

## نقش خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در انتشار بذر گیاهان پارک ملی گلستان

سرور کریمی<sup>۱</sup>، محمودرضا همامی<sup>۱\*</sup>، مصطفی ترکش اصفهانی<sup>۲</sup> و کریستف بالتزینگر<sup>۳،۴</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱)

### چکیده

خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) بزرگ‌ترین گوشتخوار ایران است که در بخش‌های وسیعی از نواحی کوهستانی البرز و زاگرس یافت می‌شود. اما بیشترین تراکم این گونه در جنگل‌های شمالی کشور از پارک ملی گلستان تا غرب استان گیلان است. ما در این مطالعه پتانسیل خرس قهوه‌ای را برای انتقال بذر به شکل اندزوکوری در جنگل گلستان از طریق آزمایش گلخانه‌ای مورد بررسی قرار دادیم. به‌منظور شناسایی تغییرات زمانی و مکانی جوانه‌ها، فراوانی، غنا و ترکیب گونه‌ای بذر سبز شده از نمونه‌های سرگین خرس قهوه‌ای، جمع‌آوری شده از تپ‌های زیستگاهی و فصول مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مجموع ۲۶۸ بذر متعلق به ۳۳ آرایه از ۱۹ تیره و ۲۵ جنس گیاهی در آزمایش‌های جوانه‌زنی نمونه‌های سرگین ثبت شد. براساس نتایج به‌دست آمده فراوانی ( $P = 0.003$ ) و ترکیب بذر ( $P = 0.001$ ) انتقال داده شده بین فصول متفاوت بود که منعکس کننده تفاوت‌های فنولوژیک گیاهان منطقه است. فراوانی و ترکیب بذری سرگین‌ها بین دو تپ زیستگاهی تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین، غنای گونه‌ای بذر انتقال داده شده بین فصول و زیستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بیشترین غنای گونه‌ای مربوط به فرم رویشی علفی بود (۲۴ آرایه) در حالی که گیاهان درختچه‌ای فراوان‌ترین گونه‌های سبز شده از نمونه‌های سرگین را شامل می‌شدند (۷۶ درصد کل بذر جوانه‌زده). میوه‌های گوستی درختچه‌ها به‌عنوان یک منبع انرژی مهم در دوره پرخوری پیش از خواب زمستانی خرس‌ها مطرح هستند. بذر مربوط به میوه‌های خشک در تراکم‌های پایین و مخصوصاً در نمونه‌های سرگین مربوط به فصل بهار و اوایل تابستان مشاهده شد. این نتایج با رفتار تغذیه فرصت‌طلبانه خرس قهوه‌ای سازگار است. با توجه به اینکه گونه‌های زوج سم در پارک ملی گلستان اغلب گونه‌های یک‌ساله را انتقال می‌دهند نقش خرس قهوه‌ای در انتقال گونه‌های درختچه‌ای و درختی در جنگل گلستان می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اندزوکوری، پستاندار همه‌چیزخوار، فرم رویشی، فراوانی و غنای گونه‌ای بذر، تغییرات زمانی و مکانی

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. موسسه ملی تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فرانسه

۴. مرکز زیست‌شناسی تهاجم، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه کوازولو-ناتال، اسکاتسویل، آفریقای جنوبی

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrhemami@cc.iut.ac.ir

## مقدمه

درک فرایندهای تکاملی و اکولوژیکی شکل‌دهنده گستره جغرافیایی گونه‌ها از اهداف بنیادی در اکولوژی بوده و اهمیت رو به رشدی برای حفاظت دارد (۲۳). پراکنش یکی از فاکتورهای اصلی در پویایی و ثبات جمعیت‌های اکولوژیکی و جوامع است، اما هنوز درک و شناخت بسیار کمی از شرایط و پیامدهای این فرایند وجود دارد. پراکنش نقش مهمی در پاسخ جوامع به عواملی مانند تغییرات اقلیم، چندپاره شدن و کاهش سطح زیستگاه و تهاجم‌های بیولوژیک دارد (۴۲). به‌همین دلیل، شناخت مکانیسم‌های پراکنش در فواصل طولانی و نتایج آن بر محیط زیستی که تحت تأثیر تغییرات جهانی به‌سرعت در حال تغییر است، ضروری است (۴۷). این مسئله در مورد گیاهان که از نظر حرکتی ثابت بوده و در نتیجه برای پراکنش به عوامل خارجی (زیستی و غیرزیستی) وابسته هستند، از اهمیت بیشتری برخوردار است.

انتقال بذر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش گیاهان است که می‌تواند بسیاری از ابعاد اکولوژی گیاهی از جمله بقای جمعیت‌ها، مهاجرت گونه‌ها تحت شرایط اقلیمی در حال تغییر، پایداری جوامع گیاهی (۴۱)، رقابت و افزایش برآزش فردی (۱۵)، هیبرید شدن موفق گونه‌های گیاهی، برقراری ارتباط بین زیستگاه‌های چندپاره شده (۷ و ۳۶) و تقویت بانک بذر خاک (۲۵) را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین ارزش اقتصادی این مکانیسم به‌دلیل سرعت بخشیدن به بازسازی جنگل و کاهش هزینه‌های احیای جنگل بسیار حائز اهمیت است.

باد و آب از جمله فاکتورهای غیرزیستی هستند که گونه‌های گیاهی کمی را در فواصل طولانی جابه‌جا می‌کنند (۳۲)، اما باد نمی‌تواند عامل پراکنش مؤثری در نواحی جنگلی باشد (۲۴). زوکوری (Zoochory) یا انتقال دانه‌های گیاهان به سه شکل حمل داخلی بذر توسط علف‌خوار (اندوزوکوری (Endozoochory))، حمل تصادفی از طریق چسبیدن بذر به اندام‌های خارجی (اپیزوکوری (Epizoochory)) و حمل عمدی بذور (سینزوکوری (Synzoochory)) توسط حیوانات، یکی از

مکانیسم‌های مهم پراکنش است (۱۴). پستانداران علفخوار و همه چیزخوار به‌عنوان یکی از عامل‌های اصلی انتقال بذر طی مسافت‌های طولانی درون و بین مناطق جنگلی محسوب می‌شوند (۲۰، ۲۷، ۲۹، ۳۲، ۳۷ و ۴۷). کاهش و یا انقراض این گونه‌ها که به‌علت شکار بیش از حد و تخریب زیستگاه‌هایشان در سراسر جهان در حال رخ دادن است، تأثیرات محلی قابل توجهی بر نرخ پراکنش گیاهی و پیامدهای بالقوه‌ای برای حفاظت از گیاهان نادر دارد (۱۰).

مطالعات انجام شده پیرامون بررسی تعداد و ترکیب گونه‌های بذرها موجود در سرگین مجموعه‌ای از علفخواران نشان داده است که گونه‌های با جثه بزرگ‌تر مقدار بذر بیشتری را در مقایسه با گونه‌های کوچک جثه انتقال می‌دهند (۲۶). علفخواران بزرگ‌جثه دارای گستره پراکنش وسیعی بوده و به‌طور منظم بین زیستگاه‌های مختلف برای تغذیه در حال حرکت هستند، مقادیر زیادی از دانه‌های گیاهی را مصرف می‌کنند و به‌دلیل گستره خانگی بزرگ‌تر دانه‌ها را در فواصل طولانی جابه‌جا می‌کنند (۳۳) و (۳۷). سرگین این گونه‌ها منعکس‌کننده رفتار تغذیه‌ای و ترکیب جامعه گیاهی مورد استفاده آنها است (۱۳ و ۱۷).

