

بررسی رابطه خصوصیات مورفولوژیکی بذور گیاهان مراتع

نیمه‌استپی با Endozoochory

- ❖ سپیده فاضلیان*: دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه شهرکرد
- ❖ پژمان طهماسبی؛ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهرکرد
- ❖ حمزه‌علی شیرمردی؛ کارشناس ارشد پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری
- ❖ اسماعیل اسدی؛ عضو هیئت علمی گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه شهرکرد

چکیده

اندوزوخوری یکی از روش‌های پراکنش بذر است. در این روش بذر از طریق گذر از سیستم گوارش دام انتقال و جوانه‌زنی و استقرار گیاهان افزایش می‌یابد. هدف از این مطالعه بررسی رابطه بین خصوصیات بذر و گذر از دستگاه گوارش دام به وسیله حیوانات اهلی مختلف (گاو، گوسفند، بز) در هفت گونه گراس چندساله، هشت گونه فورب چندساله، و سه گونه فورب یک‌ساله در مراتع نیمه‌استپی چهارمحال و بختیاری است. نخست خصوصیات مورفولوژیک بذر شامل وزن، طول، عرض، و شکل بذر- اندازه‌گیری شد. سپس، به دام‌های مورد بررسی (تیمارهای حیوانی) بذر خورانده و مدفوع آن‌ها جمع‌آوری شد و پس از اعمال تیمار سرما، به مدت چهار ماه در شرایط گلخانه نگهداری و جوانه‌زنی آن‌ها ثبت شد. با استفاده از مدل‌های رگرسیونی مختلف ارتباط بین خصوصیات بذر و درصد موفقیت جوانه‌زنی بررسی شد و برای حیوانات مختلف مقایسه گردید. نتایج حاصل از رگرسیون خطی ساده نشان داد که بین درصد جوانه‌زنی بذرهای پس از عبور از دستگاه گوارش دام و خصوصیات اندازه‌گیری شده ارتباطی وجود ندارد و اندازه، وزن، طول، و عرض بذر تأثیری در عبور از دستگاه گوارش دام ندارد. همچنین، نتایج حاصل از رگرسیون لگاریتمی نشان داد که برای گراس‌های چندساله بین طول بذر و درصد جوانه‌زنی در همه تیمارهای حیوانی رابطه مستقیمی وجود دارد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که رابطه مستقیم و خطی بین ویژگی‌های مورفولوژیک بذر و گذر از دستگاه گوارش دام وجود ندارد.

واژگان کلیدی: اندوزوخوری، پهن‌برگان، خصوصیات بذر (وزن، طول، عرض، و شکل بذر)، گندمیان.

مقدمه

پراکندگی از طریق اندوزوخوری^۱ شامل جذب و خوردن بذره‌های گیاهی و قرارگرفتن تحت تأثیر انواع مایعات گوارشی در طول عبور از دستگاه گوارش دام است. ارزیابی اهمیت اندوزوخوری نیاز دارد به بررسی میزان زنده‌مانی بذور در دستگاه گوارش دام و خصوصیات دیگر بذور، مانند سختی پوسته، اندازه، طول، شکل، و عرض بذر [۷]. موفقیت و عدم موفقیت پراکندگی دانه‌ها با عبور از دستگاه گوارش دام به استفادهٔ علفخواران از بذور بستگی دارد و درک نقش علفخواران در چرخهٔ انتشار دانه نیاز دارد به بررسی مراحل مختلف در روند تحولات در این حیوانات و همچنین مناطقی که حیوانات برای چرا انتخاب می‌کنند (با توجه به نوع پوشش گیاهی) [۳۶].

در فرایند اندوزوخوری دو مرحلهٔ اصلی و مهم وجود دارد: مرحلهٔ اول: مصرف بذر توسط حیوان؛ مرحلهٔ دوم: ورود بذر به دستگاه گوارش و مدفوع دام (هضم‌شدن بذر). مرحلهٔ اول بیشتر دربارهٔ رفتار چرای و رژیم غذایی دام است، در صورتی که مرحلهٔ دوم با نوع دستگاه گوارش دام مرتبط است. در مرحلهٔ دوم مقدار بذری که پس از عبور از دستگاه گوارش دام هنوز قادر به جوانه‌زنی است از اهمیت کلیدی برخوردار است [۳۱]. خصوصیات بذر تأثیر بسزایی در موفقیت بذر در گذر از دستگاه گوارش دام دارد، و نه تنها به مقدار بذر خورده‌شده توسط دام، بلکه به صفات و خصوصیات بذر و دستگاه گوارش دام پس از خورده‌شدن بذر نیز بسیار بستگی دارد [۱۷]. فرضیهٔ مهمی که دربارهٔ اندوزوخوری و موفقیت عبور دانه از دستگاه گوارش دام وجود دارد این است که بذرهایی که اندازهٔ آن‌ها کوچک است و پوستهٔ ضخیمی دارند توانایی بیشتری برای عبور از

