پژوهش‌های بذر ایران/ سال نهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۱/ صفحات: ۱۱۲-۹۹

مقاله پژوهشی

اثرات شکار پیش از پراکنش بذر روی گونه‌های گون نادر و فراوان در منطقه کرسنک استان چهارمحال و بختیاری

ایرج رحیمی [۱*]، اسماعیل اسدی [۲]، پژمان طهماسبی [۲]، علیرضا منفرد [۳]، علی عباسی سورکی [۴]

چکیده مبسوط

مقدمه: شکار سرنوشت مشترک اکثر بذرهای تولیدشده توسط گیاهان است. از دست رفتن بذرها در اثر شکار می‌تواند برای گیاهان زیان‌بار باشد و موجب نادر شدن گونه‌های گیاهی گردد زیرا گونه‌های نادر در برابر انقراض از طریق فرایندهایی که سازوکارهای پراکنش گیاه را مختل می‌کنند آسیب‌پذیر هستند. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثرات شکار بذر پیش از پراکنش، بین گونه‌های گون نادر و همتایان فراوان آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثرات شکار پیش از پراکنش بذر، ۱۲ گونه گون شامل ۶ گونه گون با فرم رویشی علفی (شامل سه گونه با وضعیت نادر (*A. caraganae*، *A. heterophyllus* و *Astragalus holopsilus*) و سه گونه با وضعیت فراوان (*A. angustiflorus*، *A. curvirostris* و *A. effusus*) و ۶ گونه گون با فرم رویشی بوته‌ای (شامل سه گونه با وضعیت نادر (*A. cephalanthus*، *A. camphylanthus* و *A. cemerinus*) و سه گونه با وضعیت فراوان (*A. verus*، *A. susianus* و *A. rhodosemius*) در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ مورد مقایسه قرار گرفت. از هر گونه تعداد ۲۰ پایه گیاهی و از هر پایه گیاهی تعداد ۱۰ غلاف (برای هر گونه ۲۰۰ غلاف)، به طور تصادفی انتخاب و هم برای غلاف‌ها و هم برای بذرهای این گونه‌ها پارامترهای سطح، محیط، طول، عرض، نسبت طول به عرض، کرویت و مسافت بین تقاطع طول و عرض از مرکز بذر اندازه‌گیری و مقایسه شد. همچنین توده غلاف و توده بذر، تعداد غلاف و بذر مورد حمله شکارگرها، تعداد بذر سالم، شکل غلاف و شکل بذر گونه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده از مقایسات میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر بین گونه‌های گون علفی و بوته‌ای نشان داد بیشترین و کمترین اندازه از سطح بذر، محیط بذر، طول بذر و عرض بذر، نسبت طول به عرض بذر، کرویت بذر و تقاطع طول و عرض بذر مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. در مورد گونه‌های گون بوته‌ای بیشترین این ویژگی‌ها مربوط به گونه‌های گون فراوان و کمترین این ویژگی‌ها مربوط به گونه‌های گون نادر بود. نتایج ویژگی‌های ریخت‌شناسی غلاف بین گونه‌های گون علفی و بوته‌ای نشان داد بیشترین و کمترین این ویژگی‌ها مربوط به هر دو گروه گونه‌های گون فراوان و نادر بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد توده بذر، تعداد بذر آسیب‌دیده، تعداد بذر سالم و شکل بذر تحت تأثیر فعالیت شکارگرهای پیش از پراکنش بین گونه‌های گون علفی نشان داد بیشترین و کمترین توده بذر و تعداد بذر آسیب‌دیده مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. همچنین بیشترین و کمترین تعداد بذر سالم و شکل بذر مربوط به گونه گونه‌های گون نادر بود. در بین گونه‌های گون بوته‌ای بیشترین توده بذر، تعداد بذر آسیب دیده، تعداد بذر سالم و شکل بذر مربوط به گونه‌های گون فراوان بود. کمترین این ویژگی‌ها مربوط به گونه‌های گون نادر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج کلی نشان داد هر چه گونه‌ها قادر به تولید بذرهای با اندازه‌های بزرگتر و کوچکتر باشند وضعیت پراکنش بهتری دارند و هر چه توده بذر و توده غلاف گیاه بیشتر باشد و شکل بزرگ‌تری داشته باشند شکارگرها به میزان بیشتری به آن گونه‌ها حمله می‌کنند ولی میزان حمله شکارگرها منجر به نادر بودن گونه‌ها نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: پراکنش بذر، حشرات شکارچی، انقراض گونه‌ای، پوشش گیاهی

جنبه‌های نوآوری:

۱- نقش شکارگرهای پیش از پراکنش بذر روی گونه‌های گون نادر و فراوان بررسی شد.

۲- ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و فرم رویشی گونه‌های گون نادر و فراوان مورد مقایسه قرار گرفت.

[۱] دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد

[۲] دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد

[۳] دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

[۴] دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[*] رایانامه نویسنده مسئول: irajrahimi@stu.sku.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.2.5.8

DOI: 10.61186/yujs.9.2.99

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۰)

مقدمه

جهت انتشار موفقیت‌آمیز بذرهای گیاهان به عنوان یک راهکار تکاملی، پنج شرط اساسی لازم است: ۱) وجود یک ساختار تولیدمثلی ویژه که توانایی حفاظت و نگهداری بذرها را از بذرخواران، پاتوژن‌ها و سایر شرایط محیطی نامطلوب داشته باشد، ۲) طول عمر بیشتر بذرهای جامعه گیاهی، ۳) عملکرد سازوکار رهاسازی بذر باید با شروع شرایط مساعد برای استقرار و جذب دانه رست‌ها همراه باشد، ۴) میانگین مناسب زمانی جهت شروع رهاسازی بذر باید در طول عمر تولیدمثلی گونه رخ دهد و ۵) باید ظرفیت ژنتیکی و فرصت کافی برای تولید و نگهداری بذر کافی در فاصله متوسط بین رویدادهای شروع رهاسازی وجود داشته باشد تا از جایگزینی جمعیت در مرحله استقرار بعدی اطمینان حاصل شود (ماتور[1]، ۲۰۱۴). ولی ممکن است اکثر بذرهایی که توسط گیاهان تولید می‌شوند پیش از آن که بتوانند پراکنده شوند مورد شکار واقع قرار گیرند زیرا مصرف‌کنندگان بذر، از میکروب‌ها گرفته تا مهره‌داران جهت تغذیه خود یا تولیدمثل از بذرها استفاده می‌کنند. در واقع شکار سرنوشت مشترک اکثر بذرهای تولیدشده توسط گیاهان است (واندر وال[2] و همکاران، ۲۰۰۵).

مطالعات زیادی نشان می‌دهند که حشرات شکارچی بذر در مرحله پیش‌پراکنش در راسته‌های Coleoptera، Lepidoptera، Diptera و Hymenoptera می‌توانند به بذرها حمله کنند و بخش قابل‌توجهی از محصولات بذری بسیاری از گونه‌های گیاهی را تخریب یا از بین ببرند (گریپنبرگ[3]، ۲۰۱۸). شکار پیش از پراکنش به عنوان آسیب جبران‌ناپذیری به بذر که توسط شکارچی قبل از پراکندگی از گیاه مادر ایجاد می‌شود، تعریف می‌شود. میزان آسیب ناشی از شکار بذرها پیش از پراکنش می‌تواند عمیق باشد، مطالعات گذشته نشان می‌دهد که شکارچیان بذر می‌توانند به تولید مثل ۱۰۰ درصد افراد در یک جمعیت حمله کنند. از آنجایی که گیاهان منابع زیادی را صرف می‌کنند تا بتوانند تولیدمثل کنند، به‌ویژه برای گیاهان چندساله که ممکن است سال‌ها طول بکشد تا این منابع را فراهم آورند، از دست رفتن بذرها در اثر شکار به‌عنوان یک منبع مهم جهت تولیدمثل، می‌تواند برای بقاء گیاهان فاجعه‌بار باشد. در واقع، اثر شکارچیان بذر در طول مراحل زندگی چند برابر می‌شود که منجر به کاهش ۶ تا ۳۷ برابری گیاهان بالغ در نسل‌های متوالی می‌شود (لجا[4] و همکاران، ۲۰۱۵).

