Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Investigating Pollination of *Astragalus spp*. Species in Karsanak rangelands, Chaharmahal and Bakhtiari Province

Iraj Rahimi*[1], Esmaeil Asadi[2], Pejman Tahmasebi[2], Alireza Monfared[3], Ali Abbasi[4]

1. Corresponding author; PhD student in Range Management, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resource and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: irajrahimi93@gmail.com
2. Associate Prof., Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resource and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Associate Prof., Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
4. Assistant Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 24.01.2022
Revised: 10.06.2022
Accepted: 18.06.2022

Keywords:
Pollinoters bees,
Visitor insects,
Population size,
Reproduction,
Species extinction.

Abstract

Background and objectives: It is an interactive pollination with a long evolutionary history that plays an important role in the success of plant fertility. Without pollinators, many plants cannot reproduce. Astragalus species are the largest genus of flowering plants in the world and comprise 18% of the total flora of the country. Little is known about the reproductive biology of these species, although many genera of these species are rare in different geographical areas and have their own pollinators. The purpose of this study was to investigate the pollination of some rare and common species of astragalus in order to evaluate the factors affecting the rarity of the species.

Methodology: In this study, pollination of 6 herbaceous astragalus species including three rare herbaceous species (As. Caraganae, As. Heterophyllus and As. Holopsilus) and three common herbaceous species (As. Angustiflorus, As. Curvirostris and As. Effusus) and 6 shrub astragalus species includes three rare shrub species (As. Cephalanthus, As. Camphylanthus and As. Cemerinus) and three common shrub species (As. Verus, As. Susianus and As. Rhodosemius) based on comparison of phenological characteristics of the plant including maximum plant height, flowering time, total number of flowers produced, flower longevity and seed set produced between rare and common astragalus species were studied. For each plant studied, twenty stands were selected for sampling and the number of pollinating insect visits was recorded for 15 minutes for each. To determine the relationship between pollinator action and the rarity and common of astragalus species, the seed sets produced by the species were compared. Finally, the mean of all data was tested by one-way analysis of variance in a completely randomized design.

Results: Sampling of rare and common astragalus species led to the identification of a total of 9 species of pollinating bees (Apis melifera, Megachili sp, Osmia sp, Eucera sp, Andrena sp, Anthophora sp, Xylocopa sp, Bombus zonatus and Bombus armeniacus) belonging to three family (Apidae, Megachilidae and Andrenidae). The results of herbaceous astragalus species showed the highest number of flowers and the highest number of pollinators (As. Effusus species), maximum plant height (As. Angustiflorus species), the highest seed mass (As.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

Angustiflorus and As. Effusus species) and the lowest plant height and the lowest number of flowers (As. Curvirostris) belonged to common astragalus species. Herbaceous astragalus species (rare and common) were not different in terms of flowering season, but flower longevity was longer in rare astragalus species (As. Heterophyllus). The results of shrub astragalus species showed that the highest number of flowers and the highest number of pollinators (As. Rhodosemius species), the maximum plant height (As. Susianus species) and the highest seed mass (As. Verus species) belonged to the common astragalus species. The lowest number of flowers, pollinators and plant height (As. Cemerinus) belonged to rare astragalus species. In terms of flowering season, rare (spring) and common (summer) species were different and flower life was longer in rare species (As. Camphylanthus and As. Cephalanthus).

Conclusion: The results showed that in homogenous species with similar vegetative form, the larger the number of flowers and the higher the height of these species, the more pollinators are attracted, which ultimately leads to more seed mass production in the species. In addition, it is possible that homosexual species have changed their flowering time to reduce competition in attracting pollinating species, and the greater the distance between this time difference compared to the flowering time of most species, the greater the success of the species.

Cite this article: Rahimi, I., E. Asadi, P. Tahmasebi, A. Monfared, A. Abbasi, 2022. Investigating Pollination of Astragalus spp. Species in Karsanak rangelands, Chaharmahal and Bakhtiari Province. Journal of Rangeland, 16(1): 396-412.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

بررسی گرده‌افشانی گونه‌های گون (*Astragalus spp.*) در مراتع کرسنک، چهارمحال و بختیاری

ایرج رحیمی[*1]، اسماعیل اسدی[2]، پژمان طهماسبی[2]، علیرضا منفرد[3]، علی عباسی سورکی[4]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. رایانامه: irajrahimi93@gmail.com

۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

۴. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۱۱/۰۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۸

واژه‌های کلیدی:
زنبورهای گرده‌افشان،
حشرات بازدیدکننده،
اندازه جمعیت،
تولیدمثل،
انقراض گونه‌ای.

چکیده

سابقه و هدف: گرده‌افشانی تعاملی با یک تاریخ تکاملی طولانی است که نقش مهمی بر موفقیت باروری گیاهان دارد. بدون گرده‌افشان‌ها، بسیاری از گیاهان نمی‌توانند تولیدمثل داشته باشند. گونه‌های گون بزرگ‌ترین جنس از گیاهان گل‌دار جهان و شامل ۱۸ درصد کل فلور کشور هستند که اطلاعات کمی در مورد بیولوژی تولیدمثلی این گون‌ها وجود دارد، این در حالی است که بسیاری از جنس‌های این گونه‌ها در مناطق جغرافیایی مختلف، نادر هستند و گرده‌افشان‌های خاص خود را دارند. هدف از این تحقیق بررسی گرده‌افشانی برخی از گونه‌های گون نادر و فراوان به منظور ارزیابی عوامل موثر بر روی نادر بودن گون‌ها است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه گرده‌افشانی شش گونه گون علفی شامل سه فرم رویشی علفی نادر (*As. caraganae*، *As. heterophyllus* و *As. holopsilus*) و سه فرم رویشی علفی فراوان (*As. angustiflorus*، *As. curvirostris* و *As. effusus*) و ۶ گونه گون بوته‌ای شامل سه فرم رویشی بوته‌ای نادر (*As. cephalanthus*، *As. camphylanthus* و *As. cemerinus*) و سه فرم رویشی بوته‌ای فراوان (*As. verus*، *As. susianus* و *As. rhodosemius*) بر اساس مقایسه ویژگی‌های فنولوژیکی گیاه شامل حداکثر ارتفاع گیاه، زمان گلدهی، تعداد کل گل‌های تولیدی، طول عمر گل و مجموعه بذر تولیدی بین گونه‌های گون نادر و فراوان مورد بررسی قرار گرفت. برای هر گونه مورد مطالعه تعداد بیست پایه برای نمونه‌برداری انتخاب شد و به مدت ۱۵ دقیقه برای هر کدام تعداد دفعات بازدید حشرات گرده‌افشان ثبت شد. جهت تعیین ارتباط بین عمل گرده‌افشان‌ها با نادر و فراوان بودن گونه‌های گون، مجموعه بذر تولیدی گونه‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند و در پایان میانگین کل داده‌ها با روش تجزیه واریانس یک‌طرفه در قالب طرح کاملا تصادفی مورد آزمون مقایسه میانگین قرار گرفتند.

نتایج: نمونه‌برداری از گونه‌های گون نادر و فراوان در مجموع منجر به شناسایی ۹ گونه زنبور گرده‌افشان (*Apis melifera*، *Megachili sp*، *Osmia sp*، *Eucera sp*، *Andrena sp*، *Anthophora sp*، *Xylocopa sp*، *Bombus zonatus* و *Bombus armeniacus*) از سه خانواده (*Apidae*، *Megachilidae* و *Andrenidae*) شد. در مورد گونه‌های گون علفی نتایج بدست آمده نشان داد بیشترین تعداد گل و بیشترین تعداد گرده‌افشان (گونه *As. effusus*)، حداکثر ارتفاع گیاه (گونه *As. angustiflorus*)، بیشترین توده بذر (گونه‌های *As. angustiflorus* و *As. effusus*) و کمترین ارتفاع گیاه و نیز کمترین تعداد گل (گونه *As. curvirostris*) مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. گونه‌های گون علفی (نادر و فراوان) از نظر فصل گلدهی تفاوتی با هم نداشتند ولی طول عمر گل در گونه‌های گون نادر (گونه *As. heterophyllus*) بیشتر بود. نتایج به‌دست آمده از گونه‌های گون بوته‌ای نشان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

داد بیشترین تعداد گل و بیشترین تعداد گرده‌افشان (گونه *As. rhodosemius*)، حداکثر ارتفاع گیاه (گونه *As. susianus*) و بیشترین توده بذر (گونه *As. Verus*) مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. و کمترین تعداد گل، گرده‌افشان و ارتفاع گیاه (گونه *As. cemerinus*) مربوط به گونه‌های گون نادر بود. از نظر فصل گلدهی گونه‌های نادر (فصل بهار) و فراوان (فصل تابستان) متفاوت بودند و طول عمر گل در گونه‌های گون نادر (گونه‌های *As. Camphylanthus* و *As. Cephalanthus*) بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که در گونه‌های همجنس و با فرم رویشی مشابه، هر اندازه تعداد گل‌ها زیادتر باشند و این گونه‌ها ارتفاع بزرگ‌تری داشته باشند باعث جذب گرده‌افشان‌های بیشتری می‌شوند که در نهایت منجر به توده بذر تولیدی بیشتر در گونه مورد نظر می‌گردد. علاوه‌بر آن، این احتمال وجود دارد که گونه‌های همجنس برای کاهش رقابت در جذب گونه‌های گرده‌افشان، زمان گلدهی خود را تغییر داده‌اند و هر میزان فاصله این تفاوت زمانی نسبت به زمان گلدهی اکثریت گونه‌ها بیشتر باشد موفقیت گونه مورد نظر نیز بیشتر می‌باشد.