دستگاه گوارش دام دارند و در جوانه‌زنی موفق‌ترند، زیرا پوستهٔ ضخیم توانایی و مقاومت بذر را برای ماندن در طول دستگاه گوارش افزایش می‌دهد [۱۱]. محققان [۳] در مطالعه‌ای بیان کردند که پراکنش دانه‌ها در ارتباط با کشاورزی مدرن در اروپا صورت می‌گیرد و عواملی مانند آلودگی بذره‌های کاشته‌شده و پراکندگی دام و نیز روند برداشت بیش از حد از مراتع در پراکنش دانه‌ها مؤثر است. این محققان سپس بیان کردند که در طول تابستان یک گله گوسفند ۴۰۰ رأسی می‌تواند در حدود ۸ میلیون دانه را در مسافتی بیش از صدها کیلومتر جابه‌جا کند و آن‌ها را در مکان‌های مختلف پراکنش دهد (چه از طریق چسبیدن بذر به بدن دام و چه خوردن دانه و عبور از دستگاه گوارش). در برخی مواقع، ساختار مورفولوژیکی بذر به گونه‌ای است که برای پراکنش توسط عوامل دیگر مناسب نیست، ولی پس از مصرف دانه توسط حیوانات علفخوار بذرهای پراکنده می‌شوند [۲۹].

محقق [۱۷] نشان داد که گیاهانی که بذره‌های کوچکی تولید می‌کنند موفقیت بیشتری در فرایند اندوزوخوری و پایداری جوامع گیاهی دارند. با وجود این، بسیاری از محققان بر آن‌اند که علت اصلی میزان بالای پراکنش و جوانه‌زنی بذور گیاهانی که از طریق اندوزوخوری انتقال می‌یابند کوچک‌بودن بذر نیست. مثلاً برخی پژوهشگران [۵] بر آن‌اند که تولید بذر زیاد باعث افزایش میزان پراکنش و جوانه‌زنی از طریق اندوزوخوری گیاهان می‌شود. آنان در اثبات فرضیهٔ خود بیان می‌کنند که گیاهانی که بذره‌های کوچک‌تری دارند بذر زیادتری تولید می‌کنند.

همچنین، مطالعات نشان داد که تعداد بذر کم باعث هضم بذر در دستگاه گوارش دام می‌شود و شانس عبور از دستگاه گوارش را پایین می‌آورد [۱۵].

جداشده از زیستگاه در یک چشم‌انداز اهمیت بسیاری در اکولوژی دارند [۳].

همچنین، نتیجه بسیاری از مطالعات از اثر مثبت پخش دانه با عبور از دستگاه گوارش دام در مدیریت مراتع و احیای پوشش گیاهی به دلیل جوانه‌زنی سریع‌تر خبر می‌دهد [۲۸، ۳۴]. برخی محققان [۱۰، ۲۶] نشان دادند که بین بانک بذر خاک و بذره‌های موجود در مدفوع حیوانات در جوانه‌زنی و استقرار گونه‌های گیاهی در مراتع رابطه متقابلی وجود دارد. همچنین، محققان نشان دادند مدفوع حیوانات گیاهخوار می‌تواند منبعی برای تشکیل جوامع گیاهی در مراتع باشد [۲۱، ۲۶، ۳۷]. اندوزوخوری یکی از روش‌های پراکنش بذر است. در این روش بذر از طریق گذر از سیستم گوارش حیوان انتقال می‌یابد و، علاوه بر پراکنش مناسبی که از این طریق به دست می‌آورد، میزان جوانه‌زنی هم افزایش می‌یابد، که ویژگی‌های گیاهی و بذر حائز اهمیت‌اند [۴].

اگرچه دیرزمانی است که اکولوژیست‌ها به اهمیت اندوزوخوری در پراکنش بذور در مقیاس‌های مکانی مختلف پی برده‌اند، فقط در طی دو دهه اخیر بر روی یافتن پاسخ سؤالاتی مرتبط با آن تمرکز زیادی شده است. مثلاً چه گیاهانی با چه ویژگی‌های گیاهی به هزینه‌کردن در این استراتژی برای استفاده از مزیت‌های آن قادرند؟ آیا گیاهانی که این ویژگی‌ها را دارند، در مقایسه با آن‌هایی که این مد پراکنش را از خود به نمایش نمی‌گذارد، می‌توانند با شرایط مختلف زیستگاهی سازگاری بیشتری داشته باشند؟ و اصولاً چه ویژگی‌هایی از بذر موجب تسهیل اندوزوخوری می‌شود؟ [۳۹].

هدف از این مطالعه، بررسی اندازه بذور چند گیاه مرتعی (اندازه، وزن، طول، و عرض بذر) و رابطه آن با عبور از دستگاه گوارش دام‌های مختلف است. همچنین، این مطالعه به منظور شناخت ویژگی‌های

در نتیجه، تعداد زیاد بذر، احتمال گذر از سیستم گوارشی حیوان و بهره‌مندی از مزایای اندوزوخوری را فراهم می‌کند [۹]. موفقیت در میزان جوانه‌زنی گیاهان در یک جامعه گیاهی تا حدودی به نوع پراکنش بذر آن‌ها بستگی دارد [۳۸]. شکست از پراکنندگی تهدیدی است برای بقای بسیاری از گونه‌ها [۲۴]. این شکست به تلاش برای جایگزینی دیگر روش‌ها برای پراکنش منجر می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به انتقال به وسیله انسان یا ماشین‌های کشاورزی اشاره کرد، که دانه‌ها با استفاده از این روش‌ها منتقل می‌شود [۳۲].