هدف بوم‌شناسان این بوده که دریابند چگونه فعل و انفعالات متضاد، مانند شکار بذر با حفظ تنوع گونه‌های گیاهی مرتبط است (باغچی[5] و همکاران، ۲۰۱۴). علاوه‌بر این، با توجه به اثرات مستقیم آن بر تولیدمثل و رشد، شکار بذر پیش از پراکنش به عنوان یک نیروی محرکه قوی می‌تواند بر توزیع گونه‌ها و پویایی جمعیت‌ها، به ویژه استقرار و انقراض تأثیر بگذارد (اوروک[6] و همکاران، ۲۰۰۶)، همچنین ممکن است عامل تعیین‌کننده مهمی برای نادر بودن گیاهان باشد (آولد و دنهام[7]، ۲۰۰۱).

در اکولوژی، نادر بودن به سادگی تعریف نشده است، بلکه با تعدادی از مؤلفه‌ها و آستانه‌های مختلف برای تعیین اینکه آیا یک گونه نادر است یا نه، استفاده می‌شود که شامل محدوده جغرافیایی، فراوانی، ویژگی زیستگاه، اشغال زیستگاه، سن یا تداوم تاکسون، وضعیت در معرض تهدید، جریان ژن، تنوع ژنتیکی و بومی است که به طور مستقل مورد استفاده قرار گرفته‌اند یا در یک ماتریس ترکیب شده تا تعدادی از انواع نادر بودن را تشکیل دهند. احتمالاً شناخته‌شده‌ترین چارچوبی که نادر بودن را مشخص می‌کند، در آن سه مؤلفه، محدوده جغرافیایی، فراوانی و ویژگی زیستگاه وجود دارد که در یک ماتریس برای طبقه‌بندی گونه‌ها به اشکال نادر بودن ترکیب شده‌اند. در سایر چارچوب‌های جدیدتر، توزیع فضایی و طول عمر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این چارچوب‌ها هم شامل الگو (محدوده جغرافیایی و فراوانی) و هم فرآیند یا علل نادر بودن (طول عمر، ویژگی زیستگاه و اشغال زیستگاه) برای توصیف اشکال مختلف نادر بودن هستند. گونه‌های نادر لزوماً در معرض تهدید نیستند و همه گونه‌های در معرض تهدید نادر

[1] Mathur
[2] Vander Wall
[3] Gripenberg
[4] Leja
[5] Bagchi
[6] Orrock
[7] Auld and Denham

نیستند. بنابراین درک بهتر از ماهیت و عوامل تعیین‌کننده نادر بودن یک گونه و آسیب‌پذیری آن در برابر انقراض می‌تواند به ارائه مکانیزمی برای اولویت‌بندی گونه‌های نادر برای اقدامات حفاظتی کمک کند. اقدامات حفاظتی اعمال شده برای گونه‌های نادر اغلب به نوع و علل نادر بودن بستگی دارد (ریلی[1]، ۲۰۱۰). گونه‌های نادر در برابر انقراض از طریق فرایندهایی که سازوکارهای پراکنش گیاه را مختل می‌کنند آسیب‌پذیر هستند (اسپلند و امام[2]، ۲۰۱۱).

مطالعات منتشر شده اندکی به اثرات شکار بذرها پیش از پراکنش روی گونه‌های گیاهی نادر پرداخته‌اند، شکار پیش از پراکنش می‌تواند بازیابی گونه‌های گیاهی نادر را محدود کند یا حتی منجر به انقراض آن‌ها شود. از آنجایی که شکار گسترده و تهاجمی بذر می‌تواند به عنوان مانعی برای جذب و زنده ماندن جمعیت عمل کند، درک شکار بذر پیش از پراکنش برای حفظ جمعیت‌های پایدار برای گیاهان نادر بسیار مهم است (لجا و همکاران، ۲۰۱۵). شکار بذر پیش از پراکنش در انواع مختلف پوشش گیاهی مشاهده شده است و شدت آن در بین گونه‌های گیاهی به دلیل ویژگی‌های فنوتیپی گیاهان مانند فنولوژی، تعداد گل‌ها، اندازه و تراکم بذرها و همچنین اندازه بدن شکارچیان متفاوت است. اگرچه شکار پیش از پراکنش به مدت طولانی مورد مطالعه قرار گرفته است، ولی اکثر مطالعات اولیه بر اساس ۱) یک سال یا فصل و ۲) یک گونه منتخب یا گونه همجنس، به ویژه گونه‌های فراوان در یک جامعه بوده است (ژو[3] و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات تطبیقی که به بررسی زیست‌شناسی گونه‌های نادر و همتایان فراوان آن‌ها می‌پردازند، قادر به شناسایی عوامل محدودکننده احتمالی در گونه‌های نادر هستند (اوی[4]، ۲۰۱۹). اهمیت حیاتی مطالعات تطبیقی این است که آیا امکان تعیین اینکه صفاتی وجود دارد که اجازه می‌دهد گونه‌ها از نادری فرار کنند و فراوانی و گستردگی داشته باشند (موری[5] و همکاران، ۲۰۰۲). لذا در این مطالعه به بررسی نقش شکارگرهای بذر پیش از پراکنش در بین 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 تأثیر گذاشته است از یکدیگر تفکیک نمود.

مواد و روش‌ها

خصوصیات 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 شهرکرد واقع در استان چهارمحال و بختیاری قرارگرفته است. 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 سلسیوس بوده و جزو مناطق نیمه‌استپی استان می‌باشد. پوشش گیاهی منطقه شامل ترکیبی از گندمیان (۳۹ درصد)، پهن‌برگان علفی (۲۸ درصد) و بوته‌ای‌ها (۳۱ درصد) بوده که بیشترین سهم در ترکیب گیاهان مربوط به فرم رویشی گندمیان می‌باشد (ابراهیمی[6] و همکاران، ۲۰۱۶).

انتخاب پایه‌های گیاهی و روش نمونه‌برداری

این پژوهش به منظور بررسی اثرات شکارگرهای بذر پیش از پراکنش روی گونه‌های گون شامل ۶ گونه گون نادر (*Astragalus caraganae* Fisch، *A. cemerinus* Beck، *A. camphylanthus* Boiss، *A. cephalanthus* DC و *A. holopsilus* Bunge، *A. heterophyllus* Podlech) و ۶ گونه گون فراوان (*A. effusus* Bunge، *A. curvirostris* Boiss، *A. angustiflorus* K.Koch، *A. verus* Olivier، *A. susianus* Boiss و *A. rhodosemius* Boiss) طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در منطقه کرسنک در استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت. فرم رویشی گون‌های نادر مورد بررسی شامل سه فرم علفی نادر (*A. caraganae*، *A. heterophyllus* و *A. holopsilus*) و

[1] Reilly
[2] Espeland and Emam
[3] Xu
[4] Ooi
[5] Murray
[6] Ebrahimi

سه فرم علفی فراوان (*A. angustiflorus*، *A. curvirostris* و *A. effusus*) بود. فرم رویشی گون‌های فراوان مورد بررسی، شامل سه فرم بوته‌ای نادر (*A. cephalanthus*، *A. camphylanthus* و *A. cemerinus*) و سه فرم بوته‌ای فراوان (*A. verus*، *A. susianus* و *A. rhodosemius*) بود (جدول ۱).