استناد: رحیمی، ا.، ا. اسدی، پ. طهماسبی، ع.ر. منفرد، ع. عباسی سورکی، ۱۴۰۱. بررسی گرده‌افشانی گونه‌های گون (*Astragalus spp.*) در مراتع کرسنک، چهارمحال و بختیاری. مرتع، ۱۶(۲): ۳۹۶-۴۱۲.

DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

مقدمه

گرده‌افشانی تعاملی با یک تاریخ تکاملی طولانی است. نمونه‌های زیادی از ویژگی‌های تکاملی مشترک بین گیاهان گل‌دار و گرده‌افشان‌ها وجود دارد که برخی از فعل و انفعالات گیاه و گرده‌افشان‌ها را بسیار تخصصی کرده است. اکثریت گیاهان گل‌دار توسط بیش از یک گونه جانوری بازدید و گرده‌افشانی می‌شوند و اکثریت قریب به اتفاق موجودات بازدیدکننده از گل‌ها بیش از یک گونه گیاهی را بازدید می‌کنند. در موارد دیگر، گیاهان و گرده‌افشان‌ها از نظر اکولوژیکی تخصصی هستند، به این معنی که دامنه بومی گرده‌افشان‌ها یا گیاهان به قدری محدود است که تعداد کمی از گونه‌های گرده‌افشان می‌توانند به طور بالقوه از یک گونه گیاهی دیدن کنند. بنابراین گل‌ها با انتخاب تصادفی گرده‌افشان‌ها گرده‌افشانی نمی‌شوند، بدین معنا که گروهی از گرده‌افشان‌ها بیشتر از سایرین آن‌ها را بازدید و گرده‌افشانی می‌کنند (۲۷). از کل فعالیت‌های گرده‌افشانی بیش از ۸۰ درصد توسط حشرات انجام می‌شود و زنبورها نزدیک به ۸۰ درصد از کل حشرات گرده‌افشان را تشکیل می‌دهند. بنابراین آن‌ها بهترین گرده‌افشان‌ها محسوب می‌شوند (۱).

گرده‌افشان‌ها نقش مهمی در جابه‌جایی گرده‌ها از گل‌ها در داخل و در میان گیاهان گل‌دار ایفا می‌کنند، به این ترتیب تعیین‌کننده داشتن پنانسیل عمل‌جنسی و اثرگذاری بر موفقیت باروری گیاهان را دارند (۲۳). تقریبا ۸۷ درصد از گیاهان گل‌دار از جمله گونه‌های مرتعی، زراعی و جنگلی در درجه‌های متفاوت به گرده‌افشان‌ها بستگی دارند (۳ و ۱۳). ارتباطات گرده‌افشان‌های گیاهی ممکن است یکی از اغلب طبقه‌بندی‌های مهم اکولوژیکی از اثرات متقابل گیاهان-حیوانات باشد. بدون گرده‌افشان‌ها، بسیاری از گیاهان نمی‌توانند تولیدمثل داشته باشند و بدون گیاهان به‌عنوان یک منبع از گرده، شهد و دیگر مزیت‌ها، بسیاری از جمعیت‌های حیوانات کاهش پیدا خواهد کرد (۲۶).

گونه‌های گون بزرگ‌ترین جنس از گیاهان گل‌دار جهان هستند که از لحاظ اکولوژیکی برای حیوانات، به ویژه زنبورهای گرده‌افشان اهمیت دارند (۲۴). گون‌ها با ۸۰۴ گونه یکی از جنس‌های پرشمار گیاهان خانواده پروانه آساها در ایران هستند که از آن میان ۵۲۷ گونه معادل ۶۵ درصد اندمیک (انحصاری) (Endemic) ایران می‌باشد. گون‌های ایران ۱۸ درصد کل فلور کشور را شامل می‌گردد (۳۰). ایران یک گون‌ستان وسیع است (۲۹)، این گونه‌ها قادر هستند طیف وسیعی از گرده‌افشان‌ها را به خود جلب کنند. در واقع گون‌ها از گونه‌های جذاب برای گرده‌افشان‌ها در مراتع هستند (۱۶). بسیاری از گونه‌های جنس گون وجود دارند که در مناطق جغرافیایی مختلف، نادر (Rare) (دارای جمعیت اندک) هستند (۲۵). و اطلاعات کمی در مورد بیولوژی تولیدمثلی این گون‌ها وجود دارد (۲۸).

بسیاری از گیاهان گل‌دار که از طریق جنسی باز تولید می‌شوند و به حیوانات جهت گرده‌افشانی نیاز دارند، موفقیت تولیدمثل، و در نتیجه فراوانی آن‌ها، باید حداقل تا حدی وابسته به سیستم‌های تولید مثلی و ترکیب گرده‌افشان‌ها باشد. بنابراین تغییرات در سیستم‌های تولیدمثلی گیاه و جذابیت گیاهان برای گرده‌افشان‌ها ممکن است به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده نادر بودن گیاهان باشد (۲۰) به‌طور کلی اگر یک گونه نشان‌دهنده هر یک از ویژگی‌های زیر باشد، آن را یک گونه نادر محسوب می‌کنند (۱) محدوده جغرافیایی باریک دارند (یا جداگانه)، (۲) از آن‌ها تنها یک یا چند جمعیت باقی مانده است، (۳) اندازه جمعیت کوچک و تنوع ژنتیکی، کمی را نشان می‌دهند، (۴) معمولاً توسط بشر بیش از حد مورد استثمار قرار می‌گیرند (بیش از حد برداشت می‌شوند)، (۵) اندازه جمعیت رو به کاهش را نشان می‌دهند (۶) توانایی تولیدمثل پایینی دارند، (۷) نیازهای آشیان اکولوژیک خاصی از خود بروز می‌دهند، (۸) در محیط‌های پایدار و تقریبا ثابت رشد می‌کنند. مخالف این معیارها، گونه‌های گیاهی فراوان (Common) هستند (۹).

بنابراین، در مقایسه با گونه‌های فراوان و گسترده، گونه‌های نادر حساسیت بیشتری به اختلالات طبیعی و انسانی ناشی از بهره‌برداری بیش از حد، از دست دادن زیستگاه و تغییرات جهانی زیست‌محیطی دارند. بنابراین گونه‌های نادر مورد توجه زیست‌شناسان حفاظت قرار گرفته‌اند. با این وجود، پیامدهای عملکردی کاهش جمعیت آن‌ها تا حد زیادی نادیده گرفته می‌شود (۱۵). رابطه بین پذیرش یک ویژگی تکاملی (Evolutionary trait) و وضعیت تهدید (Threat status) یک گونه گیاهی به ویژه برای برخی از گیاهان نادر به طور عمده ناشناخته است (۱۸).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

یک جنبه از بیولوژی تولید مجدد، بوم‌شناسی گرده‌افشانی است، که در مطالعات گونه‌هایی با دامنه محدود (مثل گونه‌های نادر)، توجه تعداد کمی از محققین را به خود جلب کرده است. به‌عنوان مثال، آیا گونه‌های نادر با همتایان فراوان خود با توجه به ترکیب جانوران گرده‌افشان و فراوانی بازدید گرده‌افشان‌ها، با هم تفاوت دارند. چنین اطلاعاتی به زیست‌شناسان در حفاظت از گونه‌های گیاهی نادر و عوامل محیطی زنده که در آن واقع شده‌اند کمک می‌کند (۲ و ۱۰). چرا این احتمال وجود دارد که گونه‌های نادر از لحاظ جغرافیایی، اساسا توسط گرده‌افشان‌های معمول موجود در آن زیستگاه (برخی گونه‌ها هم گرده‌افشان‌های معمول در زیستگاه را دارند و هم گرده‌افشان‌هایی که فقط مختص آن گونه گیاهی هستند) ملاقات شوند؟ یک تفسیر ممکن است این باشد که گرده‌افشان‌های ویژه بر روی گونه‌های نادر بعید است تکامل یافته باشند یا حفظ شده باشند. زیرا یک جمعیت کوچک گیاهی تنها می‌تواند یک تعداد محدود از افراد تغذیه‌گر را پشتیبانی کند. به‌دلیل احتمال انقراض از هر کدام از گونه‌ها، به‌عنوان مثال همان‌طور که یک گرده-افشان انقراض آن افزایش می‌یابد اندازه جمعیت گیاه کاهش می‌یابد (۶ و ۱۷).