در اوایل قرن بیستم، برخی محققان [۱، ۳، ۱۸، ۲۰، ۲۱] درباره پتانسیل پراکنندگی دانه با گذر از دستگاه گوارش دام (اندوزوخوری) آگاهی داشتند. آن‌ها در این زمینه، آزمایش‌هایی با دام‌هایی همچون گاو و اسب برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر درباره پراکنندگی دانه‌ها و اهمیت اندوزوخوری در زمینه کشاورزی و جلوگیری از گسترش نامطلوب علف‌های هرز به زمین‌های زراعی و مراتع به وسیله چرای حیوانات انجام دادند. برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر در زمینه اهمیت اندوزوخوری در پراکنندگی بذرها و احیای مراتع مطالعاتی انجام شد. بسیاری از این آزمایش‌ها با یک یا چند گونه از نشخوارکنندگان اهلی (گاو و گوسفند) و با گونه‌های گیاهی، که از اهمیت زیادی در کشاورزی برخوردارند، انجام گرفت. این مطالعات نشان داد اختلاف‌های درخور توجهی در موفقیت جوانه‌زنی بذور با گذر از دستگاه گوارش دام وجود دارد و سرعت جوانه‌زنی در این حالت افزایش می‌یابد [۱۲، ۱۳، ۲۵، ۲۸]. همچنین، در مطالعات متعدد به اهمیت اندوزوخوری برای پویایی پوشش گیاهی پرداخته شد [۲]. حیوانات اهلی به عنوان مسیرهای اتصال تکه‌های

مورفولوژیکی بذر، که موجب می‌شود بذر از سیستم گوارش دام عبور کند و موفق به جوانه‌زنی شود، انجام شد. همچنین، این امر یک استراتژی مهم برای استقرار گونه‌های مرتعی است و شاید از این طریق بتوان به استقرار گیاهانی که مشکل جوانه‌زنی و پراکنش در مرتع دارند کمک کرد.

روش شناسی

به منظور بررسی ویژگی‌های بذر و ارتباط آن‌ها با اندوزوخور، خصوصیات بذور، مانند محیط، مساحت، طول، عرض، و شکل بذر، اندازه‌گیری شد [۱۴]. برای اندازه‌گیری خصوصیات ذکر شده، نخست از هر گونه ۵۰ بذر انتخاب شد و وزن هر بذر با ترازوی دیجیتال و دقت ۰/۰۰۰۱ به صورت جداگانه و برای همه گونه‌های گیاهی اندازه‌گیری شد و هم‌زمان وزن بذور در اکسل ثبت گردید. همچنین، بذور اندازه‌گیری شده روی کاغذ شطرنجی چسبانده شد؛ به طوری که شماره و وزن برای هر بذر و هر گونه گیاهی مشخص گردید. سپس، کاغذهای شطرنجی، که بذور بر روی آن‌ها چسبانده شده بود، اسکن گردید و با استفاده از نرم‌افزار ۲۰۰۷ AutoCAD خصوصیات فوق اندازه‌گیری شد. یکی دیگر از خصوصیات بذور که اندازه‌گیری شد شکل بذر است که از تقسیم طول بذر به عرض بذر محاسبه گردید. سپس، برای هر یک از خصوصیات فوق میانگین، انحراف معیار، و ضریب تغییرات به منظور بررسی اثر هر یک از خصوصیات بذور در آزمایش اندوزوخور محاسبه شد. با توجه به اینکه دام‌های مختلف تأثیر متفاوتی در بذور گونه‌های گیاهی دارند، گونه‌های حیوانی برای این مطالعه انتخاب شد. این آزمایش در گاوداری تحقیقاتی دانشگاه شهر کرد، با انتخاب گونه‌های حیوانی، شامل گاو، گوسفند، و بز سالم، انجام شد.

گونه‌های حیوانی در اصطبل‌هایی به صورت جداگانه نگهداری شد و ۲۴ ساعت قبل از خوراندن بذور به دام جیره غذایی آن‌ها قطع شد. بذور همه گیاهان (پیوست ۱) مخلوط و به چهار قسمت مساوی سه قسمت برای گونه‌های حیوانی (سه نوع دام و از هر نوع سه عدد به عنوان تکرار) و یک قسمت برای تیمار شاهد) تقسیم شد و همراه با جیره غذایی شامل آرد گندم و جو به دام خورانده شد. پس از حصول اطمینان از خورده شدن کامل بذرها توسط دام، مدفوع هر سه گونه حیوانی جداگانه جمع‌آوری شد. مدفوع جمع‌آوری شده و همچنین بذور شاهد، که نمونه‌های جمع‌آوری شده از مدفوع حیوان در آن وجود نداشت، قبل از کاشت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت سرمادهی شد و برای کشت به گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهر کرد برده شد. مدفوع دام‌ها به ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر و بر اساس نوع دام در سینی‌های کشت بر روی خاک (شامل ۵۰ درصد خاک، ۲۵ درصد ماسه، و ۲۵ درصد کود گیاهی) با عمق ۴ سانتی‌متر پخش شد.