براساس نتایج مطالعات مختلف، فرایند بلع، هضم و عبور از سیستم گوارش تأثیرات متفاوتی روی قدرت و سرعت جوانه‌زنی بذرها خواهد داشت. نرم شدن پوشش بذر در حین عبور آن از طریق دستگاه گوارش ممکن است سبب بهبود جوانه‌زنی بذر و یا از بین رفتن قدرت جوانه‌زنی بذر شود (۳۹) و (۴۳). برخی از بذور ممکن است از تیمارهای مکانیکی و برخی دیگر از تیمارهای شیمیایی و یا هر دوی آنها در حین عبور از سیستم گوارش سود ببرند (۹، ۳۰ و ۳۱). دفع شدن بذرها به‌همراه سرگین که شامل مواد مغذی است، شرایط مناسبی را برای جوانه‌زنی آنها فراهم می‌آورد. با وجود این جوانه زدن و رشد جوانه‌ها ممکن است با توجه به ماهیت سمی و آبرگیز فضولات محدود شود که بستگی به نوع مواد غذایی که به همراه بذر مصرف می‌شود، دارد (۴۵).

رشد انتشارات علمی درخصوص انتقال بذر گیاهان طی دو

داده، پارک ملی گلستان است. وسعت پارک ۹۱۸۹۵ هکتار و در شمال شرقی ایران، در نزدیکی مرز ترکمنستان و در سه استان گلستان، خراسان شمالی و سمنان قرار گرفته است. حداقل ارتفاع ۴۵۰ متر در تنگراه و حداکثر آن ۲۴۱۱ متر در قله دیورکجی است. پارک ملی گلستان دارای سه اقلیم متمایز است؛ در شرق و جنوب شرقی پارک اقلیم خشک، در قسمت میانی و شمالی پارک، نیمه‌خشک و در بخش‌های غربی و جنوب غربی اقلیم نیمه‌مرطوب وجود دارد. پوشش گیاهی پارک ملی گلستان به‌طور عمده از دو بخش هیرکانی و ایران-تورانی و اکوتون حدفاصل آنها تشکیل یافته است که هر دو از گسترده‌های مهم پوشش گیاهی ایران محسوب می‌شوند. این رویشگاه‌ها در تلفیق و تأثیر عوامل اقلیمی و خاک تشکیل جوامع متعددی داده‌اند که خود به غنای فلور و تنوع رویشگاه‌های پارک ملی افزوده است. بخش غربی پارک با بارندگی سالیانه بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر دربرگیرنده جنگل‌های مرتفع و نیمه‌مرتفع هیرکانی است، درحالی که در شرقی‌ترین بخش پارک نواحی استپی خشک با بارندگی سالیانه ۴۰۰ میلی‌متر و کمتر دیده می‌شود که جوامع تشکیل‌دهنده آن از نوع عناصر ایران-تورانی است. حد فاصل این دو ناحیه را رویشگاه‌های بینابینی تشکیل داده که متنوع‌ترین بخش پارک از نظر تنوع گونه‌های گیاهی است. مطالعات پوشش گیاهی در پارک منجر به شناسایی ۱۳۰۲ گونه (گیاهان آوندی) متعلق به ۵۴۲ جنس و ۱۰۷ خانواده شده است که حدود ۷۰۰ گونه از آنها برای اولین بار از منطقه گزارش شده است. با وجود اینکه پارک ملی گلستان تنها ۰/۰۶ درصد مساحت ایران را دربر می‌گیرد ولی ۱۹ درصد گونه‌ها، ۴۵ درصد جنس‌ها و ۶۹ درصد خانواده‌های گیاهان آوندی در آن حضور دارند و احتمال می‌رود که تعداد گونه‌های گیاهی پارک به ۱۵۰۰ نیز برسد (۵). براساس مطالعات انجام شده به‌روش براون-بلانکه، جنگل‌های بسته، درختچه‌زار و بیشه‌زارهای باز، مرغزارهای کوهستانی و علفزارهای منطقه جنگلی از جمله واحدهای پوشش گیاهی اصلی پارک است. از مهم‌ترین گونه‌های شاخص جنگل‌های بسته می‌توان به گونه‌های گرمادوست انجیلی (*Parrotia persica*)، آزاد

دهه اخیر بسیار چشمگیر بوده است به‌طوری که تعداد مقالات چاپ شده در این زمینه در مجلات ISI در فاصله سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰ حدود ۲۰ برابر (۲۵ مقاله در مقایسه با ۵۰۰ مقاله) افزایش یافته است (۴۲). این افزایش حاکی از اهمیت اکولوژیک فرایند پراکنش بذر جهت حفظ پویایی و تنوع زیستی جوامع اکولوژیکی است. به‌دلیل اهمیت فرایند انتقال بذر تاکنون مطالعات و آزمایش‌های بسیاری به بررسی اندزوکوری به‌عنوان مکانیسمی مهم برای انتقال بذر پرداخته‌اند. با وجود این، شکاف قابل توجهی در دانش و شناخت ما از اهمیت اکولوژیکی اندزوکوری به‌عنوان نوعی مکانیسم پراکنش بذر وجود دارد. اگرچه اخیراً مطالعات معدودی در مورد انتقال بذر به‌شیوه اندزوکوری توسط علفخواران اهلی و وحشی در کشور انجام شده است (۱، ۲ و ۳)، اما اطلاعاتی از چگونگی انتقال بذر به‌شیوه اندزوکوری توسط علفخواران همه‌چیزخواران اکوسیستم‌های جنگلی ایران در دسترس نیست.

خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در بسیاری از اکوسیستم‌های جنگلی و کوهستانی شمال و غرب کشور پراکندگی دارد و در مازندران و گیلان، به‌ویژه در منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی و پارک ملی گلستان با تراکم نسبتاً بالا دیده می‌شود. این گونه رژیم غذایی همه‌چیزخواری دارد که اساس آن را گیاهان و میوه‌ها تشکیل می‌دهند. خرس قهوه‌ای در ماه‌های مختلف سال از منابع غذایی متفاوتی استفاده می‌کند و نوسانات زیادی در رژیم غذایی آن وجود دارد که برحسب فراوانی و کیفیت منابع غذایی تغییر می‌کند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که منابع غذایی گیاهی، بخش عمده‌ای از رژیم غذایی این گونه را در بهار و تابستان تشکیل می‌دهد (۴). هدف از این مطالعه بررسی پتانسیل انتقال بذر از طریق سرگین توسط خرس قهوه‌ای و بررسی تأثیر فصل (بهار، تابستان، پاییز) و زیستگاه (زیستگاه جنگلی در مقابل نواحی اکوتون) بر چگونگی انتقال بذر توسط این گونه بوده است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

نخستین پارکی که در ایران عنوان پارک ملی را به‌خود اختصاص

انتخاب شده در زمان‌های مختلف تعداد متفاوت نمونه سرگین تازه در طول ترانسکت‌های تصادفی جمع‌آوری شد (با توجه به تراکم پایین خرس در منطقه امکان جمع‌آوری تعداد مشخص نمونه سرگین، در هر ماه و از هر مکان نمونه‌برداری میسر نبود). در نمونه‌برداری سعی می‌شد که سرگین‌های جمع‌آوری شده کاملاً تازه (مرطوب و دست نخورده) (۲۶) و فاقد هرگونه کاه و کلش و یا بذر خارجی چسبیده به قسمت‌های مرطوب آن باشد. برای جلوگیری از خفگی و مرگ و میر بذرها، نمونه‌های سرگین به مدت دو روز در پاکت‌های کاغذی و در معرض هوا خشک شدند. سپس ۲۰ گرم از هر نمونه سرگین توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم جدا شده و در محفظه تاریک و تحت دمای چهار درجه سانتی‌گراد تا زمان کاشت نگهداری شد (۳۸). در مجموع ۶۴ نمونه سرگین جمع‌آوری شد.