شناسایی گونه‌های گون مورد نظر در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان 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 (رایمر[1]، ۲۰۰۶). روش کار بدین صورت بود که برای هر گونه گون شامل هر دو گونه‌های گون فراوان و نادر تعداد ۲۰ پایه گیاهی انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد. جمع‌آوری بذر از این پایه‌های گیاهی در زمان رسیدن بذردهی هر گونه صورت گرفت (جدول ۱). پس از جمع‌آوری بذرها از عرصه، در آزمایشگاه برای بدست آوردن خصوصیات مورفولوژیک بذر از هر پایه گیاهی به صورت تصادفی تعداد ۱۰ غلاف انتخاب شد. برای هر گونه از گون‌ها با احتساب ۲۰ پایه، تعداد ۲۰۰ غلاف مورد بررسی قرار گرفت. تعداد بذر و غلاف، برای تمام غلاف‌های جمع‌آوری شده از هر پایه، اندازه‌گیری شد. هم برای غلاف‌ها و هم برای بذرها پارامترهای سطح[2] (بر حسب میلی‌متر مربع)، محیط[3] (بر حسب میلی‌متر)، طول[4] (بر حسب میلی‌متر)، عرض[5] (بر حسب میلی‌متر)، نسبت طول به عرض[6]، کرویت[7] و مسافت بین تقاطع طول و عرض از مرکز بذر[8] توسط نرم‌افزار SmartGrain اندازه‌گیری شد. هدف از اندازه‌گیری این پارامترها علاوه‌بر مقایسه این ویژگی‌ها بین گون‌های نادر و فراوان، بررسی این عوامل به عنوان خصوصیاتی از بذر و غلاف‌های این گیاهان که در جذب شکارگرها مؤثر می‌باشد، بود. تصاویر مورد استفاده در این نرم‌افزار به صورت ۶۰۰ dpi می‌باشد. این تصاویر بوسیله یک اسکنر در فرمت Tiff تهیه شد. برای این کار بذرها روی شیشه اسکنر پهن شده و اسکن انجام می‌شود. با توجه به وقت کم برای انجام این کار امکان تحلیل چند صد بذر را فراهم می‌کند. این نرم‌افزار جهت اندازه‌گیری پارامترهای ریخت‌شناسی بذر، بذر را به صورت یک محیط ایجاد شده به وسیله تعداد زیادی نقطه یا همان پیکسل‌ها تشخیص می‌دهد (تاناباتا[9] و همکاران، ۲۰۱۲).

جهت به‌دست آوردن میزان خسارت ناشی از حمله شکارگرها به بذر گونه‌های گون نادر و فراوان مورد بررسی برای هر پایه گیاهی، توده بذر، توده غلاف، تعداد بذرهای سالم، تعداد بذرها و غلاف‌های آسیب‌دیده نیز مورد بررسی قرار گرفت و جهت تفکیک اینکه آیا ریخت‌شناسی ظاهری بذر و غلاف تولیدی گونه در رفتار شکارگرها در حمله و در نتیجه خسارت به گونه مورد نظر، می‌تواند تأثیر داشته باشد یا خیر، شکل بذر و شکل غلاف را نیز اندازه‌گیری کرده و در ویژگی‌های فوق دخالت داده شد. آسیب بذر و غلاف بوسیله بقایای بذرهای خورده‌شده و لارو حشرات، حشره بالغ در درون غلاف‌ها مشهود بود (کومز[10] و همکاران، ۲۰۱۳). شکل بذر و غلاف به صورت نسبت طول به عرض محاسبه شد (سروانتس[11] و همکاران، ۲۰۱۶). این صفات ریخت شناسی با پاسخ گیاه به رقابت و ماندگاری مرتبط هستند (فنر[12] و همکاران، ۲۰۰۵). هدف از بررسی تمامی خصوصیات بین گونه‌های گون نادر و فراوان، پیدا کردن رابطه بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و غلاف و فعالیت شکارگرهای پیش از پراکنش بود و اینکه آیا این روابط ممکن است علت نادر بودن یا فراوان بودن گونه‌ها را توجیه نماید یا بر آن‌ها تأثیر بگذارد.

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 طرح کاملاً تصادفی (بیست تکرار) با استفاده از

[1] Rymer
[2] Area size
[3] Perimeter length
[4] Length
[5] Width
[6] Length-to-width ratio
[7] Circularity
[8] Distance between IS and CG
[9] Tanabata
[10] Combs
[11] Cervantes
[12] Fenner

نرم‌افزار SPSS قرار گرفتند. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین مدل‌سازی ارتباط وضعیت گونه‌ها، اثر سال و فرم رویشی با استفاده از رویه GLM[1] اندازه‌گیری شد.

نتایج

ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر (سطح، محیط، طول، عرض، نسبت طول به عرض، کرویت و تقاطع طول و عرض) بین گونه‌های گون علفی یک رابطه معنی‌دار نشان داد. بیشترین اندازه از سطح بذر (۱/۰۳ میلی‌متر مربع)، محیط بذر (۳/۳۰ میلی‌متر)، طول بذر (۱/۱۵ میلی‌متر) و بیشترین عرض بذر (۰/۷۹ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. angustiflorus* بود و کمترین اندازه از سطح بذر (۰/۰۴ میلی‌متر مربع)، محیط بذر (۰/۳۴ میلی‌متر)، طول بذر (۰,۱۲ میلی‌متر)، عرض بذر (۰/۰۸ میلی‌متر)، نسبت طول به عرض بذر (۰/۲۶) و کمترین تقاطع طول و عرض بذر مربوط به گونه *A. effusus* (۰/۰۱ میلی‌متر) بود (جدول ۲).

بیشترین نسبت طول به عرض بذر (۱/۲۶)، کرویت بذر (۰/۷۱ میلی‌متر) و بیشترین تقاطع طول و عرض بذر (۰/۰۸ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. curvirostris* بود و کمترین کرویت بذر مربوط به گونه گون *A. effusus* و گونه گون *A. caraganae* (هر کدام ۰/۱۴ میلی‌متر) بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر بین گونه‌های گون بوته‌ای نیز یک رابطه معنی‌دار نشان داد. بیشترین اندازه از سطح بذر (۰/۲۵ میلی‌متر مربع)، محیط بذر (۱/۳۲ میلی‌متر)، طول بذر (۰/۵۰ میلی‌متر)، عرض بذر (۰/۳۱ میلی‌متر)، کرویت بذر (۰/۳۸ میلی‌متر) و بیشترین تقاطع طول و عرض بذر (۰/۰۴ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. rhodosemius* بود. بیشترین نسبت طول به عرض بذر مربوط به گونه‌های *A. rhodosemius* و *A. verus* (هر کدام ۰/۷۳) بود (جدول ۲).

کمترین اندازه از سطح بذر (۰/۰۸ میلی‌متر مربع)، محیط بذر (۰/۵۵ میلی‌متر)، طول بذر (۰/۱۹ میلی‌متر) و کمترین نسبت طول به عرض بذر مربوط به گونه *A. cephalanthus* (۰/۲۹) بود. کمترین عرض بذر (۰/۱۵ میلی‌متر) و کمترین کرویت بذر (۰/۱۷ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. cemerinus* بود و کمترین تقاطع طول و عرض بذر مربوط به گونه‌های *A. cephalanthus*، *A. camphylanthus* و *A. cemerinus* (هر کدام به ترتیب ۰/۰۱) بود (جدول ۲).

ویژگی‌های ریخت‌شناسی غلاف

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناسی غلاف (بین گونه‌های گون علفی یک رابطه معنی‌دار نشان داد. بیشترین اندازه از سطح غلاف (۱۶/۱۹ میلی‌متر مربع)، محیط غلاف (۲۰/۷۶ میلی‌متر)، طول غلاف (۸/۹۶ میلی‌متر)، عرض غلاف (۲/۷۷ میلی‌متر) و بیشترین تقاطع طول و عرض غلاف (۰/۵۵ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. angustiflorus* بود. بیشترین نسبت طول به عرض غلاف (۳/۳۱) مربوط به گونه *A. caraganae* بود. همچنین بیشترین کرویت غلاف مربوط به گونه‌های *A. halopsilus*، *A. heterophyllus* و *A. effusus* (هر کدام به ترتیب ۰/۶۲ میلی‌متر) بود (جدول ۲).