همچنین، برای حصول اطمینان از اینکه بذور جوانه زده مربوط به بذور خورده شده توسط دام‌اند، خاک لخت نیز در سینی کشت شد (در سه تکرار). که هیچ بذری در خاک لخت جوانه نزد. بذور گونه‌های شاهد نیز در سینی‌های کشت، که نمونه‌های جمع‌آوری شده مدفوع دام در آن نیست و بذور به صورت دستی کشت می‌شود، نیز اضافه شد. با آبیاری مناسب در هر روز یک نوبت و نگهداری سینی‌های کشت برای یک دوره چهارماهه این عمل انجام شد. با جوانه‌زنی هر بذر، نهال منتج شناسایی شد و برای هر گیاه تعداد نهال‌های سبز شده شمارش گردید. سپس، از مدل‌های رگرسیون مختلفی شامل رگرسیون خطی ساده و رگرسیون لگاریتمی برای بررسی ارتباط بین خصوصیات مورفولوژیک بذر و تعداد نهال‌های

تیمار (گاو، گوسفند، و بز) بود (جدول ۱) و ۸ گونه گیاهی فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه‌زنی شد و برای آن‌ها در تیمارهای حیوانی جوانه‌ای سبز نشد، مثلاً برای گونه *Festuca arundinacea* از ۱۱۲ بذر کاشته شده در تیمار شاهد، ۱۲ بذر جوانه زدند که تعداد بذور جوانه‌زده در تیمار شاهد برای گونه‌های موجود ۶۸ جوانه است (جدول ۲). همچنین، نتایج نشان داد که در این آزمایش ۴۹۱ بذر در تیمارهای مختلف حیوانی جوانه زد که مربوطاند به خانواده‌های *Gramineae*، *Polygonaceae*، *Labiatae*، *Compositae*، *Plantaginaceae* و *Papilionaceae* همچنین، ۶۸ بذر فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه‌زنی شد و برای آن‌ها در تیمارهای حیوانی جوانه‌ای سبز نشد.

منتج شده (به عنوان درصد جوانه‌زنی با استفاده از اندوزوخورری) استفاده شد. با محاسبه درصد جوانه‌زنی، تعداد غیریک‌نواخت بذرها نیز تصحیح شد. همچنین، ماتریس ویژگی‌های بذر برای گونه‌ها تشکیل شد و از تحلیل مؤلفه اصلی و استخراج بارهای مربوط به هر گونه در آن نیز برای بررسی رابطه بین کل خصوصیات بذر و موفقیت اندوزوخورری استفاده شد. رابطه خصوصیات اندازه‌گیری شده مربوط به بذر گونه‌های گیاهی و درصد جوانه‌زنی مقایسه شد. همه تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۷ انجام شد.

نتایج

نتایج کلی نشان داد که از ۳۹ گونه مورد مطالعه (پیوست ۱) ۱۱ گونه قادر به جوانه‌زنی در هر سه

جدول ۱. فهرست گونه‌های جوانه‌زده در تیمار حیوانی^۱

گونه گیاهی	فرم رویشی	تعداد بذور جوانه‌زده در تیمارهای حیوانی				
		تعداد بذر در هر تیمار	گاو تیمار	گوسفند تیمار	بز تیمار	تعداد بذور جوانه‌زده در شاهد
<i>Festuca ovina L.</i>	گراس چندساله	۷۵	۶۲	۸	۱۱	۲۶
<i>Agropyron elongatum (Host)</i>	گراس چندساله	۶۶	۱۶	۲	۳	۲۴
<i>Dactylis glomerata L.</i>	گراس چندساله	۱۱۲	۸	۱	۰	۳۵
<i>Rumex ponticus E.H.L. Krause</i>	فورب چندساله	۴۲۸	۸۶	۲	۲	۰
<i>Rumex crispus L.</i>	فورب چندساله	۱۴۰۰	۶۵	۱۴	۱۱	۳۹۵
<i>Salvia officinalis L.</i>	فورب چندساله	۳۵۰	۷۲	۸	۶	۱۷۹
<i>Conium maculatum L.</i>	فورب چندساله	۱۸۰۰	۲۰	۵	۴	۲۷۵
<i>Cynara Scolymus</i>	فورب چندساله	۲۰۰	۱۰	۲	۲	۲۳
<i>Plantago lanceolata L.</i>	فورب چندساله	۶۵	۲۶	۴	۱	۲۱
<i>Vicia sativa L.</i>	فورب یک‌ساله	۷۵	۵	۰	۰	۱۱
<i>Silybum marianum (L.) Gaertn.</i>	فورب یک‌ساله	۱۷۰	۲۸	۴	۳	۱۴۰

1. principal componanet analysis

جدول ۲. فهرست گونه‌های جوانه‌زده در تیمار شاهد

گونه گیاهی	فرم رویشی	تعداد بذر جوانه‌زده در تیمار شاهد	تعداد بذر مورد استفاده در تیمار شاهد	درصد جوانه‌زنی
<i>Festuca arundinacea</i>	گراس چندساله	۱۲	۱۱۲	٪۱۰٫۷
<i>Agropyron tricophorum</i>	گراس چندساله	۸	۷۰	٪۱۱٫۴
<i>Agropyron cristatum</i>	گراس چندساله	۵	۵۵	٪۹٫۰۹
<i>Secale montanum</i>	گراس چندساله	۹	۹۵	٪۹٫۴
<i>Trigonella elliptica</i>	فورب چندساله	۲۳	۲۰۰	٪۱۱٫۵
<i>Nigella sativa</i>	فورب یک‌ساله	۶	۲۰۰	٪۳
<i>Sanguisorba minor</i>	فورب چندساله	۵	۶۳	٪۷٫۹

