015). *In vitro* microtuberization of Black Zira (*Bunium persicum* Boiss.). *African Journal of Biotechnology*, 14(25), 2080–2087. Doi: 10.5897/AJB2015.14427
- Miraj, S. (2016). A systematic review on the *Heracleum persicum* effect and efficacy profiles. *Der Pharma Chemica*, 8(14), 140–142.
- Mozaffarian, V. (2007). *Iranian Flora, Apiaceae*. Tehran: Investigations Institute of Country Forests and Tores [In Persian].
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1-2), 1–81. Doi: 10.1016/j.revpalbo.2006.06.008
- Rahimi, R., Shams-Ardekani, M. R., & Abdollahi, M. (2010). A review of the efficacy of traditional Iranian medicine for inflammatory bowel disease. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 16(36), 4504. Doi: 10.3748/wjg.v16.i36.4504
- Rezanejad, F. (2008). The structure and ultra structure of anther epidermis and pollen in *Lagerstroemia indica* L. (Lythraceae) in response to air pollution. *Turkish Journal of Botany*, 32(1), 35–42.
- Rezanejad, F., & Chehregani, A. (2008). *Embryology of flowering plants: Terminology and concepts*. Kerman: Shahid Bahonar University of Kerman

- [In Persian]. 304.
- Rezanejad, F., Sazvar, T., & Zamani Bahramabadi, E. (2021). Development, phenol and flavonoid content, and allergenicity of *Juniperus polycarpus* pollen. *Revista Brasileira de Botanica*, 44(4), 869–876. Doi: 10.1007/s40415-021-00760-6
- Robinson, R. W. (1954). Seed germination problems in the Umbelliferae. *The Botanical Review*, 20(9), 531–550. Doi: 10.1007/BF02958802
- Saeidnejad, A. H., Khajeh-Hosseini, M. & Askarzadeh, M. A. (2013) Breaking dormancy of seeds from eight populations of *Bunium persicum* (Apiaceae). *Seed Science and Technology*, 41(3), 452-457. Doi: 10.15258/sst.2013.41.3.11
- Salehi, P., Mohammadi, F. & Asghari, B. (2008) Seed essential oil analysis of *Bunium persicum* by hydrodistillation-headspace solvent microextraction. *Chemistry of Natural Compounds*, 44(1), 111-113. Doi: 10.1007/s10600-008-0033-9
- Sefidkon, F., Bahmanzadegan, A., Golipour, M., Mozafarian, V. & Meshkizadeh, S. (2010) Identification and comparison of chemical composition of the essential oils of *Bunium cylindricum* (Boiss. & Hohen.) Drude and *Bunium rectangulum* Boiss. & Hausskn. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 26(3), 305-316. Doi: 10.22092/ijmapr.2010.6693 [In Persian].
- Sharifi, M. & Pouresmael, M. (2006) Breaking seed dormancy in *Bunium persicum* by stratification and chemical substances. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(4), 695-699. Doi: 10.3923/Ajps.2006.695.699
- Sharififar, F., Yassa, N. & Mozaffarian, V. (2010) Bioactivity of major components from the seeds of *Bunium persicum* [boiss.] fedtch. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23(3), 300-
- Singh, S., Kumar, V. & Ramesh, M (2021) Biology, genetic improvement and agronomy of *Bunium persicum* (Boiss.) Fedtsch.: A comprehensive review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 22, 100304. Doi: 10.1016/j.jarmap.2021.100304
- Talezade, M., Nezami, A., Parsa, M., Nabati, J. & Tavakkol Afshari, R. (2019) Optimization of culture media for seedling establishment of *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 35(4), 551-564. Doi: 10.22092/ijmapr.2019.124370.2445 [In Persian].
- Thakur, S. & Dutt, H. C. (2019) *Bunium persicum* (Boiss.) Fedtsch. Distribution, Botany and Agrotechnology. *Plants of Commercial Values*, 89-95.
- Yousefzadi, M., Azizian, D., Sonboli, A. & Mehrabian, A. R. (2006) Palynological studies of the genus *Tetrataenium* (Apiaceae) from Iran. *The Iranian Journal of Botany*, 12(1), 44-46. Doi: 20.1001.1.1029788.1385.12.1.5.6 [In Persian].