#### بررسی محتوای بذری نمونه‌های سرگین در گلخانه

به‌منظور کشت نمونه‌های سرگین در گلخانه از ۶۴ گلدان پلاستیکی با ابعاد ۲۰×۲۰ و از ترکیب خاک زراعی، پیت موس و ماسه استریل شده (با نسبت ۱:۲:۱) استفاده شد. ۳۰ گلدان به‌عنوان شاهد جهت کنترل بذرها احتمالاً موجود در بانک بذر خاک و یا ورود ناخواسته بذور دیگر در گلخانه استفاده شد (۶). نمونه‌های سرگین با مرطوب کردن و فشار دست خرد شدند تا نور کافی به تمامی بذرها موجود در سرگین برسد، سپس روی سطح گلدان‌های نمونه‌برداری پخش و با لایه نازکی از خاک پوشانده شدند. پایش گلدان‌های نمونه‌برداری هر دو هفته یک‌بار انجام و بذور موجود در نمونه‌های سرگین پس از جوانه‌زنی و رشد کافی توسط متخصصان گیاه‌شناسی دانشگاه تهران شناسایی و به‌منظور جلوگیری از ایجاد رقابت با سایر بذرها در حال جوانه‌زنی از گلدان‌های رشد حذف شد (۱۸). پس از ۱۴ ماه و هنگامی که دیگر بذر جوانه‌زده‌ای در گلدان‌های رشد باقی نماند نمونه‌های سرگین پخش شده روی سطح گلدان‌ها هم زده شده و آزمایش با شرایط مشابه به‌مدت یک ماه دیگر ادامه پیدا کرد تا امکان جوانه‌زنی برای بذور

(*Zelkova carpinifolia*) و خرمندی (*Diospyrus lotus*) اشاره کرد. علفزارهای جنگلی در مناطقی که شرایط اکولوژیکی و یا عوامل خارجی مانند انسان مانع از تشکیل جنگل می‌شود، شکل گرفته و گونه‌های غالب آن *Dactylis*، *Hordeum bulbosum* و *Vicia variabilis* و *glomerata* هستند. مرغزارها در مناطق کوهستانی بخش استپی پارک در ارتفاع ۱۶۰۰ تا ۲۱۰۰ متری در گودی‌ها و تختی‌هایی تشکیل شده‌اند که به‌دلیل وجود منابع آبی و خاک از رطوبت بالایی برخوردار است و عمق خاک نیز قابل توجه است. مهم‌ترین عنصر گندمی این مرغزارها گیاه مرغ (*Elymus elongatiformis*) است که در بسیاری نقاط به‌همراه *Cephalaria microcephala* و *Carex melanostachya* دیده می‌شود.

از مهم‌ترین گونه‌های پستاندار منطقه که در انتقال بذور گیاهی مؤثر هستند می‌توان به گونه‌های همه‌چیزخوار گراز وحشی و خرس قهوه‌ای و گونه‌های علفخوار مرال، شوکا، پازن، گوسپند وحشی و آهوی ایرانی اشاره کرد که زیستگاه اغلب آنها در اثر حضور و عملیات عمرانی مربوط به جاده دچار اختلال شده است. اطلاعاتی از جمعیت دقیق خرس قهوه‌ای در پارک ملی گلستان در دسترس نیست.

#### نمونه‌برداری

دو تیپ زیستگاهی غالب (جنگلی و اکوتون) در پارک ملی گلستان شناسایی شده است (۵). به‌منظور بررسی پتانسیل انتقال بذور گیاهان توسط خرس قهوه‌ای، دو مکان نمونه‌برداری در هر یک از این دو تیپ زیستگاهی در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در طول فصل رشد (اوایل اردیبهشت تا اواخر آبان) و در هفت دوره (ماه) در سال ۱۳۹۴ صورت گرفت. نمونه‌برداری در بازه زمانی ۱۴ تا ۲۱ هر ماه بوده است. انتخاب این بازه به‌علت همزمانی با تولید بذر عمده گونه‌های گیاهی پارک است، به این ترتیب که فصل بذردهی غالب گیاهان علفی در اواخر بهار و تابستان و برای گیاهان درختی و درختچه‌ای عمدتاً در فصول تابستان و پاییز است. به این منظور در هر یک از مکان‌های

## نتایج

### ۱- پتانسیل انتقال بذر خرس قهوه‌ای

قطعات گیاهی و بذور میوه به فراوانی در محتویات سرگین خرس، مشاهده شد. از مجموع ۶۴ نمونه سرگین کشت شده، برای ۵۸ نمونه (۹۱ درصد گلدان‌ها) حداقل یک مورد جوانه‌زنی بذر ثبت شد. بذور گیاهی اغلب در نمونه‌های سرگین تابستان و پاییز مشاهده شده و در فصل بهار نادر بود. در مجموع ۲۶۸ بذر (۰/۲ بذر در گرم سرگین) متعلق به ۳۳ آرایه از ۱۹ تیره و ۲۹ جنس گیاهی و چهار فرم رویشی در آزمایش‌های جوانه‌زنی نمونه‌های سرگین ثبت شد که از این بین ۲ آرایه در سطح تیره و ۷ آرایه در سطح جنس شناسایی شدند (جدول ۱). نمونه‌های سرگین به‌طور متوسط شامل دو آرایه و حداکثر تعداد آرایه مشاهده شده در یک نمونه سرگین ۵ مورد بود. تیره‌های Rosaceae و Berberidaceae به‌ترتیب با ۱۰۰ و ۸۲ جوانه‌بیشترین تعداد بذر جوانه‌زده در نمونه‌های سرگین کشت شده را دارا بودند. همچنین جنس‌های *Berberis* (n=۱۰۰)، *Rubus* (n=۳۰)، *Crataegus* (n=۱۷) و *Cerasus* (n=۱۶) بیشترین تعداد بذر جوانه‌زده را دارا بودند. فراوانی بذر سبز شده برای ۶۰ درصد از آرایه‌های موجود در نمونه‌های سرگین کمتر از پنج مورد گزارش شد. ۷۳ درصد جوانه‌های سبز شده از نمونه‌های سرگین متعلق به فرم رویشی درختچه (۱۹۵ بذر) بود. در مجموع گیاهان چندساله شامل درختان و درختچه‌ها، ۸۳ درصد (۲۲۲ بذر) گیاهان سبز شده را شامل شدند.

### ۲- اثر فصل و زیستگاه

در مجموع کمترین تعداد آرایه در نمونه‌های بهار (با میانگین ۰/۹ آرایه به‌ازای هر نمونه سرگین) و بیشترین تعداد در نمونه‌های پاییز (با میانگین ۲/۲ آرایه به‌ازای هر نمونه سرگین) ثبت شد. براساس نتایج تحلیل واریانس، اثر متقابل فصل و زیستگاه برای غنای گونه‌های گیاهی انتقال داده شده معنی‌دار بود ( $P=0/004$ ،  $F_{2,55}=9/02$ ) ولی اختلاف معنی‌داری بین فصول مختلف و

احتمالی باقی‌مانده فراهم شود. دمای متوسط گلخانه در طول روز ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در طول شب ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود.

برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری گونه‌های گیاهی شناسایی شده، فهرست گونه‌های گیاهی جوانه‌زده از نمونه‌های سرگین به‌همراه تیره‌های گیاهی، فرم رویشی و طول عمر (یک‌ساله، چندساله) آنها تهیه و گونه‌ها بر اساس تعداد کل بذر جوانه زده در کل نمونه‌های کشت شده (تابستان، بهار و پاییز) مرتب شدند.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، آرایه‌های ثبت شده در نمونه‌های سرگین برحسب طول عمر و فرم رویشی دسته‌بندی شدند. به‌منظور بررسی تغییر در ترکیب بذری نمونه‌های سرگین در طول دوره نمونه‌برداری و با توجه به نوع داده‌ها و تعداد زیاد صفرهای موجود در ماتریس داده‌ها، از تحلیل تطبیقی متعارف (Canonical Correspondence Analysis; CCA) با درنظر گرفتن فراوانی نسبی بذر در نمونه‌های سرگین به‌عنوان متغیر وابسته و زمان (فصل) و مکان (تیپ زیستگاهی) نمونه‌برداری به‌عنوان عوامل ثابت (Factor) استفاده شد. همچنین برای بررسی معنی‌داری اثر هر یک از فاکتورها بر ترکیب بذری نمونه‌های سرگین، از تحلیل واریانس (کد دستوری: anova.cca) استفاده شد (۳۵). برای بررسی اثر زمان و مکان نمونه‌برداری بر فراوانی و غنای گونه‌های گیاهی از تحلیل واریانس دوطرفه (Two-Way ANOVA) استفاده شد. در مواردی که تأثیر متغیرهای مستقل معنی‌دار بود از آزمون مقایسات چندگانه توکی (Tukey's Multiple Comparison Tests) استفاده شد ( $\alpha=0/05$ ). قبل از انجام هر آنالیز، نرمال بودن داده‌ها، همگن بودن واریانس‌ها (Homogeneity of variance) و عدم وجود داده‌های پرت (Outliers) بررسی و در صورت لزوم از روش مناسب تغییر داده‌ها (Data transformation) استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار R و با استفاده از برنامه‌های Vegan، Ggpubr و Car انجام شد.