است. همچنین، گونه *Rumex ponticus* نسبت به گونه *Rumex crispus* دارای وزن، طول، و عرض بیشتری است که بیشترین درصد جوانه‌زنی برای این گونه در تیمار گاو برابر با ۲۰ درصد است. در مورد دو گونه *Rumex ponticus* و *Rumex crispus*، رابطه مشخصی بین خصوصیات بذر و عبور آنها از دستگاه گوارش دام به‌دست نیامد. گونه‌های *Salvia officinalis*، *Silybum marianum* و *Plantago lanceolata* در هر چهار تیمار (۳ تیمار حیوانی و تیمار شاهد) جوانه زدند؛ درصد جوانه‌زنی برای این گونه‌ها در تیمار گاو بیشتر از دو تیمار حیوانی دیگر است و درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد نیز بیش از هر سه تیمار حیوانی است. گونه‌های *Nigella sativa*، *Trigonella elliptica* و *Sanguisorba minor* فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه‌زنی شدند؛ رابطه‌ای بین عبور از دستگاه گوارش دام و جوانه‌زنی این گونه‌ها مشاهده نشد. نتایج حاصل از رگرسیون برای گراس‌های چندساله، که در تیمارهای حیوانی جوانه زدند، نشان داد که بین درصد جوانه‌زنی و خصوصیات بذر گراس‌ها رابطه معنی‌داری وجود ندارد.

از بذور خانواده *Gramineae*، گونه *Festuca ovina* بیشترین تعداد بذر موفق به عبور از دستگاه گوارش گاو (۸۲ درصد) شده است. بذر گونه *Festuca ovina* نسبت به گونه *Agropyron cristatum* و گونه *Dactylis glomerata* دارای وزن، طول، و عرض کمتری است. همچنین، در خانواده *Gramineae*، گونه‌های *Festuca arundinacea*، *Agropyron cristatum*، *Agropyron tricophorum* و *Secale montanum* فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه‌زنی شدند و در تیمارهای حیوانی برای آنها جوانه‌ای سبز نشد. که احتمالاً به دلیل اندازه بزرگ (طول، عرض، و وزن آنها نسبت به سایر بذور هم‌خانواده خود) است. گونه‌های گیاهی متعلق به خانواده‌های متفاوت گیاهی خصوصیات مختلفی از نظر وزن، طول، عرض، و شکل بذر دارند (جدول ۳). نتایج حاصل از رگرسیون خطی ساده نشان داد که بین جوانه‌زنی و ویژگی دانه‌ها رابطه معنی‌داری وجود ندارد و اندازه و خصوصیات مورفولوژیکی بذر تأثیری در موفقیت عبور دانه از دستگاه گوارش دام ندارد (جدول ۴). در مورد دو گیاه *Rumex ponticus* و *Rumex crispus*، درصد جوانه‌زنی در بین تیمارهای حیوانی، در تیمار گاو بیشتر از تیمار گوسفند و بز

جدول ۳. خصوصیات اندازه، طول، و عرض بذور جوانه‌زده در تیمارهای حیوانی و تیمار شاهد

خانواده گیاهی و گونه	شکل بذر	تعداد بذر هر گونه در هر تیمار	وزن بذر (gr)	عرض* طول (mm)	گاو	گوسفند	بز	شاهد
Gramineae								
<i>Festuca ovina</i>	غیردایره‌ای	۷۵	۰٫۰۰۰۷	۳٫۲*۰٫۷۴	*	*	*	*
<i>Festuca arundinacea</i>	غیردایره‌ای	۱۱۲	۰٫۰۰۱۷	۷٫۱*۱٫۹				*
<i>Agropyron elongatum</i>	غیردایره‌ای	۶۶	۰٫۰۰۱۶	۴٫۱*۰٫۹۲	*	*	*	*
<i>Agropyron tricophorum</i>	غیردایره‌ای	۷۰	۰٫۰۰۰۴	۹٫۲*۱٫۸				*
<i>Agropyron cristatum</i>	غیردایره‌ای	۵۵	۰٫۰۰۱۳	۵٫۳*۱٫۰۱				*
<i>Dactylis glomerata</i>	غیردایره‌ای	۱۱۲	۰٫۰۰۱۲	۳٫۰۲*۰٫۸۶	*	*		*
<i>Secale montanum</i>	غیردایره‌ای	۹۵	۰٫۰۱۳	۷٫۵*۱٫۷				*
Polygonaceae								
<i>Rumex ponticus</i>	سه گوش	۴۲۸	۰٫۰۳۴	۵٫۱*۴	*	*	*	*
<i>Rumex crispus</i>	سه گوش	۱۴۰۰	۰٫۰۰۲	۲٫۴*۱	*	*	*	*
Labiatae								
<i>Salvia officinalis</i>	غیردایره‌ای	۳۵۰	۰٫۰۰۵۵	۲٫۶*۲٫۲	*	*	*	*
Umbelliferae								
<i>Conium maculatum</i>	دایره‌ای	۱۸۰۰	۰٫۰۰۴۶	۳٫۷*۱٫۵	*	*	*	*
Compositae								
<i>Cynara Scolymus</i>	خطی	۲۰۰	۰٫۰۳۴	۷٫۱*۰٫۳	*	*	*	*
<i>Silybum marianum</i>	خطی	۱۷۰	۰٫۰۱۵	۶٫۳*۳٫۰۵	*	*	*	*
Plantaginaceae								
<i>Plantago lanceolata</i>	غیردایره‌ای	۶۵	۰٫۰۰۰۱۳	۱٫۴*۰٫۷۱	*	*	*	*
Papilionaceae								
<i>Trigonella elliptica</i>	غیردایره‌ای	۲۰۰	۰٫۰۱	۳٫۷*۲٫۷				*
<i>Vicia sativa</i>	دایره‌ای	۷۵	۰٫۰۶۲	۴٫۸*۴٫۲	*			*
Ranunculaceae								
<i>Nigella sativa</i>	غیردایره‌ای	۲۰۰	۰٫۰۰۱۷	۳٫۰۲*۱٫۵				*
Rosaceae								
<i>Sanguisorba minor</i>	غیردایره‌ای	۶۳	۰٫۰۰۴۳	۳٫۶*۲٫۴				*