جریان گرده در میان جمعیت‌ها تبادل ژنتیکی (Genetic exchange) را افزایش می‌دهد. اثرات منفی از دست رفتن گرده‌افشان‌ها که به نوبه خود می‌تواند بر فراوانی گیاه و زنده ماندن جمعیت تأثیر بگذارد و محدودیت گرده (زمانی اتفاق می‌افتد که گیاهان بذرهای کمتری نسبت به مقدار کافی از گرده که دارند تولید می‌کنند)، از تولیدمثل گیاهان نادر می‌تواند شرایط ماندگاری از اغلب گیاهان نادر را بدتر کند زیرا بر پایداری جمعیت این گیاهان تاثیر می‌گذارد، که این مورد نگران‌کننده است (۱۴). لذا در این مطالعه به بررسی گرده‌افشانی برخی از گونه‌های گون نادر و فراوان در یک محدوده جغرافیایی پرداخته می‌شود، تا با مقایسه گونه‌های هم‌جنس بتوان عواملی را که از این طریق بر روی نادر بودن گون‌ها تاثیر گذاشته است از یکدیگر تفکیک نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مراتع کرسنک در محدوده جغرافیایی روستای کرسنک با مختصات جغرافیایی ′۲۶ °۵۶ تا ′۲۷ °۵۶ طول شرقی و ′۳۰ °۳۲ تا ′۳۲ °۳۲ عرض شمالی در فاصله ۶۵ کیلومتری شهر شهرکرد قرارگرفته است (شکل ۱). وسعت این منطقه ۵۷۳ هکتار و متوسط ارتفاع این حوضه ۲۶۰۳.۱ متر از سطح دریا است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۴۲۵ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه در منطقه ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. منطقه کرسنک جزء مناطق نیمه‌استپی استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. پوشش گیاهی منطقه ترکیبی از گندمیان (۳۹/۸۲ درصد)، شامل برخی از گونه‌ها مانند *Agropyron intermedium*، *Agropyron repens*، *Arrhenatherum kotschyi Boiss.*، *Boissiera squarrosa*، *Bromus danthoniae* ، *Bromus tectorum*، *Bromus tomentellus*، *Cynodon dactylon (L.) pers.*، *Dactylis glomerata L.* و *Poa bulbosa L.*، *Taeniatherum crinitum (Schreb.) Nevski.*، پهن‌برگان علفی (۲۸/۸۵ درصد) شامل برخی از گونه‌ها مانند *Cerastium dichotomum* L.، *Gypsophila bicolor* Grossh.، *Silene caesarea* Boiss & Bal.، *Buffonia enervis* Boiss.، *Achillea biebersteinii* Afan.، *Centaurea aucheri* (DC.) Wagenitz.، *Chardinia orientalis* (L.) O. Kuntze.، *Cichorium intybus* L. و *Cousinia calcitrapa* Boiss. و بوته‌ای‌ها (۳۱/۴۱ درصد) شامل برخی از گونه‌ها مانند *Acanthophyllum bracteatum* Boiss.، *Noaea mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweinf.، *Astragalus susianus* Boiss.، *Astragalus verus*، *Thymus daenensis Celak.* و *Acantholimon festucaceum Boiss.* می‌باشد که بیشترین سهم در ترکیب گیاهان مربوط به فرم رویشی گندمیان می‌باشد (۷).

انتخاب پایه‌های گیاهی و روش نمونه‌برداری

این پژوهش به منظور بررسی گرده‌افشانی برخی از گونه‌های گون (شکل ۲) شامل ۶ گونه گون نادر (*As. caraganae Fisch*، *As. cemerinus Beck*، *As. camphylanthus Boiss*، *As. cephalanthus DC*، *As.*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

As. heterophyllus Podlech و *holopsilus Bunge*) و ۶ گونه گون فراوان (*As. effusus Bunge*، *As. curvirostris Boiss*، *As. angustiflorus K.Koch*، *As. verus Olivier*، *As. susianus Boiss* و *As. rhodosemius Boiss*) طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸در منطقه کرسنک در استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت. فرم رویشی گون‌های مورد بررسی علفی و بوته‌ای بود. گون‌های با فرم رویشی علفی، شامل سه فرم رویشی علفی نادر (*As. caraganae*، *As. heterophyllus* و *As. holopsilus*) و سه فرم رویشی علفی فراوان (*As. angustiflorus*، *As. curvirostris* و *As. effusus*) بود. فرم رویشی گون‌های بوته‌ای مورد بررسی، شامل سه فرم بوته‌ای نادر (*As. cephalanthus*، *As. camphylanthus* و *As. cemerinus*) و سه فرم بوته‌ای فراوان (*As. verus*، *As. susianus* و *As. rhodosemius*) بود (جدول ۱).

شناسایی گونه‌های گون مورد نظر توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت. معیار مورد مطالعه جهت تعیین نادر بودن گونه‌های گون در منطقه مورد مطالعه، جمعیت‌های نسبتاً کوچک و توزیع‌های محدود گونه‌ها به صورت محلی بود (جدول ۱) و برای گونه‌های فراوان عکس این قضیه وجود داشت، این گونه‌ها نسبت به گونه‌های نادر دارای اندازه‌های جمعیتی متغیری هستند که شامل برخی از جمعیت‌های بزرگ (بیش از ۱۰۰۰ گیاه) و توزیع‌های گسترده (بیش از ۵۰۰ کیلومتر مربع) می‌شود (۲۰).

در این پژوهش برای هر پایه گیاهی به مدت ۱۵ دقیقه، حشرات بازدیدکننده از گل‌های گونه‌های گیاهی مورد نظر جمع‌آوری گردید. این کار در زمان تاریخ گلدهی هر گونه انجام شد (جدول ۱). از هر گونه گیاهی تعداد بیست پایه پیکه‌گذاری شده و برای نمونه‌برداری انتخاب شد. در مجموع برای ۱۲ گونه گون مورد بررسی تعداد ۲۴۰ پایه مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. با احتساب این که هر گونه در مدت زمان ۱۵ دقیقه تعداد بازدیدکننده‌های آن ثبت گردید و تعداد بیست پایه برای هر گونه بررسی شد، مدت زمان ثبت تعداد بازدید حشرات گرده‌افشان از هر گونه ۵ ساعت بود.

برای هر پایه گیاهی انتخاب شده، ویژگی‌های فنولوژیکی شامل حداکثر ارتفاع گیاه، زمان گلدهی، تعداد کل گل‌های تولیدی و طول عمر گل از طریق بازدیدهای میدانی بدست آورده شد و میان گونه‌های گون نادر و فراوان مورد بررسی قرار گرفت. هدف از انجام این کار مقایسه بین ویژگی‌های فنولوژیکی گونه‌های گون نادر و فراوان در تاثیرگذاری روی جذب گرده‌افشان‌ها بود. حشرات بازدیدکننده از هر پایه گیاهی انتخاب شده، به صورت جداگانه جمع‌آوری گردید و تعداد دفعات بازدید آن‌ها ثبت شد. هدف از انجام این کار مشخص شدن تعداد و نوع گرده‌افشان‌های هر گونه (گون‌های نادر و فراوان) بود. این کار به مدت دو سال نمونه‌برداری تکرار شد. گونه‌های حشرات جمع‌آوری شده در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج شناسایی شدند (شکل ۳).