[1] General Linear Model

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

Table 1. Phenological information and local abundance of rare and common species of Astragalus in the study area

گونه Species	وضعیت Rarity	فرم رویشی Growth form	زمان گلدهی Flowering time	زمان بذردهی Seeding time	خوشخوراکی Palatability	فراوانی محلی Local abundance (No/ha)	کل تعداد غلاف‌های نمونه‌برداری شده Total number of sampled pods	
							2019	2018
A. halopsilus	نادر Rare	علفی چندساله Perennial Forb	نیمه اول اردیبهشت May	تیر July	خوشخوراک Palatable	<1	2564	1598
A. caraganae	نادر Rare	علفی چندساله Perennial Forb	نیمه اول اردیبهشت May	تیر July	خوشخوراک Palatable	5<N<10	1380	523
A. heterophyllus	نادر Rare	علفی چندساله Perennial Forb	نیمه اول اردیبهشت May	مرداد July	خوشخوراک Palatable	<1	1037	539
A. camphylanthus	نادر Rare	بوته‌ای چندساله shrub	نیمه اول اردیبهشت May-Jun	مرداد July	فقط گل‌ها Just flowers	5<N<10	3153	--
A. cephalanthus	نادر Rare	بوته‌ای چندساله shrub	نیمه اول اردیبهشت May-Jun	مرداد July	فقط گل‌ها Just flowers	5<N<10	3340	2565
A. cemerinus	نادر Rare	بوته‌ای چندساله shrub	نیمه اول اردیبهشت May-Jun	تیر July	فقط گل‌ها Just flowers	<1	2264	1191
A. angustiflorus	فراوان Common	علفی چندساله Perennial Forb	نیمه اول اردیبهشت May	تیر July	خوشخوراک Palatable	100<N<500	1673	1440
A. curvirostris	فراوان Common	علفی چندساله Perennial Forb	نیمه اول اردیبهشت May	تیر July	خوشخوراک Palatable	100<N<500	446	262
A. effusus	فراوان Common	علفی چندساله Perennial Forb	نیمه اول اردیبهشت May	تیر July	خوشخوراک Palatable	>500	4321	2234
A. rhodosemius	فراوان Common	بوته‌ای چندساله shrub	نیمه اول تیر July	مرداد August	غیر خوشخوراک Unpalatable	100<N<500	132100	112870
A. susianus	فراوان Common	بوته‌ای چندساله shrub	نیمه اول تیر July	مرداد-شهریور September	غیر خوشخوراک Unpalatable	100<N<500	120490	112240
A. verus	فراوان Common	بوته‌ای چندساله shrub	نیمه اول تیر July	مرداد-شهریور September	غیر خوشخوراک Unpalatable	>500	137250	129760

کمترین اندازه از سطح غلاف (۰/۹۶ میلی‌متر مربع)، محیط غلاف (۴/۳۷ میلی‌متر) و کمترین طول غلاف (۱/۷۷ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. effusus* بود. کمترین عرض غلاف مربوط به گونه *A. effusus* و *A. halopsilus* (هر کدام ۰/۷۲میلی‌متر) بود. کمترین نسبت طول به عرض غلاف (۲/۳۰) مربوط به گونه *A. heterophyllus* بود. کمترین کرویت غلاف (۰/۴۷ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. angustiflorus* بود و کمترین تقاطع طول و عرض غلاف (۰/۱۵) مربوط به گونه *A. halopsilus* بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناسی غلاف بین گونه‌های گون بوته‌ای یک رابطه معنی‌دار نشان داد. بیشترین اندازه از سطح غلاف (۱/۹۶ میلی‌متر مربع)، محیط غلاف (۵/۷۳ میلی‌متر)، طول غلاف (۲/۱۱ میلی‌متر)، عرض غلاف (۱/۲۱ میلی‌متر) و بیشترین تقاطع طول و عرض غلاف (۰/۲۴ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. rhodosemius* بود. بیشترین نسبت طول به عرض غلاف (۲/۰۴) مربوط به گونه *A. cemerinus* بود و بیشترین کرویت غلاف (۰/۸۲ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. cephalanthus* بود (جدول ۲).

جدول ۲. ویژگی‌های ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده بذر و غلاف با استفاده از نرم افزار SmartGrain

Table 2. Morphological characteristics of seeds and pods measured using SmartGrain software

گونه‌های علفی	herbaceous *Astragalus*		Common فراوان			Rare نادر		
ویژگی‌های بذر Seed traits	sig	F	*Curvirostris*	*Angustiflorus*	*Effusus*	*Heterophyllus*	*Caraganae*	*Halopsilus*
سطح، (AS)	0.00**	449.27	0.45±0.19[b]	1.03±0.80[a]	0.04±0.09[f]	0.34±0.20[c]	0.22±0.47[d]	0.09±0.12[e]
محیط، (PL)	0.00**	334.61	2.45±0.98[b]	3.30±2.47[a]	0.34±0.74[e]	1.96±1.08[c]	0.87±1.77[d]	0.80±0.96[d]
طول، (L)	0.00**	309.37	0.89±0.36[b]	1.15±0.86[a]	0.12±0.28[e]	0.69±0.38[c]	0.33±0.68[d]	0.30±0.37[d]
عرض، (W)	0.00**	359.68	0.62±0.25[b]	0.79±0.59[a]	0.08±0.18[e]	0.54±0.29[c]	0.18±0.37[d]	0.19±0.23[d]
نسبت طول به عرض، (LWR)	0.00**	226.41	1.26±0.51[a]	0.94±0.70[b]	0.26±0.58[e]	0.99±0.55[b]	0.36±0.74[d]	0.65±0.78[c]
کرویت، (CS)	0.00**	333.50	0.71±0.27[a]	0.49±0.36[c]	0.14±0.31[e]	0.66±0.35[b]	0.14±0.29[e]	0.33±0.39[d]
تقاطع طول و عرض، (DS)	0.00**	148.65	0.08±0.06[a]	0.07±0.07[a]	0.01±0.03[d]	0.06±0.05[b]	0.02±0.07[c]	0.02±0.03[c]
گونه‌های بوته‌ای	shrub *Astragalus*		Common فراوان			Rare نادر		
ویژگی‌های بذر Seed traits	sig	F	*Verus*	*Susianus*	*Rhodosemius*	*Cemerinus*	*Cephalanthus*	*Camphylanthus*
سطح، (AS)	0.00**	30.04	0.13±0.15[b]	0.13±0.19[b]	0.25±0.28[a]	0.13±0.26[b]	0.08±0.15[c]	0.09±0.16[c]
محیط، (PL)	0.00**	22.96	0.95±1.06[b]	0.83±1.13[b]	1.32±1.45[a]	0.65±1.27[c]	0.55±0.97[c]	0.60±1.02[c]
طول، (L)	0.00**	26.13	0.36±0.40[b]	0.30±0.42[b]	0.50±0.54[a]	0.24±0.47[c]	0.19±0.33[c]	0.21±0.36[c]
عرض، (W)	0.00**	16.31	0.22±0.25[b]	0.21±0.28[b]	0.31±0.34[a]	0.15±0.30[c]	0.16±0.28[c]	0.16±0.27[c]
نسبت طول به عرض، (LWR)	0.00**	32.10	0.73±0.82[a]	0.53±0.71[b]	0.73±0.80[a]	0.32±0.63[c]	0.29±0.51[c]	0.35±0.59[c]
کرویت، (CS)	0.00**	18.89	0.36±0.40[a]	0.30±0.40[b]	0.38±0.41[a]	0.17±0.33[c]	0.21±0.37[c]	0.22±0.37[c]
تقاطع طول و عرض، (DS)	0.00**	20.90	0.03±0.04[b]	0.02±0.04[c]	0.04±0.05[a]	0.01±0.04[cd]	0.01±0.02[d]	0.01±0.03[cd]
گونه‌های علفی	herbaceous Astragalus		Common فراوان			Rare نادر		
ویژگی‌های غلاف Pod traits	sig	F	*Curvirostris*	*Angustiflorus*	*Effusus*	*Heterophyllus*	*Caraganae*	*Halopsilus*
سطح، (AS)	0.00**	6.04	5.47±1.45[b]	16.19±3.47[a]	0.96±0.24[d]	3.12±0.91[c]	5.33±1.11[b]	0.98±0.29[d]
محیط، (PL)	0.00**	7.51	10.70±1.69[c]	20.76±2.62[a]	4.37±0.56[e]	7.84±1.20[d]	11.43±1.57[b]	4.42±0.70[e]
طول، (L)	0.00**	7.10	4.32±0.75[c]	8.96±1.22[a]	1.77±0.25[e]	3.13±0.49[d]	4.87±0.73[b]	1.79±0.30[e]
عرض، (W)	0.00**	5.22	1.80±0.24[b]	2.77±0.34[a]	0.72±0.12[e]	1.39±0.28[d]	1.48±0.16[c]	0.72±0.13[e]
نسبت طول به عرض، (LWR)	0.00**	564.28	2.41±0.39[d]	3.25±0.47[b]	2.51±0.46[c]	2.30±0.41[e]	3.31±0.52[a]	2.50±0.43[c]
کرویت، (CS)	0.00**	614.41	0.59±0.06[b]	0.47±0.05[d]	0.62±0.06[a]	0.62±0.06[a]	0.51±0.06[c]	0.62±0.06[a]
تقاطع طول و عرض، (DS)	0.00**	297.22	0.48±0.23[b]	0.55±0.36[a]	0.16±0.10[e]	0.26±0.16[d]	0.39±0.25[c]	0.15±0.10[e]
گونه‌های بوته‌ای	shrub Astragalus		Common فراوان			Rare نادر		
ویژگی‌های غلاف Pod traits	sig	F	*Verus*	*Susianus*	*Rhodosemius*	*Cemerinus*	*Cephalanthus*	*Camphylanthus*
سطح، (AS)	0.00**	513.28	0.87±0.37[c]	0.94±0.20[c]	1.96±0.85[a]	1.20±0.39[b]	0.50±0.17[e]	0.61±0.18[d]
محیط، (PL)	0.00**	667.82	3.90±0.85[c]	3.78±0.41[d]	5.73±1.31[a]	4.53±0.75[b]	2.72±0.48[f]	3.09±0.44[e]
طول، (L)	0.00**	730.48	1.47±0.32[c]	1.38±0.15[d]	2.11±0.47[a]	1.78±0.31[b]	0.98±0.17[f]	1.11±0.14[e]
عرض، (W)	0.00**	358.32	0.78±0.19[c]	0.90±0.12[b]	1.21±0.28[a]	0.88±0.17[b]	0.70±0.13[d]	0.77±0.15[c]
نسبت طول به عرض، (LWR)	0.00**	343.32	1.91±0.35[b]	1.54±0.17[d]	1.76±0.25[c]	2.04±0.31[a]	1.41±0.20[f]	1.46±0.20[e]
کرویت، (CS)	0.00**	367.65	0.69±0.07[e]	0.81±0.04[b]	0.72±0.05[d]	0.72±0.05[d]	0.82±0.05[a]	0.78±0.04[c]
تقاطع طول و عرض، (DS)	0.00**	104.40	0.17±0.12[b]	0.11±0.07[d]	0.24±0.15[a]	0.15±0.11[c]	0.09±0.04[e]	0.11±0.06[d]