*: بذور خورده شده دام

جدول ۴. ضرایب معنی‌داری رگرسیون لگاریتمی بین درصد جوانه‌زنی فرم‌های رویشی و تیمارهای حیوانی

فرم رویشی نیمار حیوانی	طول	R Square	عرض	R Square	وزن	R Square	شکل بذر	R Square
گراس چندساله								
گاو	*۰,۰۲۹	۰,۴۶۹	ns۰,۱۰۶	۰,۴۳۷	ns۰,۱۹۷	۰,۳۰۷	ns۰,۶۱۹	۰,۰۵۳
گوسفند	*۰,۰۳۹	۰,۶۰۸	۰,۱۳۹	۰,۳۸۲	۰,۲۲۴	۰,۲۷۸	۰,۶۱۷	۰,۰۵۴
بز	*۰,۰۳۶	۰,۶۰۸	۰,۱۳۵	۰,۳۸۸	۰,۲۲۳	۰,۲۷۹	۰,۶۸۰	۰,۰۳۷
فورب چندساله								
گاو	ns۰,۱۲۵	۰,۳۴۵	ns۰,۰۹۸	۰	*۰,۰۳۹	۰,۵۳۵	۰,۹۱	۰,۰۰۳
گوسفند	*۰,۰۳۸	۰,۵۴۰	۰,۵۳	۰,۰۶۶	*۰,۰۲۱	۰,۶۱۸	۰,۵۶	۰,۰۵۹
بز	۰,۲۷	۰,۱۹۵	۰,۳۶	۰,۱۳۸	۰,۳۹	۰,۱۲۳	۰,۹۹	۰
فورب یک‌ساله								
گاو	ns۰,۱۶	۰,۹۳۳	ns۰,۰۶۱	۰,۳۴۴	ns۰,۰۶۶	۰,۲۵۸	ns۰,۸۸	۰,۰۳۱
گوسفند	۰,۴۲	۰,۶۱۲	۰,۸۶	۰,۰۴۶	۰,۹۲	۰,۰۱۵	۰,۶۲	۰,۳۰۸
بز	۰,۴۲	۰,۶۱۲	۰,۸۶	۰,۰۴۶	۰,۹۲	۰,۰۱۵	۰,۶۲	۰,۳۰۸

ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست. * در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

بردارهای ویژه ارتباط بین هر یک از متغیرها با محورهای استخراجی را نمایش می‌دهند و سهم هر یک از متغیرها را در استخراج محورها بیان می‌کنند (جدول ۶). با توجه به جدول ۶، به ترتیب متغیرهای وزن و عرض بذر بیشترین همبستگی را بر روی محور اول دارند و با محور اول همبستگی مثبت دارند. همچنین، متغیر طول بذر بیشترین همبستگی را با محور دوم دارد.

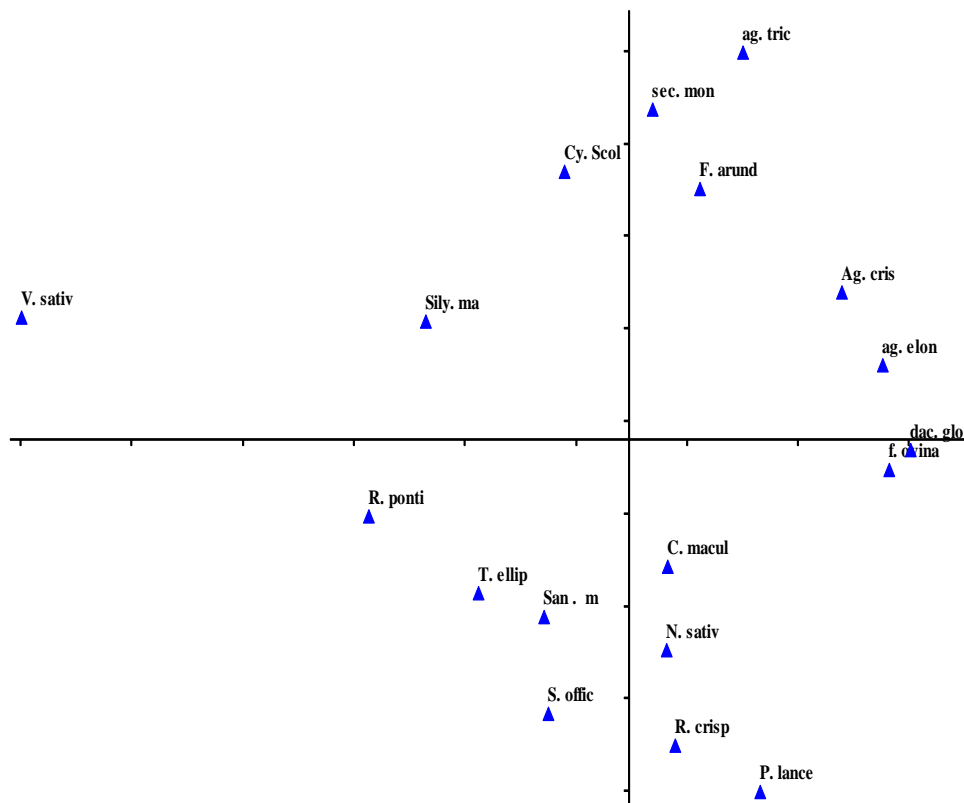
نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه اصلی (PCA) نشان می‌دهد که ارزش ویژه محور اول و دوم به ترتیب ۱/۸۵ و ۱/۲۹ بوده که ۴۶/۲ و ۳۲/۲ درصد (در مجموع ۷۸/۴) تغییرات را به خود اختصاص داده‌اند و، با توجه به اینکه تنها آماره بروکن استیک محور دوم و چهارم از ارزش ویژه مربوط به خودشان کوچک‌تر است، از این دو محور در تجزیه و تحلیل نهایی استفاده شد (جدول ۵).