جدول ۱. فهرست آرایه‌های گیاهی جوانه‌زده از نمونه‌های سرگین در فصول و تپ‌های زیستگاهی مورد مطالعه (گونه‌ها بر اساس تکرر حضور در نمونه‌های سرگین مرتب شده‌اند)

تیرو	گونه	علامت اختصاری	میوه	فرم رویشی	طول عمر		اکوتون		بهار تابستان	بهار پاییز	جنگل
					طول عمر	فرم رویشی	پاییز	تابستان			
Asteraceae	<i>Cirsium osseticum</i> (Adams) Petr.	Ci.os	خشک	H	P	۳					
Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.	Be.sp	گوشی	SH	P	۵۸			۴۰		۱۳
Brassicaceae	<i>Alyssopsis mollis</i> Jacq.] O.E. Schulz	Al.mo	خشک	H	B	۳					
	<i>Eruca sativa</i> Mill.	Er.sa	خشک	H	A				۱۰		
	<i>Lepidium</i> sp.	Le.sp	خشک	H					۱۰		
	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Si.ir	خشک	H	A						
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i> sp.	Lo.sp	گوشی	SH	P	۹					
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> [L.] Vill.	St.me	خشک	H	A				۲۰		۳۸
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	Ch.al	خشک	H	A						۲۵
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Co.ar	خشک	H	P	۶					
Crassulaceae	<i>Sedum pallidum</i> M. Bieb.	Se.pa	خشک	H	A						۱۳
Cyperaceae	<i>Cyperus fuscus</i> L.	Cy.fu	خشک	G	A	۹	۳۳				۱۳
Fabaceae	<i>Medicago monspeliaca</i> [L.] Trautv.	Me.mo	خشک	H	A	۳					
	<i>Securigera securidaca</i> [L.] Degen & Dörfel.	Se.se	خشک	H	A						۱۳
Malvaceae	<i>Mahva neglecta</i> Wallr.	Ma.ne	خشک	H	P						۱۳
Poaceae	<i>Phleum paniculatum</i> Huds.	Ph.pa	خشک	G	A	۳	۳۳				
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Se.vi	خشک	G	A	۹			۱۰		۱۳
	spp.		خشک	G	P						۱۳
	spp.		خشک	G	P	۶					
Polygonaceae	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Po.co	خشک	H	A						۱۳
	<i>Polygonum hyrcanicum</i> Rech. f.	Po.hy	خشک	H	P						
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Po.ol	خشک	H	A	۲۴					۱۰
Rhamnaceae	<i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. & C. A. Mey.	Rh.pa	گوشی	SH	P						۲۵
Rosaceae	<i>Cerasus</i> sp.	Ce.sp	گوشی	SH	P	۳	۶۷		۲۰		۳۸
	<i>Crataegus</i> sp.	Cr.sp	گوشی	SH	P	۳۰					
	<i>Mespilus germanica</i> L.	Me.ge	گوشی	SH	P	۶					۵۰
	<i>Prunus divaricate</i> Ledeb.	Pr.di	گوشی	SH	P	۳۳					۲۵
	<i>Rubus</i> sp.	Ru.sp	گوشی	SH	P						
Rubiaceae	<i>Sorbus torminalis</i> [L.] Crantz	So.to	گوشی	T	P	۳					
	<i>Galium spurium</i> L.	Ga.sp	خشک	H	A	۶			۱۰		
Scrophulariaceae	<i>Veronica beccabunga</i> L.	Ve.be	خشک	H	P				۱۰		۱۳
	<i>Veronica hederifolia</i> L.	Ve.he	خشک	H	A						۱۳
Valerianaceae	<i>Valerianaella</i> sp.	Va.sp	خشک	H	A	۳					

چندساله (Perennial) P، یکساله (Annual) A، گندمیان (Graminoid) G، درختچه (Shrub) SH، درخت (Tree) T، فرم رویشی (Growth form) GF، فورب‌ها و شبه گندمیان (Herb) H

گروه سرگین بود. یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند عدم کاشت حجم کامل گروه سرگین و جدا کردن یک نمونه ۲۰ گرمی از آن باشد که شناس شناسایی تمام گونه‌های گیاهی موجود در گروه سرگین، مخصوصاً گونه‌های نادر را کاهش خواهد داد. علاوه بر این در مطالعه حاضر از روش آزمایش جوانه‌زنی در گلخانه برای بررسی محتوی بذری استفاده شد درحالی که در مطالعات مشابه از روش جداسازی و شناسایی مستقیم بذور موجود در نمونه‌های سرگین استفاده شده است و قدرت جوانه‌زنی بذور انتقال یافته از طریق سرگین مورد بررسی قرار نگرفته است (۲۹).