* در سطح ۵٪ معنی‌دار، ** در سطح ۱٪ معنی‌دار، ns غیر معنی‌دار

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of 5 and 1 percent probability, respectively, AS= Area size[mm^2], PL= Perimeter length[mm], L= Length[mm], W= Width[mm], LWR= Length-to-width ratio, CS= Circularity, DS= Distance between IS and CG [mm].

کمترین اندازه از سطح غلاف (۰/۵۰ میلی‌متر مربع)، نسبت طول به عرض غلاف (۱/۴۱ میلی‌متر)، محیط غلاف (۲/۷۲ میلی‌متر)، طول غلاف (۰,۹۸ میلی‌متر)، عرض غلاف (۰/۷۰ میلی‌متر) و کمترین تقاطع طول و عرض غلاف (۰/۰۹ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. cephalanthus* بود. کمترین کرویت غلاف (۰/۶۹ میلی‌متر) مربوط به گونه *A. verus* بود (جدول ۲).

ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و غلاف تحت تأثیر فعالیت‌های شکارگرهای پیش از پراکنش

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد توده بذر، تعداد بذر آسیب‌دیده، تعداد بذر سالم و شکل بذر تحت تأثیر فعالیت شکارگرهای پیش از پراکنش بین گونه‌های گون علفی و بوته‌ای یک رابطه معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). بین گونه‌های گون علفی بیشترین توده بذر مربوط به گونه *A. effusus* (با میانگین ۳۰۷) و *A. angustiflorus* (با میانگین ۳۰۷/۶) بود و کمترین توده بذر (با میانگین ۱۱۹/۵) مربوط به گونه *A. curvirostris* بود. بیشترین تعداد بذر آسیب‌دیده (با میانگین ۲۹۱/۷۸) مربوط به گونه *A. effusus* بود و کمترین تعداد بذر آسیب‌دیده (با میانگین ۷۴/۰۶) مربوط به گونه *A. curvirostris* بود. بیشترین تعداد بذر سالم (با میانگین ۵۱/۹۳) مربوط به گونه *A. halopsilus* بود و کمترین تعداد بذر سالم (با میانگین ۸/۷۴) مربوط به گونه *A. caraganae* بود. بیشترین شکل بذر (با نسبت ۹/۹۹) مربوط به گونه *A. heterophyllus* بود و کمترین شکل بذر (با نسبت ۱/۲۶) مربوط به گونه *A. curvirostris* بود.

در بین گونه‌های گون بوته‌ای بیشترین توده بذر (با میانگین ۲۰۵۲/۹) و بیشترین تعداد بذر آسیب دیده (با میانگین ۱۴۹۴/۳) مربوط به گونه *A. verus* بود. بیشترین تعداد بذر سالم (با میانگین ۶۰۶/۳۵) مربوط به گونه *A. rhodosemius* بود. کمترین توده بذر (با میانگین ۴۷/۹۳)، تعداد بذر آسیب‌دیده (با میانگین ۳۵/۵۱) و کمترین تعداد بذر سالم (با میانگین ۱۲/۴۱) مربوط به گونه *A. cemerinus* بود. بیشترین شکل بذر (با نسبت ۷/۳۸) مربوط به گونه *A. verus* بود و کمترین شکل بذر (با نسبت ۲/۹۱) مربوط به گونه *A. cephalanthus* بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد توده غلاف، تعداد غلاف آسیب‌دیده و شکل غلاف تحت تأثیر فعالیت شکارگرهای پیش از پراکنش بین گونه‌های گون علفی و بوته‌ای یک رابطه معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). در بین گونه‌های گون علفی بیشترین توده غلاف (با میانگین ۱۸۵/۳۰) و بیشترین تعداد غلاف آسیب‌دیده (با میانگین ۵۱,۴۶) مربوط به گونه *A. effusus* بود. کمترین توده غلاف (با میانگین ۳۶/۳۶) مربوط به گونه *A. curvirostris* بود. کمترین تعداد غلاف آسیب دیده (با میانگین ۷/۳۱) و کمترین شکل غلاف (با نسبت ۲/۳۰) مربوط به گونه *A. heterophyllus* بود. بیشترین شکل غلاف (با نسبت ۳/۳۱) مربوط به گونه *A. caraganae* بود.