جدول ۵. جزئیات مدل حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی ویژگی‌های دانه‌های گیاهان

محور	ضریب آماره بروکن استیک	ارزش ویژه محورها	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۲/۰۸	۱/۸۵	۴۶/۲	۴۶/۲
۲	۱/۰۸	۱/۲۹	۳۲/۲	۷۸/۵
۳	۰/۵۸	۰/۵۵	۱۳/۸	۱۳/۸
۴	۰/۲۵	۰/۳۱	۷/۶	۷/۶

جدول ۶. بردارهای ویژه و تجزیه مؤلفه‌های اصلی ویژگی‌های بذر حاصل از PCA

ردیف	ویژگی‌های بذر	محوورها			
		۱	۲	۳	۴
۱	وزن بذر	-۰٫۵۶۱	۰٫۲۹۱	۰٫۷۱۰	-۰٫۳۰۹
۲	طول بذر	-۰٫۱۱۷	۰٫۸۲۰	-۰٫۲۰۱	۰٫۵۲۲
۳	عرض بذر	-۰٫۶۱۷	۰٫۰۱۲	-۰٫۶۷۱	-۰٫۴۱۴
۴	شکل بذر	-۰٫۵۴۲	۰٫۴۹۲	-۰٫۰۶۸	-۰٫۶۷۷



شکل ۱. نمودار تحلیل PCA خصوصیات بذر

گرفته‌اند دارای کمترین فاصله با یکدیگرند و از لحاظ اندازه بذر خصوصیات مشابهی دارند. این گونه‌ها با گونه‌هایی که در پایین محور دوم قرار گرفته‌اند از نظر ویژگی و خصوصیات بذور با یکدیگر متفاوت‌اند.

در نمودار بالا، مکان خصوصیات گونه‌های مورد استفاده در آزمایش در فضایی دو بُعدی مشخص شده است که، با توجه به فواصل بین مکان گونه‌ها در امتداد محورها، می‌توان الگوی موجود بین خصوصیات بذور گونه‌ها را استخراج کرد، مثلاً گونه‌هایی که در منته‌الیه راست محور اول قرار

بحث و نتیجه گیری

طبق مطالعات انجام شده، ویژگی های زیادی در عبور از دستگاه گوارش دام تأثیرگذارند. پراکندگی از طریق اندوزوخوری شامل جذب و خوردن بذور گیاهی و قرارگرفتن تحت تأثیر انواع مایعات گوارشی در طول عبور از دستگاه گوارش دام است و ارزیابی اهمیت اندوزوخوری به بررسی میزان زندهمانی بذور در دستگاه گوارش دام و خصوصیات دیگر بذور مانند سختی پوسته، اندازه، طول، شکل، و عرض بذر نیاز دارد [۹]. نتایج نشان داد که در این آزمایش ۴۹۱ بذر در تیمارهای مختلف حیوانی جوانه زد که مربوطاند به خانواده های *Polygonaceae*، *Gramineae*، *Labiatae*، *Plantaginaceae*، *Compositae* و *Papilionaceae*. همچنین، ۶۸ بذر فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه زنی شدند و برای آنها در تیمارهای حیوانی جوانه ای سبز نشد. از بذور خانواده *Gramineae*، گونه *Festuca ovina* بیشترین تعداد بذر موفق به عبور از دستگاه گوارش دام شده است. بذر گونه *Festuca ovina* نسبت به گونه *Agropyron cristatum* و گونه *Dactylis glomerata* دارای وزن، طول، و عرض کمتری است. همچنین، در خانواده *Gramineae*، گونه های *Agropyron arundinaceae*، *Festuca arundinaceae* و *Secale montanum* فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه زنی شدند و در تیمارهای حیوانی برای آنها جوانه ای سبز نشد؛ که احتمالاً به دلیل اندازه بزرگ (طول، عرض، و وزن آنها نسبت به سایر بذور هم خانواده خود) است.