جهت تعیین ارتباط بین عمل گرده‌افشان‌ها (تعداد بازدیدها از گل‌های هر گونه) با نادر و فراوان بودن گونه‌های گون، مجموعه بذر (Seed set) تولیدی هر گونه معیار مقایسه این پژوهش بود. درک ارتباط بین بازدید گل و مجموعه بذر تولیدی گیاهان نه تنها پیوند بین گیاهان و تنوع‌زیستی بازدیدکنندگان گل را آشکار می‌کند، بلکه برای درک عواملی که ممکن است استقرار گونه‌های در حال انقراض (مانند گونه‌های نادر) را محدود کند در سراسر جهان بسیار مهم است (۲۲). جهت بدست آوردن توده بذر تولیدی هر گونه، در زمان بذردهی هر گونه اقدام به جمع‌آوری غلاف‌های هر گونه گردید (جدول ۱)، سپس در آزمایشگاه، همه غلاف‌ها مورد بررسی قرار گرفته و تعداد کل بذرهای این غلاف‌ها به دست آمد.

با شناسایی حشرات از گونه‌های نادر و فراوان منطقه می‌توان گرده‌افشان‌های گونه‌های مورد نظر را معرفی کرد و با مقایسه تعداد دفعات بازدید این حشرات از گونه گیاهی مورد نظر با توده بذر تولیدی هر گونه می‌توان به ارتباط بین ویژگی‌های گونه‌های هم‌جنس گون نادر و فراوان و عمل گرده‌افشانی پی برد.

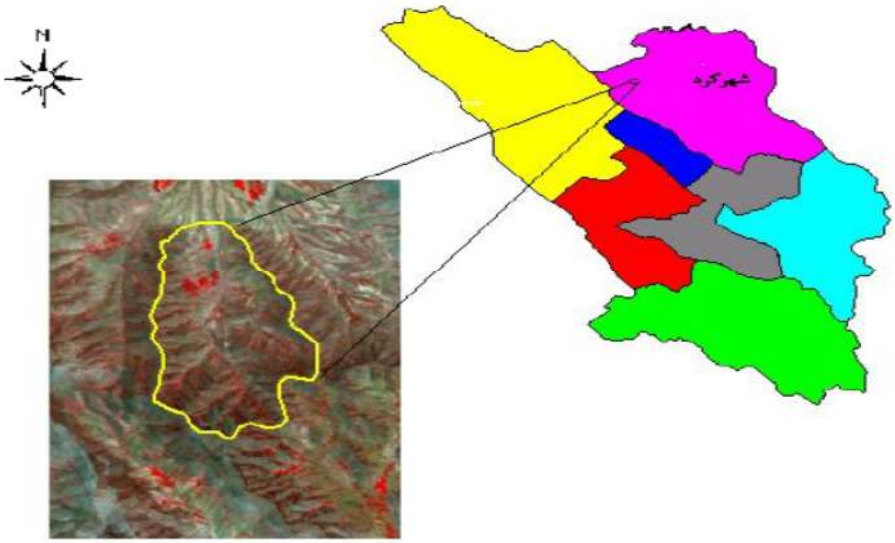
تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها (آزمون Kolmogorov-Smirnov) و همگنی واریانس‌ها (آزمون Levene) داده‌ها مورد تجزیه واریانس یک‌طرفه در قالب

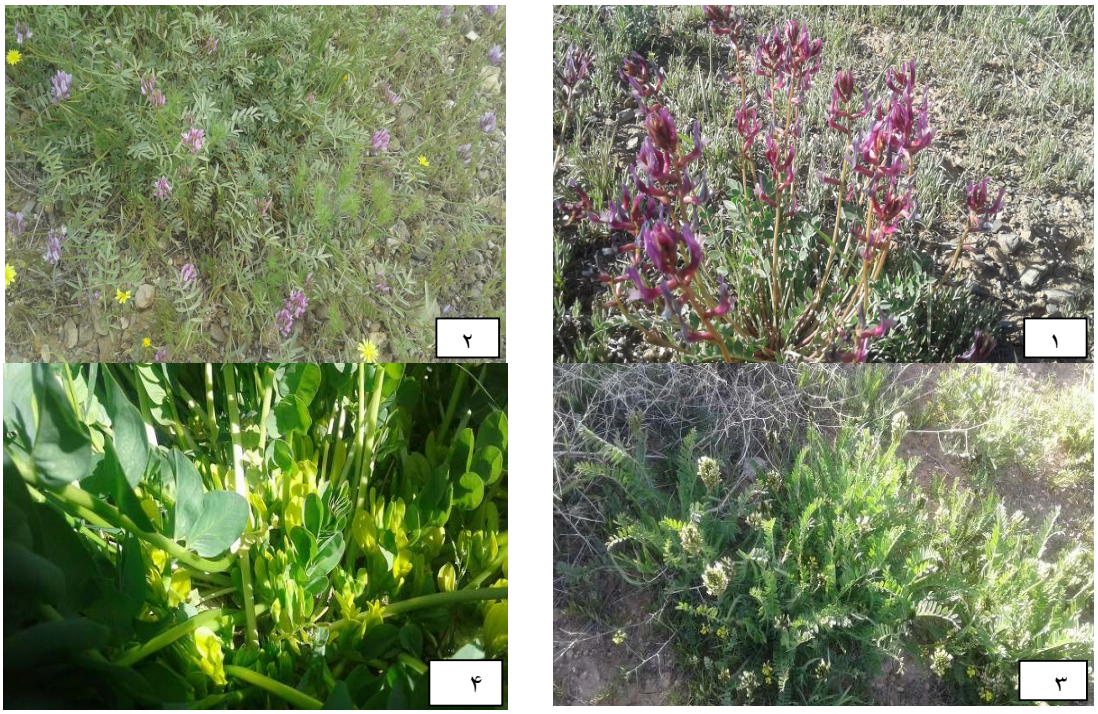
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

طرح کاملا تصادفی (بیست تکرار) با استفاده از نرم‌افزار SPSSZVer.20 قرار گرفتند. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: گونه‌های گون مورد مطالعه به ترتیب ۱= گونه *As. effusus*، ۲= *As. curvirostris*، ۳= *As. angustiflorus*، ۴= *As. heterophyllus*، ۵= *As. caraganae*، ۶= *As. holopsilus*، ۷= *As. verus*، ۸= *As. susianus*، ۹= *As. rhodosemius*، ۱۰= *As. cephalanthus*، ۱۱= *As. camphylanthus*، ۱۲= *As. cemerinus*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

ادامه شکل ۲

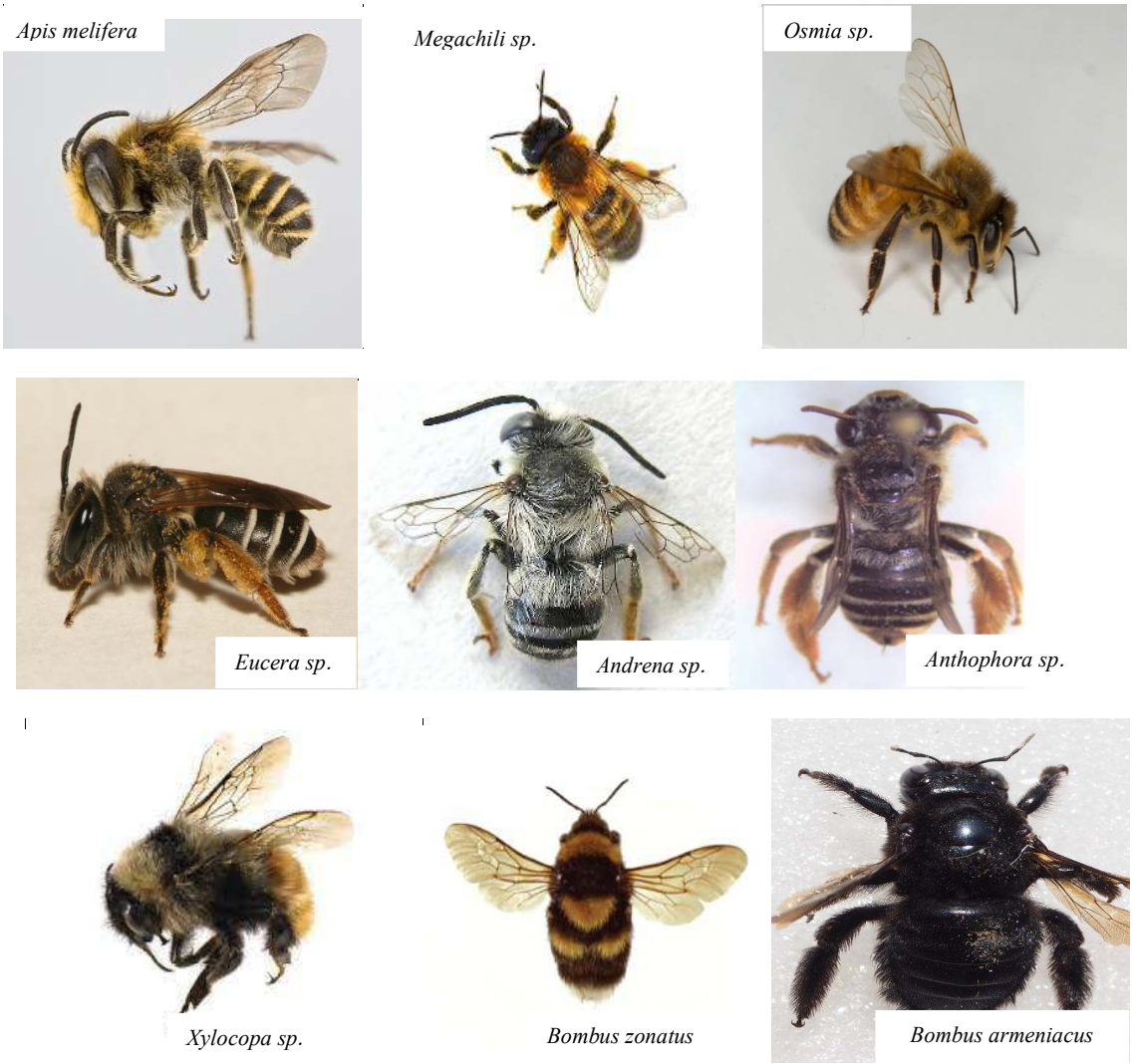
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