در بین گونه‌های گون بوته‌ای بیشترین توده غلاف (با میانگین ۶۷۷۲/۲) و بیشترین تعداد غلاف آسیب‌دیده (با میانگین ۳۹۶/۵۸) مربوط به گونه *A. verus* بود. کمترین توده غلاف (با میانگین ۱۰۶/۶۸) و کمترین تعداد غلاف آسیب دیده (با میانگین ۷/۰۷) مربوط به گونه *A. cemerinus* بود. بیشترین شکل غلاف (با نسبت ۲/۰۴) مربوط به گونه *A. cemerinus* بود و کمترین شکل غلاف (با نسبت ۱/۴۱) مربوط به گونه *A. cephalanthus* بود (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و غلاف تحت تأثیر فعالیت شکارگرهای پیش از پراکنش

Table 3. Comparison of morphological characteristics of seeds and pods under the influence of pre-dispersal predators

گون‌های علفی	herbaceous Astragalus		فراوان Common			نادر Rare		
ویژگی‌ها، Traits	sig	F	*Curvirostris*	*Angustiflorus*	*Effusus*	*Heterophyllus*	*Caraganae*	*Halopsilus*
توده غلاف، (PM)	0.00**	1.52	36.36±8/82^{e}	97.23±39.87^{c}	185.30±64.68^{a}	56.77±22.39^{d}	57.19±18.64^{d}	123.50±36.88^{b}
توده بذر، (SM)	0.00**	448.70	119.5±36.96^{d}	307.6±182.3^{a}	307.0±138.9^{a}	132.0±70.83^{c}	135.6±75.78^{c}	170.2±49.26^{b}
تعداد غلاف آسیب دیده، (PD)	0.00**	719.08	7.91±5.03^{d}	16.91±12.21^{c}	51.46±32.27^{a}	7.31±5.97^{d}	27.32±16.74^{b}	28.69±9.60^{b}
تعداد بذر آسیب دیده، (SD)	0.00**	668.22	74.06±31.20^{e}	263.31±152.92^{b}	291.78±133.3^{a}	85.59±57.18^{d}	126.66±68.7^{c}	118.33±40.17^{c}
تعداد بذر سالم، (SL)	0.00**	211.43	45.52±26.68^{b}	44.28±40.23^{b}	15.30±7.88^{c}	46.43±29.81^{b}	8.74±11.15^{d}	51.93±24.77^{a}
شکل غلاف، (Psh)	0.00**	564.28	2.41±0.39^{d}	3.25±0.47^{b}	2.51±0.46^{c}	2.30±0.41^{e}	3.31±0.52^{a}	2.50±0.43^{c}
شکل بذر، (Ssh)	0.00**	226.41	1.26±0.51^{a}	9.46±0.70^{b}	2.67±0.58^{e}	9.99±0.55^{b}	3.67±0.74^{d}	6.51±0.78^{c}
گون‌های بوته‌ای	shrub Astragalus		فراوان Common			نادر Rare		
ویژگی‌ها، Traits	sig	F	*Verus*	*Susianus*	*Rhodosemius*	*Cemerinus*	*Cephalanthus*	*Camphylanthus*
توده غلاف، (PM)	0.00**	4.56	6772.2±1120.4^{a}	5923.1±1375.1^{c}	6221.1±133.1^{b}	106.6±38.68^{d}	167.6±40.35^{d}	177.6±37.4^{d}
توده بذر، (SM)	0.00**	1.35	2052.9±611.3^{a}	1325.4±771.2^{b}	2000.8±665.7^{a}	47.93±35.40^{c}	75.87±31.38^{c}	121.6±48.2^{c}
تعداد غلاف آسیب دیده، (PD)	0.00**	1.22	396.5±189./8^{a}	189.4±67.09^{c}	325.4±98.60^{b}	7.07±6.81^{d}	10.42±5.25^{d}	18.9±8.29^{d}
تعداد بذر آسیب دیده، (SD)	0.00**	1.39	1494.3±515.2^{a}	929.8±429.0^{c}	1394.4±494.2^{b}	35.51±32.31^{e}	51.27±23.6^{de}	100.7±43.9^{d}
تعداد بذر سالم، (SL)	0.00**	595.96	558.6±312.1^{b}	395.6±362.10^{c}	606.3±205.2^{a}	12.41±7.52^{d}	24.59±11.99^{d}	20.96±7.66^{d}
شکل غلاف، (Psh)	0.00**	343.42	1.91±0.35^{b}	1.54±0.17^{d}	1.76±0.25^{c}	2.04±0.31^{a}	1.41±0.20^{f}	1.46±0.20^{e}
شکل بذر، (Ssh)	0.00**	32.10	7.38±0.81^{a}	5.32±0.71^{b}	7.33±0.80^{a}	3.28±0.63^{c}	2.91±0.51^{c}	3.57±0.59^{c}

* در سطح ۵٪ معنی‌دار، ** در سطح ۱٪ معنی‌دار، ns غیر معنی‌دار،

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at p<0.05 and p<0.01, respectively, PM= pod mass, SM= seed mass, PD= number of damaged pods, SD= number of damaged seeds, SL= number of intact seeds, Psh= pod Shape, Ssh= seed Shap.

بحث

نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر در مورد تجزیه و تحلیل ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و غلاف نشان داد هر چه محیط بذر و غلاف بیشتر باشد، سطح و طول و عرض آن نیز بیشتر است (محیط بذر و محیط غلاف در مورد گونه‌های *A. angustiflorus* و *A. rhodosemius*) و پارامترهای عرض، نسبت طول به عرض، کرویت و تقاطع طول و عرض بیشتر تحت تأثیر یکدیگر هستند (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و غلاف با وضعیت گونه‌ها (نادر و فراوان) و فرم رویشی گونه‌ها (علفی و بوته‌ای) یک رابطه معنی‌دار دارد (جدول ۴). گون‌های علفی فراوان نسبت به گون‌های علفی نادر، بذرها (گونه‌های *A. angustiflorus* و *A. curvirostris*) و غلاف‌های (گونه *A. angustiflorus*) با اندازه‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر (گونه *A. effusus*) تولید می‌کنند (جدول ۱). در مورد گون‌های بوته‌ای نتایج نشان داد گون‌های فراوان (گونه *A. rhodosemius*) بذرها و غلاف‌هایی با اندازه‌های بزرگ‌تر را تولید می‌کنند و گون‌های نادر غلاف‌ها (گونه *A. cephalanthus*) و بذرهای با اندازه‌های کوچک‌تر (گونه‌های *A. cemerinus* و *A. cephalanthus*) را تولید می‌کنند (جدول ۱). در واقع گون‌های علفی فراوان نسبت به گون‌های علفی نادر بذرها و غلاف‌های با اندازه‌های متفاوت‌تری تولید می‌کنند (یعنی هم بزرگ‌ترین و هم کوچک‌ترین اندازه) که این محدوده متفاوت از تولید بذر (بذرهای بزرگ‌تر مناسب اهداف جوانه‌زنی و بذرهای کوچک‌تر مناسب اهداف پراکنش) (باسکین و باسکین[1]، ۲۰۰۰)، امکان گسترش بیشتر این گونه‌ها را نسبت به همتایان نادر خود فراهم کرده است.

[1] Baskin and Baskin

جدول ۴. نتایج مقایسه‌های چندگانه به رویه GLM روی ویژگی‌های مختلف گونه‌های گون نادر و فراوان

Table 4. Results of multiple comparisons by GLM method on different characteristics of rare and common species

P value	وضعیت Rarity		سال year		فرم رویشی life form		سال×وضعیت year×Rarity		فرم رویشی×وضعیت life form×Rarity		فرم رویشی×سال year×life form		فرم رویشی×سال×وضعیت Rarity×year× life form	
ویژگی‌ها، Traits	غلاف pod	بذر seed	غلاف pod	بذر seed	غلاف pod	بذر seed	غلاف pod	بذر seed	غلاف pod	بذر seed	غلاف pod	بذر seed	غلاف pod	بذر seed
سطح، (AS)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.52^{ns}	0.43^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.28^{ns}	0.66^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.87^{ns}	0.64^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}
محیط، (PL)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.28^{ns}	0.15^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.69^{ns}	0.17^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.13^{ns}	0.08^{*}	0.00^{**}	0.00^{**}
طول، (L)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.74^{ns}	0.13^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.53^{ns}	0.15^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.38^{ns}	0.12^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}
عرض، (W)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.21^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.49^{ns}	0.16^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}
نسبت طول به عرض، (LWR)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.03^{*}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.05^{*}	0.03^{*}	0.53^{ns}	0.00^{**}	0.05^{*}	0.01^{*}	0.00^{**}	0.00^{**}
کرویت، (CS)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.98^{ns}	0.02^{*}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.98^{ns}	0.04^{*}	0.89^{ns}	0.04^{*}	0.31^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}
تقاطع طول و عرض، (DS)	0.00^{**}	0.00^{**}	0.35^{ns}	0.94^{ns}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.10^{ns}	0.03^{*}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.00^{**}	0.03^{*}	0.00^{**}	0.07^{*}
توده غلاف، (PM)	0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}	
توده بذر، (SM)	0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}	
تعداد غلاف آسیب دیده، (PD)	0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}	
تعداد بذر آسیب دیده، (SD)	0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}	
تعداد بذر سالم، (SL)	0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}	
شکل غلاف، (Psh)	0.00^{**}		0.00^{**}		0.00^{**}		0.05^{*}		0.53^{ns}		0.00^{**}		0.00^{**}	
شکل بذر، (Ssh)	0.00^{**}		0.03^{*}		0.00^{**}		0.03^{*}		0.00^{**}		0.01^{*}		0.00^{**}	