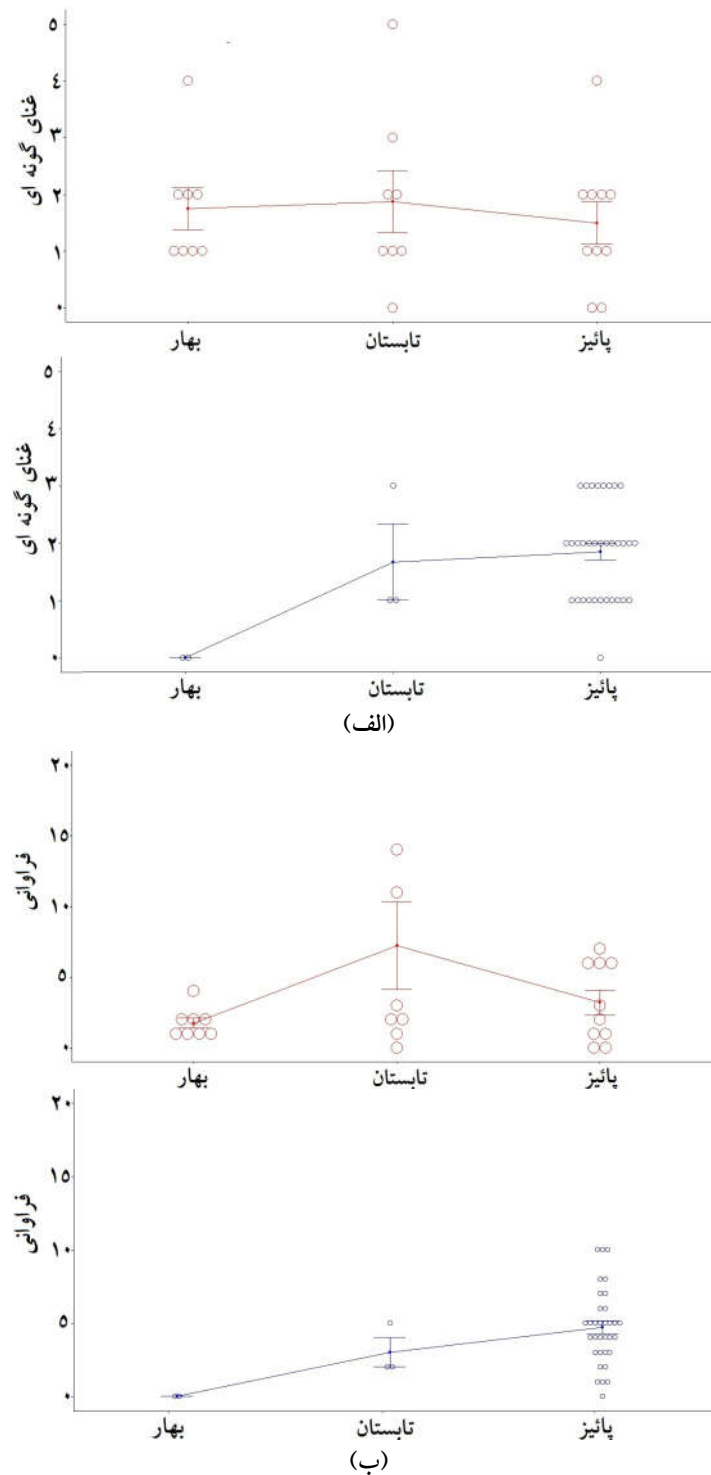
از آنجا که این گونه همه‌چیزخوار، نیازهای متابولیکی فراوانی دارد، تجزیه و تحلیل‌ها پیرامون سرگین آن در فصول مختلف نشان‌دهنده تنوع و تغییرات رژیم غذایی آن در فصول مختلف سال است. خرس‌های قهوه‌ای در طول سال رژیم غذایی خود را تغییر می‌دهند تا بتوانند بیشترین مقدار انرژی و پروتئین را به‌دست آورند (۲۲). در فصل بهار غذای اصلی خرس‌های قهوه‌ای در اغلب نقاط دنیا، علوفه، شاخه‌ها و چوب درختان و گل‌ها است، در صورتی که در تابستان و پاییز؛ میوه‌ها اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند (۱۱، ۱۲ و ۴۴). براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین غنای گونه‌ای موجود در نمونه‌های سرگین مربوط به فرم رویشی علفی (فورب‌ها، گندمیان و شبه‌گندمیان) بود (۲۴ آرایه). این آرایه‌ها عمدتاً شامل میوه‌های خشک و بذور ریز فاقد سازگاری مورفولوژیکی خاص برای انتقال از طریق اندزوکوری هستند. درحالی که فراوانی بذور مربوط به گیاهان دارای میوه‌های گوشتی که غالباً در مطالعه حاضر دارای فرم رویشی درختچه بودند (۹ آرایه، ۷۶ درصد کل بذور جوانه‌زده) بسیار بالاتر از فراوانی بذور گیاهان سایر فرم‌های رویشی بود. براساس فنولوژی گیاهان پارک ملی گلستان، از اوایل تابستان تا اواخر پاییز میوه‌های رسیده انواع درختان و درختچه‌ها توسط خرس مورد استفاده قرار می‌گیرد و بقایای آن در سرگین خرس به وفور قابل مشاهده است. در این دو فصل مصرف

تیپ‌های زیستگاهی متفاوت به‌تنهایی مشاهده نشد (شکل ۱). فراوانی نسبی بذور جوانه‌زده از نمونه‌های سرگین نیز در طول دوره مطالعه از روند ثابتی پیروی نمی‌کرد، به‌طوری که کمترین فراوانی در نمونه‌های بهار (با میانگین ۱/۴ بذور به‌ازای هر نمونه سرگین) و بیشترین در نمونه‌های تابستان (با میانگین ۶/۰۹ بذور به‌ازای هر نمونه سرگین) ثبت شد. براساس نتایج تحلیل واریانس اختلاف معنی‌داری بین فراوانی بذور جوانه‌زده از نمونه‌های سرگین فصول مورد مطالعه ( $P=0/003$ ،  $F_{2,55}=6/441$ ) وجود داشت. آزمون توکی نشان داد که این اختلاف بین تعداد بذور نمونه‌های سرگین دو فصل پاییز و بهار بوده است. علاوه بر این، اثر متقابل فصل و تیپ زیستگاهی نیز بر فراوانی بذور معنی‌دار بود ( $P=0/017$ ،  $F_{2,55}=4/395$ ). با این وجود تفاوت معنی‌داری از این نظر بین نمونه‌های سرگین در دو تیپ زیستگاهی مورد مطالعه بدون در نظر گرفتن فاکتور فصل مشاهده نشد (شکل ۱).

براساس نتایج تحلیل تطبیقی متعارف، ترکیب بذری نمونه‌های سرگین در ماه‌ها و فصل‌های مختلف به‌طور معنی‌داری متفاوت از یکدیگر بود ( $P=0/001$ )، ولی بین دو تیپ زیستگاهی مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲ و ۳). بیشترین فراوانی و تکرار (Frequency) فرم رویشی ثبت شده برای بذور سبز شده از نمونه‌های سرگین مربوط به فرم رویشی درختچه بود که نشان از رجحان غذایی خرس قهوه‌ای برای استفاده از میوه و یا دانه‌های گونه‌های درختچه‌ای دارد (جدول ۲).

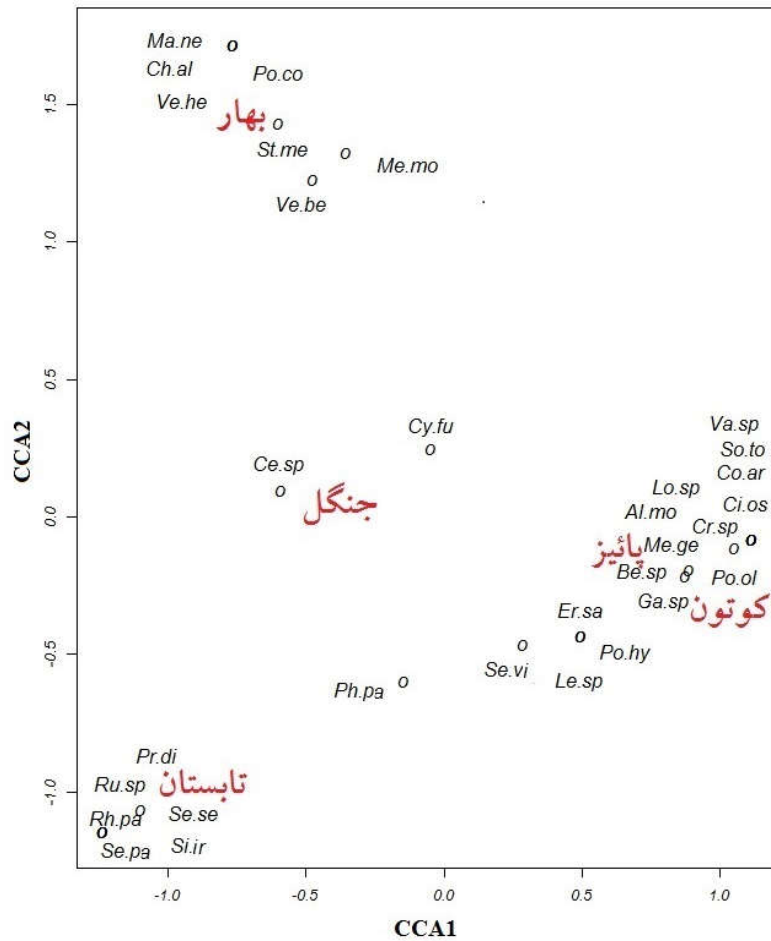
## بحث و نتایج

تعداد آرایه‌های گیاهی شناسایی شده مربوط به بذور جوانه‌زده از نمونه‌های سرگین به‌ازای هر گروه سرگین در این مطالعه کمتر از مقادیر به‌دست آمده در مطالعات مشابه است (۵/۰ آرایه به‌ازای هر گروه سرگین). درحالی که بر اساس مطالعات مشابه انجام شده توسط لالرونی و همکاران (۲۹) و الفستروم و همکاران (۱۹) این مقدار به‌ترتیب ۱/۲ و ۱/۹ آرایه به‌ازای هر