جدول ۱: اطلاعات فنولوژیکی و فراوانی محلی گونه‌های گون نادر و فراوان منطقه مورد مطالعه

گونه	وضعیت	فرم رویشی	زمان گلدهی	زمان بذردهی	میزان جذابیت*	جمعیت گونه‌ها
holopsilus Bunge	نادر	علفی چندساله	نیمه اول اردیبهشت	تیر	✓	اندک
caraganae Fisch	نادر	علفی چندساله	نیمه اول اردیبهشت	تیر	✓	اندک
heterophyllus Podlech	نادر	علفی چندساله	نیمه اول اردیبهشت	مرداد	✓	اندک
camphylanthus Boiss	نادر	بوته ای چندساله	نیمه اول اردیبهشت	مرداد	✓	اندک
cephalanthus DC	نادر	بوته ای چندساله	نیمه اول اردیبهشت	مرداد	✓	اندک
cemerinus Beck	نادر	بوته ای چندساله	نیمه اول اردیبهشت	تیر	✓	اندک
angustiflorus K.Koch	فراوان	علفی چندساله	نیمه اول اردیبهشت	تیر	✓	فراوان
curvirostris Boiss	فراوان	علفی چندساله	نیمه اول اردیبهشت	تیر	✓	فراوان
effusus Bunge	فراوان	علفی چندساله	نیمه اول اردیبهشت	تیر	✓	فراوان
rhodosemius Boiss	فراوان	بوته ای چندساله	نیمه اول تیر	مرداد	✓	فراوان
susianus Boiss	فراوان	بوته ای چندساله	نیمه اول تیر	مرداد-شهریور	✓	فراوان
verus Olivier	فراوان	بوته ای چندساله	نیمه اول تیر	مرداد-شهریور	✓	فراوان

* میزان جذابیت منظور مناسب بودن گیاه مورد نظر از لحاظ گل برای زنبورهای گرده‌افشان می‌باشد.



شکل ۳: گونه‌های زنبور گرده‌افشان موجود در منطقه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

نتایج

ارتباط گرده‌افشانی با ویژگی‌های فنولوژیکی گون‌های نادر و فراوان

نتایج آماربرداری در مورد گرده‌افشان‌های بازدیدکننده از گونه‌های گون نادر و فراوان، در مجموع منجر به شناسایی ۹ گونه زنبور گرده‌افشان (*Apis melifera*، *Megachili sp*، *Osmia sp*، *Eucera sp*، *Andrena sp*، *Anthophora sp*، *Xylocopa sp*، *Bombus zonatus* و *Bombus armeniacus*) از سه خانواده (*Apidae*، *Megachilidae* و *Andrenidae*) شد (جدول ۳).

نتایج آماربرداری در مورد گرده‌افشان‌های گونه‌های گون علفی نشان داد گونه *As. effusus* با داشتن بیشترین تعداد گل (۱۵۹۲ گل)، بیشترین تعداد گرده‌افشان‌ها (۷ عدد) را نیز داشت، که این تعداد مربوط به خانواده‌های (*Apidae*، *Megachilidae* و *Andrenidae*) بودند. فصل گلدهی گونه‌های گون علفی در فصل بهار بود و مدت طول عمر گل‌های تمام گونه‌ها دو ماه بود به جزء گونه *As. heterophyllus* که مدت طول عمر گل‌های آن سه ماه دوام داشت.

کمترین تعداد گل (۱۰۳ گل) مربوط به گونه *As. curvirostris* بود. و کمترین تعداد گرده‌افشان‌ها (۳ عدد) به ترتیب مربوط به گونه‌های *As. angustiflorus*، *As. caraganae* و *As. holopsilus* بود (هر کدام ۳ عدد). که این تعداد مربوط به خانواده‌های (*Apidae*، *Megachilidae* و *Andrenidae*) بودند. حداکثر ارتفاع گیاه مربوط به گونه *As. angustiflorus* (۳۶ سانتی‌متر) بود و کمترین ارتفاع گیاه مربوط به گونه *As. curvirostris* (۱۱ سانتی‌متر) بود (جدول ۲).

نتایج آماربرداری در مورد گرده‌افشان‌های گونه‌های گون بوته‌ای نشان داد گونه *As. rhodosemius* با داشتن بیشترین تعداد گل (۲۸۸۵ گل)، بیشترین تعداد گرده‌افشان‌ها (۷ عدد) را نیز داشت، که این تعداد مربوط به خانواده‌های (*Apidae*، *Megachilidae* و *Andrenidae*) بودند.

فصل گلدهی گونه‌های گون بوته‌ای در فصل بهار (گونه‌های نادر *As. camphylanthus*، *As. cephalanthus* و *As. cemerinus*) و فصل تابستان (گونه‌های فراوان *As. rhodosemius*، *As. susianus* و *As. verus*) بود. و مدت طول عمر گل‌ها بین ۳ ماه (گونه‌های نادر *As. camphylanthus* و *As. cephalanthus*) و ۲ ماه (گونه‌های فراوان *As. rhodosemius*، *As. susianus* و *As. verus*) متغیر بود. کمترین تعداد گل (۳۳۴ گل) و کمترین تعداد گرده‌افشان‌ها (۳ عدد) مربوط به گونه *As. cemerinus* بود. که این تعداد مربوط به خانواده‌های (*Apidae* و *Andrenidae*) بودند. حداکثر ارتفاع گیاه مربوط به گونه *As. susianus* (۶۶ سانتی‌متر) بود و کمترین ارتفاع گیاه مربوط به گونه *As. cemerinus* (۱۵ سانتی‌متر) بود (جدول ۲).

مقایسه تعداد دفعات بازدید گرده‌افشان‌ها و مجموعه بذر تولیدی میان گونه‌های گون نادر و فراوان

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد تعداد دفعات بازدید بین گونه‌های گون علفی نشان داد (جدول ۳)، در مورد گونه‌های گرده‌افشان *Apis melifera* و *Megachili sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. angustiflorus* بود به ترتیب (۱۴/۳۵ و ۹/۴۵ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. curvirostris* بود به ترتیب (۴ و ۳/۵۰ درصد بازدید).

گونه گرده‌افشان *Megachili sp* بر روی گونه‌های *As. heterophyllus* و *As. caraganae* هیچ گونه فعالیتی نداشت. در مورد گونه گرده‌افشان *Osmia sp* داد بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. angustiflorus* بود (۹/۳۵ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (۳/۳۵ درصد بازدید) مربوط به گونه *As. Caraganae* بود.

در مورد گونه گرده‌افشان *Eucera sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. heterophyllus* بود (۵/۷۰ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (۳/۱۵ درصد بازدید) مربوط به گونه *As. holopsilus* بود. این گونه گرده‌افشان بر روی گونه‌های *As. angustiflorus* و *As. curvirostris* هیچ گونه فعالیتی نداشت.

در مورد گونه گرده‌افشان *Andrena sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. effusus* بود (۵/۸۰ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (۳/۶۰ درصد بازدید) مربوط به گونه *As. curvirostris*بود. این گونه گرده‌افشان بر روی گونه‌های

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

As. angustiflorus، *As. caraganae* و *As. holopsilus* هیچ گونه فعالیتی نداشت.