* در سطح ۵٪ معنی‌دار، ** در سطح ۱٪ معنی‌دار، ns غیر معنی‌دار

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively, AS= Area size[mm^2], PL= Perimeter length[mm], L= Length[mm], W= Width[mm], LWR= Length-to-width ratio, CS= Circularity, DS= Distance between IS and CG [mm], PM= pod mass, SM= seed mass, PD= number of damaged pods, SD= number of damaged seeds, SL= number of intact seeds, Psh= pod Shape, Ssh= seed Shape.

گون‌های بوته‌ای فراوان نسبت به گون‌های بوته‌ای نادر بذرها و غلاف‌های با اندازه‌های بزرگ‌تر را تولید می‌کنند، همچنین تعداد بذر تولیدی بیشتری دارند این احتمال وجود دارد گون‌های بوته‌ای فراوان به دلیل داشتن بذرهای بزرگ‌تر و با تعداد بیشتر در رقابت نسبت به همتایان نادر خود موفق‌تر باشند.

موری و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه روی صفات اکولوژیکی گونه‌های اکالیپتوس (شامل اندازه بذر، توانایی رقابتی، فرم رویشی و حالت پراکندگی) و ارتباط آن‌ها با نادر و فراوان بودن گونه‌ها در مقیاس‌های متفاوت کشور استرالیا نتیجه گرفتند، گونه‌های نادر نسبت به گونه‌های فراوان، بذرهای کمتری تولید می‌کنند (گونه‌های مقایسه‌شده از نظر سیستم تولیدمثلی تفاوتی با هم نداشتند).

نتایج به دست آمده در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناسی بذر و غلاف تحت تأثیر فعالیت شکارگرهای پیش از پراکنش نشان داد گونه‌هایی که توده بذر و غلاف‌های بیشتری تولید می‌کنند به تعداد بیشتری نیز مورد حمله شکارگرها قرار می‌گیرند (گونه *A. effusus* در بین گون‌های علفی و گونه *A. verus* در بین گون‌های بوته‌ای) (جدول ۲). عکس این قضیه در مورد توده بذر نیز صادق بود یعنی هر چه توده بذر کمتر بود میزان حمله شکارگرهای پیش از پراکنش نیز کمتر بود (گونه *A. curvirostris* در بین گون‌های علفی و گونه *A. cemerinus* در بین گون‌های بوته‌ای) ولی در گون‌های علفی گونه‌هایی که توده غلاف کمتر داشتند، شکارگرهای کمتر نداشتند علت این امر می‌تواند تعداد بذر تولیدی زیادی باشد که این گونه‌ها دارند (گونه *A. halopsilus*). ولی در بین گونه‌های گون بوته‌ای (گونه *A. cemerinus*) هر چه توده غلاف کمتر بود میزان حمله شکارگرهای پیش از پراکنش نیز کمتر بود. این موضوع نشان می‌دهد گونه‌های فراوان گون علفی و بوته‌ای توده بذر و غلاف بیشتر در نتیجه شکارگرهای بیشتری نسبت به همتایان نادر خود دارند، هر چند این

عامل آسیب زیادی به بذرهای گیاه وارد می‌کنند ولی با این وجود تولید بذر در این گونه‌ها زیاد می‌باشد که منجر به محدود شدن پراکنش این گونه‌ها نمی‌شود در نتیجه شکار پیش از پراکنش نمی‌تواند عاملی باشد که به نادر بودن گونه‌ها منتهی می‌گردد.

رایمر (۲۰۰۶) در مطالعه روی ارتباط نادر و فراوان بودن دو جفت گونه از جنس *Persoonia* (خانواده *Proteaceae*)، شامل جفت اول (*Persoonia mollis ssp. nectens* (فراوان) و *Persoonia mollis ssp. maxima* (نادر) و جفت دوم (*Persoonia lanceolata* (فراوان) و *Persoonia glaucescens* (نادر) با پراکنش و شکار بذرها در پنج منطقه حساس به آتش‌سوزی این گونه‌ها در قسمت جنوب‌غربی استرالیا نتیجه گرفت برداشت بذرها توسط گیاه‌خواران در دو گونه فراوان (<۵۰٪ بذرهای گیاه) به طور قابل توجهی بیشتر از همتایان نادر (<۲۵٪ بذرهای گیاه) آن‌ها بود و شکار بذرها توسط جوندگان، اثر کلی روی نادر بودن گونه‌ها نداشت اما بذرهای بیشتری از زیرگونه نادر *Persoonia mollis* نسبت به سه گونه دیگر خورده شد.

کومز و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه روی شکارگرهای پیش از پراکنش بذر، سه گونه گون با فرم رویشی علفی چندساله شامل *A. sinuatus Piper* (گونه نادر)، *A. leibergii Jones* (گونه فراوان) و *A. purshii var. purshii Douglas ex Hooker* (گونه فراوان) در طی سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶ در منطقه حفاظت‌شده شهرستان چلان[1] در واشنگتن نتیجه گرفتند در طی هر دو سال مورد بررسی شکار بذر و تعداد بذرهای آسیب‌دیده در گونه نادر *A. sinuatus* از دو گونه فراوان دیگر بیشتر بود ولی تعداد بذرهای سالم تولید شده کمتری داشت. محققان مهمترین عامل این اثر را اندازه‌های بزرگ‌تر بذر گونه *A. sinuatus* نسبت به دو گونه همجنس بیان کردند. آن‌ها همچنین بیان داشتند اثرات شکار پیش از پراکنش بذر موجب تولید کمتر بذر در گونه گون نادر نسبت به دو گونه فراوان دیگر بوده است ولی با توجه به تعداد اندک گونه‌های مورد مقایسه این احتمال را قطعی ندانستند.

نتیجه‌گیری

نتایج شکل بذر در بین گون‌های علفی نشان داد (گونه *As. curvirostris*) بذرهای با شکل کوچک‌تر و توده بذر کمتر، به کمترین میزان مورد حمله شکارگرها قرار می‌گیرند. در بین گون‌های بوته‌ای، بذرهای با شکل بزرگتر و توده بذر بیشتر (گونه *A. verus*) به میزان بیشتری مورد حمله شکارگرها قرار گرفته بودند. نتایج شکل غلاف نیز در بین گون‌های علفی (گونه *A. heterophyllus*) نشان داد هر چه شکل غلاف کوچک‌تر باشد میزان حمله شکارگرها نیز حداقل است و در بین گون‌های بوته‌ای (گونه *A. cemerinus*) نشان داد هر چه شکل غلاف بزرگ‌تر باشد میزان حمله شکارگرها حداقل است که البته در این گونه میزان توده غلاف کمترین میزان نسبت به بقیه گونه‌ها است که می‌توان نتیجه گرفت هر چه توده غلاف و توده بذر گونه‌ای بیشتر باشد و این توده تولیدی نسبت به گونه‌های همجنس خود شکل بزرگتری داشته باشد، شکارگرهای بیشتری جذب این گونه‌ها می‌شوند. همچنین توده غلاف و توده بذر عامل مهمتری نسبت به شکل غلاف در میزان حمله شکارگرهای پیش از پراکنش می‌باشد.