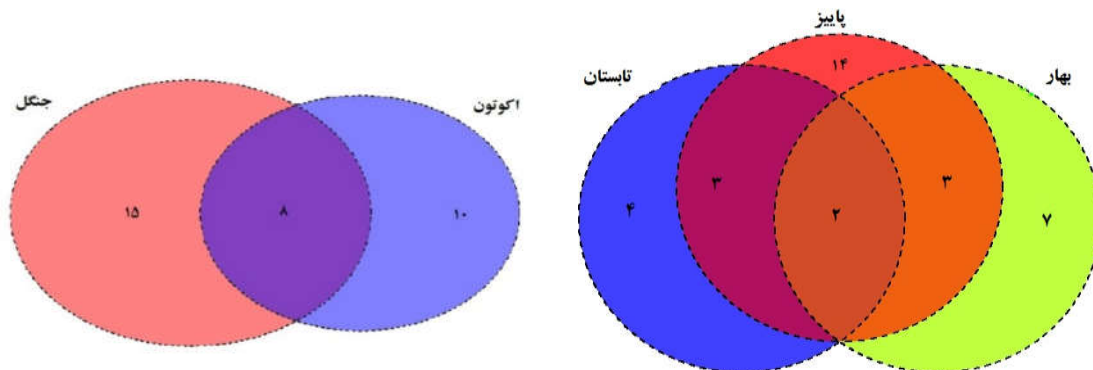


شکل ۱. الف) میانگین غنا گونه ای  $\pm$  خطای معیار و ب) فراوانی  $\pm$  خطای معیار تعداد بذور سبز شده از نمونه‌های سرگین خرس قهوه‌ای، (تیپ زیستگاهی اکوتون به رنگ آبی و تیپ زیستگاهی جنگلی به رنگ قرمز نمایش داده شده است) (رنگی در نسخه الکترونیکی)





شکل ۲. نمودار حاصل از تحلیل CCA ترکیب بذری نمونه‌های سرگین در ماه‌ها و مکان‌های مختلف نمونه‌برداری براساس فراوانی نسبی آرایه‌ها در هر یک از نمونه‌های سرگین کشت شده در گلخانه: نام اختصاری آرایه‌ها شامل دو حرف اول اسم جنس و دو حرف اول اسم گونه (در صورت شناسایی در سطح گونه) است که در جدول ۱ ذکر شده است.



شکل ۳. تعداد آرایه‌های گیاهی مشترک انتقال داده شده توسط خرس قهوه‌ای بین فصول و تیپ‌های زیستگاهی مختلف

جدول ۲. فراوانی فرم‌های رویشی در نمونه‌های سرگین خرس قهوه‌ای به تفکیک فصل و تیپ زیستگاهی

فصل	تیپ زیستگاهی	درخت	درختچه	فورب‌ها و شبه گندمیان	گندمیان
بهار (n=۱۰)	اکوتون (n=۲)	۰	۰	۰	۰
	جنگل (n=۸)	۰	۳	۱۰	۱
تابستان (n=۱۱)	اکوتون (n=۳)	۰	۷	۰	۲
	جنگل (n=۸)	۰	۵۲	۳	۳
پاییز (n=۴۳)	اکوتون (n=۳۳)	۲	۱۲۰	۱۶	۱۷
	جنگل (n=۱۰)	۰	۲۱	۱۰	۱

می‌شوند (۲۹). براساس مطالعه انجام شده توسط راگرز نیز در دوره پیش از خواب زمستانی میوه‌های گوشتی به‌عنوان یک منبع انرژی در آماده شدن خرس‌ها برای خواب زمستانی و شیردهی، مطرح هستند (۴۰) که می‌تواند با سهم بالای ترکیبات قندی و یا چربی موجود در این گونه میوه‌های گوشتی که در تأمین انرژی مورد نیاز خرس قهوه‌ای مفید هستند، مرتبط باشد. درحالی که در فصل بهار، گندمیان و سایر گیاهان مربوط به فرم رویشی علفی بخش بیشتری از رژیم غذایی خرس را تشکیل می‌دهند (۳۴). این نتایج با رفتار تغذیه فرصت‌طلبانه خرس قهوه‌ای (۲۸) سازگار است. چرا که در دسترس‌پذیری و کیفیت مواد غذایی به‌عنوان عوامل اثرگذار بر موفقیت تولید مثلی خرس مطرح هستند (۸ و ۲۱). از آنجا که هر دو تیپ زیستگاهی مورد مطالعه دربرگیرنده درختچه‌ها و گیاهان مورد استفاده خرس است، اختلاف معنی‌داری بین فراوانی بذور انتقال داده شده در دو تیپ زیستگاهی مشاهده نشد. با توجه به تنوع بالای گیاهان پارک (۵) که دوره بذردهی متفاوتی دارند، همواره طیف گوناگونی از گیاهان در فرم‌های رویشی و فراوانی متفاوت در دسترس خرس قهوه‌ای است. اگرچه دو تیپ زیستگاهی مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های گیاهی و شرایط توپوگرافیک متفاوت بودند ولی اکثر گیاهانی که به‌وفور مورد استفاده خرس قرار گرفته بودند، در هر دو تیپ زیستگاهی مورد مطالعه وجود داشتند. از طرفی با توجه به گستره خانگی وسیع خرس قهوه‌ای، امکان جابه‌جایی بین تیپ‌های زیستگاهی مختلف (۱۶) و انتقال بذور از یک تیپ به تیپ دیگر امکان‌پذیر

میوه‌هایی مانند زرشک (*Berberis*)، تمشک (*Rubus*)، زالزالک (*Crataegus*)، گیلاس وحشی (*Prunus*)، پیچ امین‌الدوله (*Lonicera*) و سیاه‌تنگرس (*Rhamnus pallasii*) قابل توجه است. از این روی فراوانی بذورهای جوانه‌زده مربوط به درختچه‌ها و درختان دارای میوه‌های گوشتی به‌ترتیب در فصل تابستان و پاییز دارای بالاترین مقدار خود بود (۴۴). همچنین بین ترکیب گونه‌ای بذور انتقال داده شده در فصول مختلف تفاوت آشکاری وجود داشت. در فصل بهار به دلیل فراوانی کمتر میوه‌ها و بذور و هم‌زمانی سطح بالای پروتئین در گیاهان مربوط به فرم رویشی علفی، مقادیر بیشتری از گیاهان مربوط به این دو فرم رویشی نسبت به فرم‌های رویشی درخت و درختچه در جوانه‌های سبز شده از نمونه‌های سرگین مشاهده شد و میوه‌ها بخش کوچکی از رژیم غذایی خرس قهوه‌ای را تشکیل داد. نتایج مطالعات استتافیک و همکاران پیرامون عادات غذایی خرس قهوه‌ای در اسلاواکی نیز تأییدکننده سهم بالای فراوانی بذور مربوط به میوه‌های گوشتی در فصول تابستان و پاییز در مقایسه با فراوانی گیاهان علفی دارای بذور ریز و سخت در ترکیب بذری نمونه‌های سرگین بهار است (۴۴). ویلسون و گند نیز در مطالعه خود پیرامون پتانسیل انتقال بذور خرس قهوه‌ای در آلاسکا به سهم بالاتر میوه‌های گوشتی در نمونه‌های سرگین تابستان و پاییز اشاره کرده‌اند (۴۷). مانند مطالعات لارلونی و همکاران با توجه به غالبیت و در دسترس بودن میوه‌های گوشتی، این میوه‌ها بخش مهمی از رژیم غذایی خرس را در فصل تابستان و پاییز شامل