گونه‌های گرده‌افشان *Anthophora sp* و *Bombus armeniacus* بر روی هیچ گونه‌ای فعالیت نداشتند. گونه‌های گرده‌افشان *Xylocopa sp* و *Bombus zonatus* فقط بر روی گونه *As. effusus* فعالیت (به ترتیب ۱/۱۵ و ۱/۷۰ درصد بازدید) داشتند (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد تعداد دفعات بازدید بین گونه‌های گون بوته‌ای نشان داد (جدول ۳)، در مورد گونه گرده‌افشان *Apis melifera* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. rhodosemius* بود (۳۶/۱۰ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. cemerinus* بود (۶/۴۵ درصد بازدید).

در مورد گونه‌های گرده‌افشان *Megachili sp* و *Osmia sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. verus* (به‌ترتیب ۲۴/۷۵ و ۲۲/۴۰ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (به ترتیب ۶/۱۰ و ۵/۲۰ درصد بازدید) مربوط به گونه *As. susianus* بود. این گونه‌های گرده‌افشان بر روی گونه‌های *As. camphylanthus*، *As. cephalanthus* و *As. cemerinus* هیچ گونه فعالیتی نداشتند.

در مورد گونه گرده‌افشان *Eucera sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. verus* بود (۲۲/۰۵ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (۳/۵۵ درصد بازدید) مربوط به گونه *As. cephalanthus* بود. این گونه گرده‌افشان بر روی گونه *As. cemerinus* هیچ گونه فعالیتی نداشت.

در مورد گونه گرده‌افشان *Andrena sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. camphylanthus* بود (۶/۱۰ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (۳/۶۵ بازدید) مربوط به گونه *As. cephalanthus* بود. این گونه گرده‌افشان بر روی گونه‌های *As. verus*، *As. rhodosemius* و *As. susianus* هیچ گونه فعالیتی نداشت.

در مورد گونه گرده‌افشان *Anthophora sp* بیشترین تعداد بازدید مربوط به گونه *As. verus* بود (۲۰/۳۵ درصد بازدید) و کمترین تعداد بازدید (۲/۶۰ درصد بازدید) مربوط به گونه *As. susianus* بود. گونه گرده‌افشان *Xylocopa sp* بر روی هیچ گونه‌ای فعالیت نداشت گونه‌های گرده‌افشان *Bombus armeniacus* و *Bombus zonatus* فقط بر روی گونه *As. rhodosemius* فعالیت (به‌ترتیب ۲۴/۳۰ و ۲۵/۸۵ درصد بازدید) داشتند (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد مجموعه بذر تولیدی بین گونه‌های گون علفی یک رابطه معنی‌دار داشت (جدول ۲). بیشترین میزان بذر تولیدی مربوط به گونه‌های *As. angustiflorus* و *As. effusus* (به ترتیب ۳۰۷/۶۰ و ۳۰۷ عدد) بود. کمترین میزان بذر تولیدی مربوط به گونه *As. curvirostris* (۱۱۹/۵۰ عدد) بود.

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد مجموعه بذر تولیدی بین گونه‌های گون بوته‌ای نیز یک رابطه معنی‌دار داشت (جدول ۲). بیشترین میزان بذر تولیدی مربوط به گونه *As. verus* (۲۰۵۲/۹۰ عدد) بود. کمترین میزان بذر تولیدی مربوط به گونه *As. cemerinus* (۴۷/۹۳ عدد) بود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

جدول ۲: ویژگی‌های فنولوژی گون‌های علفی و بوته‌ای و تعداد گرده‌افشان‌های آن‌ها

گون‌های علفی	*heterophyllus Podlech*	*holopsilus Bunge*	*caraganae Fisch*	*angustiflorus K.Koch*	*curvirostris Boiss*	*effusus Bunge*
ویژگی‌ها		نادر			فراوان	
تعداد گرده‌افشان‌ها	۴	۳	۳	۳	۴	۷
تعداد خانواده گرده‌افشان‌ها	۳	۳	۳	۲	۳	۳
حداکثر ارتفاع (سانتی‌متر)	۲۶	۳۰	۳۰	۳۶	۱۱	۲۴
تعداد کل گل‌ها	۱۹۸	۳۳۰	۵۵۲	۸۶۳	۱۰۳	۱۵۹۲
زمان گلدهی	بهار	بهار	بهار	بهار	بهار	بهار
طول عمر گل	۳ ماه	۲ ماه	۲ ماه	۲ ماه	۲ ماه	۲ ماه
مجموعه (توده) بذر	۱۳۲/۰±۷۰/۸۳^{c}	۱۷۰/۲±۴۹/۲۶^{b}	۱۳۵/۶±۷۵/۷۸^{c}	۳۰۷/۶±۱۸۲/۴^{a}	۱۱۹/۵±۳۶/۹۶^{d}	۳۰۷/۰±۱۳۸/۹^{a}
		Sig=0.00**				
گون‌های بوته‌ای	*camphylanthus Boiss*	*cephalanthus DC*	*cemerinus Beck*	*rhodosemius Boiss*	*susianus Boiss*	*verus Olivier*
ویژگی‌ها		نادر			فراوان	
تعداد گرده‌افشان‌ها	۴	۴	۳	۷	۵	۵
تعداد خانواده گرده‌افشان‌ها	۲	۲	۲	۳	۳	۳
حداکثر ارتفاع (سانتی‌متر)	۲۰	۳۲	۱۵	۳۴	۶۶	۶۰
تعداد کل گل‌ها	۵۶۷	۸۷۳	۳۳۴	۲۸۸۵	۹۳۳	۱۳۹۸
زمان گلدهی	بهار	بهار	بهار	تابستان	تابستان	تابستان
طول عمر گل	۳ ماه	۳ ماه	۲ ماه	۲ ماه	۲ ماه	۲ ماه
مجموعه (توده) بذر	۱۲۱/۶±۴۸/۲۷^{c}	۷۵/۸۷±۳۱/۳۸^{c}	۴۷/۹۳±۳۵/۴۰^{c}	۲۰۰۰/۸±۶۶۵/۷^{a}	۱۳۲۵/۴±۷۷۱/۲^{b}	۲۰۵۲/۹±۶۱۱/۳^{a}
		Sig=0.00**				

جدول ۳- گونه‌های زنبور گرده‌افشان و تعداد دفعات بازدید آن‌ها بر روی گون‌های علفی و بوته‌ای

تعداد دفعات بازدید	گون‌های علفی	sig	*heterophyllus Podlech*	*holopsilus Bunge*	*caraganae Fisch*	*angustiflorus K.Koch*	*curvirostris Boiss*	*effusus Bunge*
				نادر			فراوان	
گونه‌های بازدیدکننده	خانواده							
Apis melifera	Apidae	Sig=0.00**	۱۱/۰±۵/۷۹^{b}	۷/۵۵±۳/۲۳^{c}	۹/۲۰±۲/۴۶^{bc}	۱۴/۳۵±۵/۶۱^{a}	۴/۰۰±۱/۶۲^{d}	۱۱/۱۵±۴/۵۱^{b}
Megachili sp.	Megachilidae	Sig=0.00**	[redacted]	۴/۳۵±۲/۲۳^{c}	[redacted]	۹/۴۵±۴/۸۰^{a}	۳/۵۰±۱/۹۰^{c}	۶/۲۵±۱/۷۴^{b}
Osmia sp.	Megachilidae	Sig=0.00**	۷/۸۰±۵/۹۶^{ab}	۳/۶۵±۱/۸۹^{c}	۳/۳۵±۱/۸۷^{c}	۹/۳۵±۶/۷۶^{a}	۳/۴۰±۲/۰۶^{c}	۵/۴۵±۲/۲۸^{bc}
Eucera sp.	Andrenidae	Sig=0.00**	۵/۷۰±۳/۷۲^{a}	۳/۱۵±۱/۹۲^{c}	۴/۲۵±۲/۳۳^{bc}	[redacted]	[redacted]	۴/۸۰±۱/۸۵^{ab}
Andrena sp.	Andrenidae	Sig=0.00**	۵/۵۰±۳/۴۸^{a}	[redacted]	[redacted]	[redacted]	۳/۶۰±۱/۶۰^{b}	۵/۸۰±۲/۲۱^{a}
Anthophora sp.	Apidae	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Xylocopa sp.	Apidae	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	۱/۱۵±۰/۹۳
Bombus zonatus	Apidae	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	۱/۷۰±۱/۳۴
Bombus armeniacus	Apidae	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