گونه‌های فراوان نسبت به گون‌های نادر هم بزرگ‌ترین و هم کوچک‌ترین اندازه از بذرها و هم تعداد بذر بیشتری تولید می‌کنند که این عوامل احتمال موفقیت تولیدمثل آن‌ها را نسبت به همتایان نادر خود بیشتر کرده است. شکارگرهای بذر، گونه‌هایی را بیشتر مورد حمله قرار می‌دهند که توده بذر و غلاف بیشتر و شکل بزرگ‌تر دارند ولی ممکن است گونه‌ای توده غلاف تولیدی آن اندک باشد ولی در عوض تولید توده بذرهای آن بالا باشد که در این صورت نیز مورد حمله قرار می‌گیرد زیرا این منبع غذایی (بذر) است که موجب حمله شکارگرها می‌شود. هر چند گونه‌های فراوان به دلیل تولید توده بذر بیشتر نسبت به گونه‌های نادر، مورد حمله بیشتری از سوی شکارگرهای بذر قرار می‌گیرند ولی این عامل منجر به محدودیت موفقیت تولیدمثل این گونه‌ها نمی‌شود زیرا بذرهای تولیدی آن‌ها از همتایان نادر خود بیشتر است.

[1] Chelan County

منابع

Auld, T. D. and Denham, A. J. 2001. The impact of seed predation by mammals on post-fire seed accumulation in the endangered shrub *Grevillea caleyi* (Proteaceae). Biological Conservation, 97(3): 377-385. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00136-1

Bagchi, R., Gallery, R.E., Gripenberg, S., Gurr, S.J., Narayan, L., Addis, C.E., Freckleton, R.P. and Lewis, O.T. 2014. Pathogens and insect herbivores drive rainforest plant diversity and composition. Nature, 506: 85-88. https://doi.org/10.1038/nature12911

Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. Plant Species Biology, 15: 139-152. https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.2000.00034.x

Cervantes, E., Martín, J.J. and Saadaoui, E. 2016. Updated methods for seed shape analysis. Scientifica. https://doi.org/10.1155/2016/5691825

Combs, J. K., Lambert, A. M. and Reichard, S. H. 2013. Predispersal seed predation is higher in a rare species than in its widespread sympatric congeners (Astragalus, Fabaceae). American Journal of Botany, 100 (11): 2149-2157. https://doi.org/10.3732/ajb.1300238

Ebrahimi, A., Raufirad, V. A., Arzani, H. and Shojaei Asadeiye, Z. 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 with English Summary].

Espeland, E.K. and Emam, T. M. 2011. The value of structuring rarity: the seven types and links to reproductive ecology. Biodiversity and Conservation, 20(5): 963-985. https://doi.org/10.1007/s10531-011-0007-2

Fenner, M.K., Fenner, M. and Thompson, K. 2005. The ecology of seeds. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511614101

Gripenberg, S. 2018. Do pre-dispersal insect seed predators contribute to maintaining tropical forest plant diversity? Biotropica, 50(6): 839-845. https://doi.org/10.1111/btp.12602

Leja, M., Chi, K. and Molano-Flores, B. 2015. Presence and intensity of predispersal seed predation in a rare plant in response to habitat quality and population metrics. Natural Areas Journal, 35(4): 542-549. https://doi.org/10.3375/043.035.0406

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. https://doi.org/10.1590/S1516-8913201402407

Murray, B.R., Thrall, P.H., Gill, A.M. and Nicotra, A.B. 2002. How plant life-history and ecological traits relate to species rarity and commonness at varying spatial scales. Austral Ecology, 27: 291-310. https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2002.01181.x

Ooi, M.K. 2019. The importance of fire season when managing threatened plant species: a long-term case-study of a rare Leucopogon species (Ericaceae). Journal of Environmental Management, 236: 17-24. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.083

Orrock, J.L., Levey, D.J., Danielson, B.J. and Damschen, E.I. 2006. Seed predation, not seed dispersal, explains the landscapelevel abundance of an early-successional plant. Journal of Ecology, 94(4): 838-845. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01125.x

Reilly, L.A.J. 2010. A quantitative approach for defining rarity (Doctoral dissertation, The University of North Carolina at Chapel Hill).

Rymer, P.D. 2006. Plant rarity: species distributional patterns, population genetics, pollination biology, and seed dispersal in Persoonia (Proteaceae). Ph.D. thesis. School of Biological Sciences. University of Wollongong.

Tanabata, T., Shibaya, T., Hori, K., Ebana, K. and Yano, M. 2012. SmartGrain: high-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. Plant Physiology, 160(4): 1871-1880. https://doi.org/10.1104/pp.112.205120

Vander Wall, S.B., Kuhn, K.M. and Beck, M.J. 2005. Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. Ecology, 86: 801-806. https://doi.org/10.1890/04-0847

Xu, Y., Shen, Z., Li, D. and Guo, Q. 2015. Pre-dispersal seed predation in a species-rich Forest Community: patterns and the interplay with determinants. PloS one, 10(11): e0143040. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143040

Iranian Journal of Seed Research, 2023, 9(2): 99-112

Research Article

The effects of pre-dispersal seed predation on rare and common astragalus species in the Karsanak area in Chaharmahal and Bakhtiari province

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

Extended Abstract:

Introduction: Predation is the common fate of most seeds produced by plants. Loss of seeds due to predation can be harmful to plants and causes such species to become rare, as rare species are vulnerable to extinction through processes that disrupt the mechanisms of plant dispersal. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of pre-dispersal seed predation on rare astragalus species and their common counterparts.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of pre-dispersal seed predation, 12 species including 6 species with herbaceous life form (including three rare species (*A. Caraganae*, *A. Heterophyllus* and A. *Holopsilus*) and three common species (*A. Angustiflorus*, *A. Curvirostris* and *A. Effusus*) and 6 species with shrub life form (including three rare species (*A. Cephalanthus*, *A. Camphylanthus* and *A. Cemerinus*) and three common species (*A. Verus*, *A. Susianus* and *A. Rhodosemius*) were compared in 2018 and 2019. From each plant type, 20 and from each plant type 10 pods (for each plant type 200 pods), randomly selected and the parameters of area size, perimeter length, length, width, length-to-width ratio, circularity, and distance between IS and CG from the seed center were measured and compared for both pods and seeds of these species. Also, pod mass and seed mass, number of pods and seeds attacked by predators, number of healthy seeds, pod shape and seed shape of species were compared.

Results: The results of comparing the mean morphological characteristics of seeds between herbaceous and shrub astragalus species showed the highest and lowest area size, perimeter length, length, width, length-to-width ratio, circularity, and distance between IS and CG from the seed center, was related to common astragalus species. in the case of shrub species, most of the characteristics were related to common astragalus species, and the lowest characteristics were related to rare astragalus species. The results of morphological characteristics of pods between herbaceous and shrub species showed that the highest and lowest characteristics belonged to both groups of common and rare species. The results showed that the highest and lowest means of seed mass, number of damaged seeds, number of healthy seeds, and seed shape under the influence of pre-dispersal seed predation among herbaceous species showed that the highest and lowest means of seed mass, number of damaged seeds, belonged to common species. the highest and lowest numbers of healthy seeds and seed shapes belonged to rare species. Among the shrub astragalus species, the highest seed mass, the number of damaged seeds, the number of healthy seeds, and the seed shape were related to common astragalus species, and the lowest of these characteristics were related to rare astragalus species.

Conclusion: The overall results showed that the more species that can produce seeds of larger and smaller sizes, the better the distribution status. And the larger the seed and pod mass of the plant and the larger the shape, the more predators attack those species, but the amount of predator attacks does not lead to the rarity of the species.

Keywords: Predatory insects, Seed dispersal, Species extinction, Vegetation cover

Highlights:

1- The role of pre-dispersal seed predation on rare and common astragalus species was investigated.
2- Morphological characteristics of seeds and life forms of rare and common astragalus species were compared.

[1] Ph.D. Student of Rangeland Sciences, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[2] Associate Professor of Pasture and Watershed Department, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[3] Associate Professor, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran
[4] Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

*Corresponding author, E-mail: irajrahimi@stu.sku.ac.ir

(Received: 03.13.2022; Accepted: 10.12.2022)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.2.5.8

DOI: 10.61186/yujs.9.2.99