و درختی در جنگل گلستان می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به تغییرات انسان‌ساخت ایجاد شده در پارک ملی گلستان در اثر احداث جاده، انتقال بذر توسط خرس قهوه‌ای و سایر گونه‌های انتقال‌دهنده، به کاهش هزینه‌های مدیریتی از طریق احیای طبیعی مناطق تخریب شده و حفظ ارتباط بین جمعیت‌های گیاهی ایزوله شده کمک خواهد کرد. از این‌رو کاهش جمعیت و یا تخریب زیستگاه این همه‌چیزخوار بزرگ‌جثه، منجر به تغییر در فرایندهای پراکنش بذر شده و در نهایت سبب اختلال در تجدید نسل طبیعی گونه‌های گیاهی و کاهش جریان ژنی بین گیاهان شده و روی ساختار ژنتیکی جوامع گیاهی اثرگذار است. بنابراین حفاظت از این گونه و سایر گونه‌های انتقال‌دهنده بذر و زیستگاه‌های مرتبط به آنها می‌تواند به‌عنوان ابزار قوی مدیریتی برای حفظ پویایی جوامع گیاهی مطرح باشد. انجام مطالعات اکولوژیکی تکمیلی در زمینه انتقال بذر از جمله تعیین مسیر دقیق انتقال بذر توسط گونه‌ها، مسافتی که بذر توسط خرس قهوه‌ای انتقال می‌یابند، نقش خرس قهوه‌ای در انتقال گونه‌های نادر و در معرض خطر و یا گونه‌های غیربومی و مهاجم و تأثیر عبور از سیستم گوارشی بر قدرت جوانه‌زنی بذر می‌تواند به محققان و مدیران حفاظت جهت اخذ تصمیمات مدیریتی دقیق‌تر کمک کند.

است. از طرف دیگر تغییرپذیری بالای فراوانی و غنای گونه‌های گیاهی جوانه‌زده از سرگین‌های جمع‌آوری شده در هر زیستگاه، امکان نشان دادن تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها را کاهش داد.

خرس قهوه‌ای می‌تواند بذور را تا فاصله سه کیلومتری از منبع تولیدی جابه‌جا کند (۲۹). حتی اگر تعداد کمی از بذور تا این فاصله از پایه مادری خود دور شوند، این امر می‌تواند نقش مهمی در الگوی پراکنش بذر و اکولوژی جامعه گیاهی داشته باشد (۴۶). همچنین دفع سرگین محتوی بذور گیاهی توسط خرس‌ها، با توجه به جابه‌جایی‌های بین زیستگاهی آنها، می‌تواند احتمال پراکنش بذرها را در بیش از یک زیستگاه یا یک خرد زیستگاه افزایش دهد و در عین حال میزان رقابت گیاهچه‌های سبز شده را کاهش دهد. خرس‌ها انتقال‌دهنده‌های خوبی برای بذرها هستند و معمولاً عبور سریع از دستگاه گوارش، دفعات دفع متعدد و گستره خانگی وسیع سبب انتقال سرگین و در پی آن انتقال بذر در سرتاسر چشم‌انداز می‌شود. از این‌رو می‌توان گفت که نقش خرس قهوه‌ای در جابه‌جایی بذور طی مسافت‌های طولانی از اهمیت بالایی برخوردار بوده (۴۷) و این گونه می‌تواند به‌عنوان یک انتقال‌دهنده منحصر به‌فرد برای گونه‌های گیاهی در پارک ملی گلستان مطرح باشد. با توجه به اینکه گونه‌های زوج‌سم در پارک ملی گلستان اغلب گونه‌های یک‌ساله را انتقال می‌دهند نقش خرس قهوه‌ای در انتقال بذر میوه‌های گوشتی مربوط به فرم رویشی درختچه‌ای

### منابع مورد استفاده

۱. اقبالی، ا. م.، ایروانی، م.، بصیری، م.، ترکش اصفهانی و ع. مهاجری. ۱۳۹۲. انتقال بذر توسط علفخواران اهلی در اکوسیستم‌های مرتعی منطقه زاگرس مرکزی. *اکولوژی کاربردی* ۲(۳): ۶۳-۴۹.
۲. حیدری، م. ۱۳۹۳. انتقال بذر توسط علفخواران اهلی و وحشی در منطقه حفاظت‌شده و پارک ملی تنگ صباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳. کاوندی، ح. ر. ۱۳۹۱. انتقال بذر توسط علفخواران با جثه متفاوت و ارتباط آن با پوشش گیاهی در پارک ملی کلاه قاضی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. نظامی بلوچی، ب. ۱۳۹۳. بررسی عادات غذایی فصلی خرس قهوه‌ای سوری در منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی. تاکسونومی و بیوسیستماتیک ۶(۱۹): ۲۷-۳۶.

5. Akhiani, H. 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park, Iran, *Stapfia* 53:1-411.
6. Auffret, A. G. and J. Plue. 2014. Scale-dependent diversity effects of seed dispersal by a wild herbivore in fragmented grasslands. *Oecologia* 175(1): 305-313.
7. Bacles, C. F., A. J. Lowe and R. A. Ennos. 2006. Effective seed dispersal across a fragmented landscape. *Science* 311(5761): 628, DOI: 10.1126/science.1121543.
8. Blanchard, B. M. 1987. Size and growth patterns of the Yellowstone grizzly bear. *Bears: Their Biology and Management* 7: 99-107.
9. Boedeltje, G., E. Jongejans, T. Spanings and W. C. Verberk. 2016. Effect of gut passage in fish on the germination speed of aquatic and riparian plants. *Aquatic Botany* 132: 12-16.
10. Boulanger, V., C. Baltzinger, S. Saïd, P. Ballon, F. Ningre, J.-F. Picard and J.-L. Dupouey. 2011. Deer-mediated expansion of a rare plant species. *Plant Ecology* 212(2): 307-314.
11. Cicanjak, L., D. Huber, H. U. Roth, R. L. Ruff and Z. Vinovski. 1987. Food habits of brown bears in Plitvice lakes national park, Yugoslavia. *Bears: Their Biology and Management* 7: 221-226.
12. Ciucci, P., E. Tosoni, G. Di Domenico, F. Quattrocioni and L. Boitani. 2014. Seasonal and annual variation in the food habits of Apennine brown bears, central Italy. *Journal of Mammalogy* 95(3): 572-586.
13. Cosyns, E. and M. Hoffmann. 2005. Horse dung germinable seed content in relation to plant species abundance, diet composition and seed characteristics. *Basic and Applied Ecology* 6(1): 11-24.
14. Couvreur, M., B. Vandenberghe, K. Verheyen and M. Hermy. 2004. An experimental assessment of seed adhesivity on animal furs. *Seed Science Research* 14(2): 147-159.
15. Croteau, E. 2010. Causes and consequences of dispersal in plants and animals. *Nature Education Knowledge* 1(11): 12.
16. Dahle, B. and J. E. Swenson. 2003. Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*): effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type. *Journal of Zoology* 260(4): 329-335.
17. De Iongh, H., C. de Jong, J. Van Goethem, E. Klop, A. Brunsting, P. Loth and H. Prins. 2011. Resource partitioning among African savanna herbivores in North Cameroon: the importance of diet composition, food quality and body mass. *Journal of Tropical Ecology* 27(5): 503-513.
18. Dovrat, G., A. Perevolotsky and G. Ne'eman. 2012. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. *Journal of Arid Environments* 78: 49-54.
19. Elfström, M., M. L. Davey, A. Zedrosser, M. Müller, M. De Barba, O.-G. Støen, C. Miquel, P. Taberlet, K. Hackländer and J. E. Swenson. 2014. Do Scandinavian brown bears approach settlements to obtain high-quality food? *Biological Conservation* 178: 128-135.
20. Enders, M. S. and S. B. Vander Wall. 2012. Black bears *Ursus americanus* are effective seed dispersers, with a little help from their friends. *Oikos* 121(4): 589-596.
21. Fortin, J. K., K. D. Rode, G. V. Hilderbrand, J. Wilder, S. Farley, C. Jorgensen and B. G. Marcot. 2016. Impacts of human recreation on brown bears (*Ursus arctos*): a review and new management tool. *PloS one* 11(1): e0141983.
22. Hamilton, A. and F. Bunnell. 1987. Foraging strategies of coastal grizzly bears in the Kimsquit River Valley, British Columbia. *Bears: Their Biology and Management* 7: 187-197.
23. Hargreaves, A. L. and C. G. Eckert. 2014. Evolution of dispersal and mating systems along geographic gradients: implications for shifting ranges. *Functional Ecology* 28(1): 5-21.
24. Howe, H. F. and J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13(1): 201-228.
25. Jaroszewicz, B. 2013. Endozoochory by European bison influences the build-up of the soil seed bank in subcontinental coniferous forest. *European Journal of Forest Research* 132(3): 445-452.
26. Jaroszewicz, B., E. Pirożnikow and I. Sondej. 2013. Endozoochory by the guild of ungulates in Europe's primeval forest. *Forest Ecology and Management* 305: 21-28.
27. Koike, S., H. Morimoto, C. Kozakai, I. Arimoto, K. Yamazaki, M. Iwaoka, M. Soga and M. Koganezawa. 2012. Seed removal and survival in Asiatic black bear *Ursus thibetanus* faeces: effect of rodents as secondary seed dispersers. *Wildlife Biology* 18(1): 24-34.
28. Lagalisse, Y. 2002. Etude coproscopique du régime alimentaire d'une population d'ours bruns (*Ursus arctos*) réintroduite dans les Pyrénées (1996-1999), PhD Thesis, Université Paul Sabatier-Toulouse III.
29. Lalleroni, A., P.-Y. Quenette, T. Daufresne, M. Pellerin and C. Baltzinger. 2017. Exploring the potential of brown bear (*Ursus arctos arctos*) as a long-distance seed disperser: a pilot study in South-Western Europe. *Mammalia* 81(1): 1-9.