** در سطح ۱٪ معنی‌دار، مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام‌گرفته است (میانگین±انحراف معیار).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

ادامه جدول ۳

گونه‌های بازدید-کننده	گون‌های بوته‌ای	sig	*camphylanthus Boiss*	*cephalanthus DC*	*cemerinus Beck*	*rhodosemius Boiss*	*susianus Boiss*	*verus Olivier*
			نادر				فراوان	
Apis melifera	Apidae	۰.۰۰**	۱۰/۹۵±۳/۹۹^{d}	۷/۰۵±۳/۷۷^{e}	۶/۴۵±۳/۰۰^{e}	۳۶/۱۰±۵/۶۵^{a}	۱۸/۸۵±۳/۳۲^{c}	۳۲/۵۵±۵/۰۵^{b}
Megachili sp	Megachilidae	۰.۰۰**				۱۵/۶۵±۲/۹۹^{b}	۶/۱۰±۱/۱۶^{c}	۲۴/۷۵±۵/۳۱^{a}
Osmia sp	Megachilidae	۰.۰۰**				۱۱/۷۵±۲/۸۰^{b}	۵/۲۰±۱/۴۷^{c}	۲۲/۴۰±۵/۷۲^{a}
Eucera sp	Andrenidae	۰.۰۰**	۶/۱۵±۲/۹۶^{c}	۳/۵۵±۲/۰۸^{d}		۹/۸۰±۲/۵۲^{b}	۵/۰۰±۱/۵۲^{cd}	۲۲/۰۵±۶/۹۷^{a}
Andrena sp	Andrenidae	۰.۰۰**	۶/۱۰±۳/۴۰^{a}	۳/۶۵±۲/۶۲^{b}	۵/۰۵±۲/۵۲^{a}			
Anthophora sp	Apidae	۰.۰۰**	۸/۳۵±۴/۰۰^{c}	۳/۸۰±۲/۳۵^{de}	۵/۵۰±۲/۹۸^{d}	۱۲/۰۵±۲/۳۵^{b}	۲/۶۰±۱/۱۴^{e}	۲۰/۳۵±۷/۴۲^{a}
Xylocopa sp	Apidae							
Bombus zonatus	Apidae					۲۴/۳۰±۳/۶۴		
Bombus armeniacus	Apidae					۲۵/۸۵±۴/۲۲		

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج گرده‌افشان‌های گونه‌های گون علفی نشان داد بیشترین تعداد گل و بیشترین تعداد گرده‌افشان (گونه *As. effusus*)، بیشترین ارتفاع گیاه (گونه *As. angustiflorus*)، بیشترین توده بذر (گونه‌های *As. angustiflorus* و *As. effusus*) و کمترین ارتفاع گیاه و نیز کمترین تعداد گل (گونه *As. curvirostris*) مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. گونه‌های گون علفی (نادر و فراوان) از نظر فصل گلدهی تفاوتی با هم نداشتند ولی طول عمر گل در گونه‌های گون نادر (گونه *As. heterophyllus*) بیشتر بود (جدول ۲).

نتایج گرده‌افشان‌های گونه‌های گون بوته‌ای نشان داد بیشترین تعداد گل و بیشترین تعداد گرده‌افشان (گونه *As. rhodosemius*)، بیشترین ارتفاع گیاه (گونه *As. susianus*) و بیشترین توده بذر (گونه *As. Verus*) مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. و کمترین تعداد گل، گرده‌افشان و ارتفاع گیاه (گونه *As. cemerinus*) مربوط به گونه‌های گون نادر بود. از نظر فصل گلدهی (بهار و تابستان) گونه‌های نادر و فراوان متفاوت بودند و طول عمر گل در گونه‌های گون نادر (گونه‌های *As. Camphylanthus* و *As. Cephalanthus*) بیشتر بود (جدول ۲).

Auttama و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه روی ارتباط فنولوژی گل‌دهی گونه نادر *Ceropegia thaithongiae* و تعداد بازدید حشرات نشان دادند زمان گلدهی جمعیت‌های این گونه همزمان نیست و چندین حشره مختلف از گل‌های این گونه بازدید می‌کنند، اما فقط حشرات *chloropid* و *milichiid* گرده‌افشان‌های موثر بودند. این محققان دلیل گلدهی در زمان‌های متفاوت این گونه را هم به علت کاهش رقابت بین گرده‌افشان‌ها و هم به علت جذب گرده‌افشان‌ها در زمانی که حشرات بازدیدکننده گل کمیاب هستند بیان نمودند.

Benadi و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه روی تغییر تعداد دفعات بازدید حشرات با موفقیت گرده‌افشانی گونه نادر *Ursinia cakilefolia* (*Asteraceae*) عنوان کردند وقتی گونه‌های گرده‌افشان جابه‌جایی‌های زیادی برای پیدا کردن گونه‌های نادر نسبت به گونه‌های فراوان انجام بدهند، این هزینه جابه‌جایی برای حشره باعث می‌شود در دفعات بعدی برای بازدید گل‌ها به سمت گونه‌های فراوان (با جمعیت بیشتر) متمایل شوند، ولی در صورت بازدید از گونه‌ها (هم نادر و هم فراوان) باعث موفقیت گرده‌افشانی در گیاه مذکور می‌گردند.

نتایج مقایسه فصل گلدهی نشان داد گونه‌های گون بوته‌ای فراوان (*As. Verus*،*As. rhodosemius* و *As. susianus*) فصل گلدهی متفاوتی (فصل تابستان) با بقیه گونه‌های گون بوته‌ای نادر (*As. cemerinus*، *As. Camphylanthus* و *As. Cephalanthus*) دارند. در حالی که گونه‌های گون علفی نادر و فراوان و گونه‌های گون بوته-ای نادر فصل گلدهی مشترکی دارند (فصل بهار). زمان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

گلدهی متفاوت بین این گونه‌های گیاهی می‌تواند به دلیل کاهش رقابت برای جذب گونه‌های گرده‌افشان باشد (۱۲). کاهش رقابت بین گرده‌افشان‌ها موفقیت باروری گونه‌های گیاهی را افزایش می دهد (۱۱).

نتایج تعداد دفعات بازدید بین گونه‌های گون علفی و بوته‌ای نشان داد برای هر گونه گیاهی، نوع حشره بازدیدکننده متفاوت بوده است (جدول ۳). گونه گرده‌افشان *Apis melifera* روی تمامی گونه‌های گون نادر و فراوان، گونه گرده‌افشان مشترک بوده است. یکی از دلایل آن می‌تواند جمعیت زیادتر این گونه گرده‌افشان نسبت به سایر گونه‌های گرده‌افشان در منطقه باشد.

گونه‌های گرده‌افشان *Anthophora sp* و *Bombus armeniacus* بر روی هیچ گونه‌ای از گون‌های علفی (نادر و فراوان) فعالیت نداشتند. و گونه گرده‌افشان *Xylocopa sp* بر روی هیچ گونه‌ای از گون‌های بوته‌ای (نادر و فراوان) فعالیت نداشت. علت این امر می‌تواند رقابت بین گونه‌های گرده‌افشان با یکدیگر باشد. علاوه‌بر آن ممکن است گونه گرده‌افشان مورد نظر در زمان گلدهی آن گونه گیاهی، زمان مناسب فعالیت گرده‌افشانی آن نباشد.

نتایج همچنین نشان دادند تعداد بازدید گونه‌های گرده‌افشان از گونه‌های گیاهی با تعداد گل‌های تولیدی رابطه مثبت دارد. به طوری که هر چه تعداد گل‌های تولیدی زیادتر باشد، تعداد بازدید گونه گرده‌افشان نیز زیادتر خواهد بود که این امر باعث می‌شود در این گونه‌ها توده بذر زیادتری نیز تولید شود (گونه گون علفی فراوان *As. angustiflorus* و گونه گون بوته‌ای فراوان *As. verus*). مطالعات زیادی رابطه مثبت بین تعداد بازدید گونه‌های گرده‌افشان از گل‌ها و مجموعه بذر تولیدی گیاه را تایید کرده‌اند (۸، ۱۹ و ۲۱).