30. Mancilla-Leytón, J., R. Fernández-Alés and A. M. Vicente. 2011. Plant–ungulate interaction: goat gut passage effect on survival and germination of Mediterranean shrub seeds. *Journal of Vegetation Science* 22(6): 1031-1037.
31. Milotić, T. and M. Hoffmann. 2016. How does gut passage impact endozoochorous seed dispersal success? Evidence from a gut environment simulation experiment. *Basic and Applied Ecology* 17(2): 165-176.
32. Mouissie, A., P. Vos, H. Verhagen and J. Bakker. 2005. Endozoochory by free-ranging, large herbivores: ecological correlates and perspectives for restoration. *Basic and Applied Ecology* 6(6): 547-558.
33. Myers, J. A., M. Vellend, S. Gardescu and P. Marks. 2004. Seed dispersal by white-tailed deer: implications for long-distance dispersal, invasion, and migration of plants in eastern North America. *Oecologia* 139(1): 35-44.
34. Naves, J., A. Fernández-Gil, C. Rodríguez and M. Delibes. 2006. Brown bear food habits at the border of its range: a long-term study. *Journal of Mammalogy* 87(5): 899-908.
35. Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. O'hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens and H. Wagner. 2013. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-0. <http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/>.
36. Panter, C. J. and P. M. Dolman. 2012. Mammalian herbivores as potential seed dispersal vectors in ancient woodland fragments. *Wildlife Biology* 18(3): 292-303.
37. Pellerin, M., M. Picard, S. Saïd, E. Baubert and C. Baltzinger. 2016. Complementary endozoochorous long-distance seed dispersal by three native herbivorous ungulates in Europe. *Basic and Applied Ecology* 17(4): 321-332.
38. Picard, M., R. Chevalier, R. Barrier, Y. Boscardin and C. Baltzinger. 2016. Functional traits of seeds dispersed through endozoochory by native forest ungulates. *Journal of Vegetation Science* 27(5): 987-998.
39. Ramos, M. E., A. B. Robles and J. Castro. 2006. Efficiency of endozoochorous seed dispersal in six dry-fruited species (Cistaceae): from seed ingestion to early seedling establishment. *Plant Ecology* 185(1): 97-106.
40. Rogers, L. L. 1987. Effects of food supply and kinship on social behavior, movements, and population growth of black bears in northeastern Minnesota. *Wildlife Monographs* 97: 3-72.
41. Sansevero, J. B. B., P. V. Prieto, L. F. D. de Moraes and P. J. P. Rodrigues. 2011. Natural regeneration in plantations of native trees in lowland Brazilian Atlantic forest: community structure, diversity, and dispersal syndromes. *Restoration Ecology* 19(3): 379-389.
42. Schupp, E. W., P. Jordano and J. M. Gómez. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist* 188(2): 333-353.
43. Shikang, S., W. Fuqin and W. Yuehua. 2015. Does the passage of seeds through frugivore gut affect their storage: A case study on the endangered plant *Euryodendron excelsum*. *Scientific Reports* 5: 11615, DOI: 10.1038/srep11615.
44. Štofik, J., J. Merganič, K. Merganičová and M. Saniga. 2013. Seasonal changes in food composition of the brown bear (*Ursus arctos*) from the edge of its occurrence-Eastern Carpathians (Slovakia). *Folia Zoologica* 62: 222-231.
45. Traveset, A., T. Bermejo and M. Willson. 2001. Effect of manure composition on seedling emergence and growth of two common shrub species of Southeast Alaska. *Plant Ecology* 155(1): 29-34.
46. Vellend, M., J. A. Myers, S. Gardescu and P. Marks. 2003. Dispersal of *Trillium* seeds by deer: implications for long-distance migration of forest herbs. *Ecology* 84(4): 1067-1072.
47. Willson, M. F. and S. M. Gende. 2004. Seed dispersal by brown bears, *Ursus arctos*, in southeastern Alaska. *The Canadian Field-Naturalist* 118(4): 499-503.

## The Role of Brown Bear (*Ursus arctos*) in the Plant Seed Dispersal of Golestan National Park

S. Karimi<sup>1</sup>, M. R. Hemami<sup>1\*</sup>, M. Tarkesh Esfahani<sup>2</sup> and Ch. Baltzinger<sup>3,4</sup>

(Received: Oct. 09-2017; Accepted: Oct. 23-2018)

### Abstract

The brown bear (*Ursus arctos*) is the largest carnivore species in Iran. It can be found in large parts of the Alborz and Zagros mountain ranges, but remarkable densities occur in the northern forest, ranging from Golestan National Park to the western Gilan. We investigated the potential of brown bear for endozoochory in Golestan National Park through a greenhouse experiment. In order to detect the temporal and spatial variability of the emerged seedlings, abundance, species richness and composition of the germinated seeds from the faecal samples collected in different habitats and across seasons were analyzed. A total of 268 seedlings belonging to 33 plant taxa, 25 genera and 19 families germinated from 64 brown bear faecal samples. Based on the obtained results, we could show seasonal variability in the number ( $P=0.003$ ) and composition ( $P=0.001$ ) of the dispersed seeds, which could be attributed to the plant species phenology. There were no significant differences regarding seed abundance and composition between the two types of habitats. Similarly, seed species richness did not significantly differ across seasons and habitats. Herbaceous growth form (24 taxa) represented the highest species richness in the germinated plants, while shrub plants were the most abundant germinated species (76% of the total germinated seeds). Fleshy fruits were the principal source of energy during the hyperphagia phase prior to hibernation. In contrast, seeds from dry fruits were observed in lower densities in the faeces, especially during spring and early summer. This was in line with the opportunistic feeding behavior of the brown bear. Considering that co-occurring ungulates in Golestan National Park are rather dispersed annual species, we could highlight the role of the brown bear in specifically dispersing shrub and tree species.

**Keywords:** endozoochory, mammalian omnivores, growth form, seed abundance and species richness, temporal and spatial variability.

- 
1. Dept. of Environ., Faculty of Natur. Resour., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
  2. Dept. of Range and Watershed Manag., Faculty of Natur. Resour., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
  3. Irstea, Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson, France.
  4. Centre for Invasion Biology, School of Life Sci., Univ. of KwaZulu-Natal, Scottsville, 3209, Pietermaritzburg, South Africa.

\*: Corresponding Author, Email: karimi.soroor@yahoo.com