نتایج نشان داد که در گونه‌های همجنس و با فرم رویشی مشابه، هر اندازه تعداد گل‌ها زیادتر باشند و این گونه‌ها ارتفاع بزرگ‌تری داشته باشند باعث جذب گرده‌افشان‌های بیشتری می‌شوند که در نهایت منجر به توده بذر تولیدی بیشتر در گونه مورد نظر (گونه‌های گون فراوان در مقایسه با گون‌های نادر) می‌گردد. علاوه‌بر آن، این احتمال وجود دارد که گونه‌های همجنس برای کاهش رقابت در جذب گونه‌های گرده‌افشان، زمان گلدهی خود را تغییر داده‌اند و هر میزان فاصله این تفاوت زمانی نسبت به زمان گلدهی اکثریت گونه‌ها بیشتر باشد موفقیت گونه مورد نظر نیز بیشتر می‌باشد. گون‌های بوته‌ای فراوان در مقایسه با گون‌های بوته‌ای نادر و گون‌های علفی (نادر و فراوان) زمان گلدهی کاملا متفاوتی دارند که این عامل باعث کاهش رقابت گرده‌افشانی بین این گونه‌ها و موفقیت تولیدمثلی بیشتر آن‌ها شده است. در مقابل گونه‌های گون بوته‌ای با فرم‌رویشی نادر زمان گلدهی مشابهی با گونه‌های گون علفی (فرم‌رویشی نادر و فراوان) دارند که این عامل، رقابت جهت گرده‌افشانی را بین آن‌ها افزایش داده است و موفقیت تولیدمثلی آن‌ها را محدودتر کرده است.

نتایج حاصل از بررسی گرده‌افشانی گونه‌های گون با فرم‌های رویشی متفاوت، اطلاعات مفیدی را برای مدیران و کارشناسان حفاظت از گونه‌های گیاهی با ارزش و در معرض خطر انقراض فراهم می‌آورد. و برای برنامه‌ریزی بهتر جهت اقدامات پیشگیرانه در امر حفاظت بسیار موثر می‌باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

References

1. Abd El-Wahab, T. E. & I. M. A. Ebadah, 2011. Impact of honeybee and other insect pollinators on the seed setting and yield production of black cumin *Nigella sativa L.* Journal of Basic and Applied Scientific Research, 1(7): 622-626.
2. Allphin, L., N. Brian & T. Matheson, 2005. Reproductive success and genetic divergence among varieties of the rare endangered *Astragalus cremnophylax* (Fabaceae) from Arizona. USA, Conservation Genetics, 6:803–821.
3. Ariapour, A., H. Mehrabi & G. Kheradmand, 2015. Evaluating range plant species suitability for apiculture (Case study: rangeland Sarab Sefid, Boroujerd, Lorestan). Journal of Rangeland, 9(2): 142-158. (In Persian).
4. Auttama, P., D. McKey & A. Kidyoo, 2018. Flowering phenology and trap pollination of the rare endemic plant *Ceropegia thaithongiae* in montane forest of northern Thailand. Journal of Botany, 96(9): 601-620.
5. Benadi, G. & R. J. Gegear, 2018. Adaptive foraging of pollinators can promote pollination of a rare plant species. The American Naturalist, 192(2): E81-E92.

6. Diamond, Jr., A. R. Folkerts & R. S. Boyd, 2006. Pollination Biology, Seed Dispersal, and Recruitment in *Rudbeckia auriculata* (Perdue) Kral, a Rare Southeastern Endemic, Southern Appalachian Botanical Society. Castanea, 71(3): 226-238.
7. Ebrahimi, A., V. A. Raufirad, H. Arzani & Z. Shojaei Asadeiye, 2016. Secondary Compounds as Indicator of Plant Palatability (Case Study: Karsanak Rangelands of Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province). Journal of Range and Watershed Management, 69(2): 297-309. (In Persian).
8. Eckhart, V. M., N. S. Rushing, G. M. Hart & J. D. Hansen, 2006. Frequency-dependent pollinator foraging in polymorphic *Clarkia xantiana ssp*. Xantiana populations: implications for flower colour evolution and pollinator interactions. Oikos, 112: 412–421.
9. Işik, K. 2011. Rare and endemic species: why are they prone to extinction?, Turkish Journal of Botany. 35(4): 411-417.
10. Karron, J. D. 1987. The Pollination Ecology of Co-occurring Geographically Restricted and Widespread Species of *Astragalus* (Fabaceae). Biological Conservation, 39: 179-193.
11. Kehrberger, S., 2021. Effects of climate warming on the timing of flowering and emergence in a tritrophic relationship: plants-bees-parasitoids (Doctoral dissertation, Universität Würzburg).
12. Kehrberger, S. & A. Holzschuh, 2019. How does timing of flowering affect competition for pollinators, flower visitation and seed set in an early spring grassland plant?, Scientific reports, 9(1): 1-9.
13. Khosravi Mashizi, A., M. Sherafatmand & E. Jahantab, 2020. Evaluation of roadsides potentials as habitat for attractive *honey bee* plants in semi-arid ecosystems of Sarbijan, Kerman province. Journal of Rangeland, 14(2): 338-352. (In Persian).
14. Knight, T.M., J.A. Steets, J.C. Vamosi, S.J. Mazer, M. Burd, D.R. Campbell, M.R. Dudash, M.O. Johnston, R.J. Mitchell & T.-L. Ashman, 2005. Pollen limitation of plant reproduction: Pattern and process. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 36: 467–497.
15. Leitão, R. P., J. Zuanon, S. Villéger, S. E. Williams, C. Baraloto, C. Fortunel & D. Mouillot, 2016. Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 283(1828): 20160084.
16. Maassoumi, A. A. 1989. The genus *Astragalus* in Iran (Vol. 2), Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands, (In Persian).
17. MacArthur, R. H. & E. O. Wilson, 1967. The theory of island biogeography, Princeton. Princeton University Press.
18. Mathur, M. 2014. Does adaptive strategy for delayed seed dispersion affect extinction probability of a desert species? An assessment using the population viability analysis and glass house experiment. Brazilian Archives of Biology and Technology, 57: 774-781.
19. Runquist, R.B. & M.L. Stanton, 2013. Asymmetric and frequencydependent pollinator-mediated interactions may influence competitive displacement in two vernal pool plants. Ecology Letters, 16:183–190.
20. Rymer, P. D. 2006. Plant rarity: species distributional patterns, population genetics, pollination biology, and seed dispersal in *Persoonia* (Proteaceae), PhD thesis. School of Biological Sciences, University of Wollongong.
21. Schmid, B., H. Nottebrock, K. J. Esler, J. Pagel, K. B♀hning-Gaese, F. M. Schurr, T. Mueller & M. Schleuning, 2016. A bird pollinator shows positive frequency dependence and constancy of species choice in natural plant communities. Ecology, 97: 3110–3118.
22. Stone, G. N., N. E. Raine, M. Prescott & P. G. Willmer, 2003. Pollination ecology of *acacias* (Fabaceae, Mimosoideae). Australian Systematic Botany, 16(1): 103-118.
23. Talavera, S., F. Bastida, P.L. Ortiz & M. Arista, 2001. Pollinator attendance and reproductive success in Cistus *libanotis L.* (Cistaceae). International Journal of Plant Sciences, 162: 343-352.
24. Tanner, D. A.; C. Clark & J. P. Pitts, 2013. Pollination biology of *Astragalus phoenix* (Fabaceae) with notes on the natural history of its pollinator, Anthophora porterae (Hymenoptera: Apidae). Western North American Naturalist. pp:1-10.
25. Tepidino, V.J. 2005. Final report. Reproduction and pollination of *Astragalus* from Washington County, southern Utah: A. holmgrenorium and A. ampullariodes. USDA–ARS Bee Biology and Systematics Laboratory, Department of Biology, Utah State University. Logan. UT.
26. Thomann, M., E. Imbert & C. Devaux, 2013. Flowering plants under global pollinator decline, Trends in Plant Science. 18: 353-359.
27. Totland, O., K. A. Hovstad, F. Ødegaard & J. Åström, 2013. State of knowledge regarding insect pollination in Norway – the importance of the complex interaction between plants and insects, Norwegian Biodiversity Information Centre. Norway, pp: 1-77.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]

28. Watrous, K.M. & J.H. Cane, 2011. Breeding biology of the threadstalk milkvetch, *Astragalus filipes* (Fabaceae), with a review of the genus, American Midland Naturalist, 165: 225–240.
29. Yazdanshenas, H., M. Jafari, H. Azarnivand & H. Arzani, 2016. Investigating Tragacanth Gum potential production and harvesting based on soil factors in Tiran and Karvan region (Isfahan). Journal of Rangeland. 9(3): 221-207. (In Persian).
30. Zarekia, S., M. Godarzi & S. Rashvand, 2019. Determining the best sowing time for some perennial herbaceous species from *Astragalus* genus. Journal of Rangeland. 1-13. (In Persian).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.12.6]