در مورد دو گیاه *Rumex* و *Rumex ponticus* در تیمارهای حیوانی *crispus* درصد جوانه زنی در بین تیمارهای حیوانی در تیمار گاو بیشتر از تیمار گوسفند و بز است. همچنین، گونه *Rumex ponticus* نسبت به گونه *Rumex crispus* دارای وزن، طول، و عرض بیشتری است که بیشترین درصد جوانه زنی برای این گونه در تیمار گاو برابر با ۲۰ درصد است. در مورد دو گونه *Salvia*، *Rumex ponticus* و *Rumex crispus*، *Cynara officinalis*، *Conium maculatom*، *Plantago scolymus* و *Silybum marianum* در هر چهار تیمار (سه تیمار حیوانی و تیمار شاهد) جوانه زدند؛ درصد جوانه زنی برای این گونه ها در تیمار گاو بیشتر از دو تیمار حیوانی دیگر است و درصد جوانه زنی در تیمار شاهد نیز بیش از هر سه تیمار حیوانی است. گونه های *Trigonella*، *Nigella sativa*، *elliptica* و *Sanguisorba minor* فقط در تیمار شاهد موفق به جوانه زنی شدند؛ رابطه ای بین عبور از دستگاه گوارش دام و جوانه زنی این گونه ها مشاهده نشد. گونه های گیاهی مربوط به خانواده های مختلف گیاهی خصوصیات متفاوتی از نظر وزن، طول، عرض، و شکل بذر دارند.

نتایج مطالعه محققان [۶] - که به منظور بررسی رابطه بین خصوصیات بذر مانند شکل بذر، اندازه (طول و عرض بذر)، حجم بذر، سختی پوسته بذر، زندهمانی بذر، و جوانه زنی بذر پس از عبور از دستگاه گوارش گوسفند برای ۹ گیاه از خانواده لگوم به دلیل انتخاب زیاد این گیاهان توسط دام صورت گرفت - نشان داد که رابطه خاصی بین خصوصیات بذر و عبور از دستگاه گوارش دام وجود ندارد و فقط رابطه معنی داری بین سختی پوسته بذر و زندهمانی

اندوزوخوروی فرض بر این است که دانه‌هایی که وزن آنها کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم است توانایی بسیار بالایی برای عبور از دستگاه گوارش دارند [۱۶]، هرچند که بذور با وزن بیشتر از یک گرم نیز قادر به عبور از دستگاه گوارش دام‌اند [۱۴]. نتایج مطالعه‌ای [۲۷، ۳۰]، به منظور بررسی همبستگی اکولوژی اندوزوخوروی به وسیلهٔ علفخوران (گوسفند و خرگوش) در انگلستان، نشان داد بسیاری از دانه‌های کوچک در مدفوع علفخوران قادر به جوانه‌زنی‌اند و ۳۷ گونه از ۹۸ گونه قادر به جوانه‌زنی در مدفوع دام‌اند و دانه‌های کوچک و فشرده نسبت به دانه‌های پهن و دراز موفقیت بیشتری در گذر از دستگاه گوارش دام خواهند داشت.

محققان [۸] در مطالعه‌ای، به وسیلهٔ Shetland (اسب کوچک و یال بلند) در چرای آزاد، فراوانی و غنای گونه‌ای را در محتوای مدفوع با در نظر گرفتن چند ویژگی از دانه مانند اندازهٔ دانه (طول، عرض، و شکل دانه) بررسی کردند. این محققان نشان دادند که محتوای دانه در مدفوع همبستگی مثبت با پوشش گیاهی منطقه دارد. همچنین، ارتباط مثبت و واضح و روشنی از خصوصیات دانه با حضور و عدم حضور گونه در مدفوع دام مشاهده نشد. این مطالعه بیان نمود که اندوزوخوروی رابطهٔ مثبتی با شاخص طول عمر بذر و رابطه‌ای منفی با اندازه، طول، و عرض بذر دارد. یعنی هر چه طول و عرض بذر بیشتر شود موفقیت بذر برای عبور از دستگاه گوارش دام کاهش می‌یابد. یکی دیگر از عواملی که باعث افزایش توانایی بذر برای عبور از دستگاه گوارش دام می‌شود شاخص طول عمر و زنده‌مانی آن است که این امر باعث تشکیل بانک بذر پایدار در خاک نیز می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که بین شکل بذر و اندوزوخوروی رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد.

بذر در اثر گذر از دستگاه گوارش دام وجود دارد. و در مطالعه‌ای [۲۳] بیان شد که یکی از دلایل عدم ارتباط بین خصوصیات بذر و اندوزوخوروی مربوط است به متفاوت بودن خانواده‌های گیاهی به دلیل متفاوت بودن خصوصیات بذر گیاهان.

عوامل بسیاری در موفقیت بذر برای عبور از دستگاه گوارش دام وجود دارد، مثلاً [۵] خصوصیتی را که با اندوزوخوروی مرتبط‌اند به خصوصیات مرتبط با خود بذر، خصوصیات گیاه مادری تولیدکنندهٔ بذر، و خصوصیات جمعیت گیاهی تولیدکنندهٔ بذر تقسیم‌بندی می‌کنند. مثلاً محققانی [۴، ۱۵] به ارتباط منفی اندازهٔ بذر با اندوزوخوروی و ارتباط مثبت تعداد بذر تولیدی با آن اشاره می‌کنند. خصوصیتی که در ارتباط با پایهٔ مادری قرار می‌گیرد توسط محققانی [۳۳، ۳۵] بررسی شد؛ این محققان به ارتباط مثبت اندوزوخوروی با ارتفاع گیاه و خوش‌خوراکی آن اشاره کردند. این محققان بر آن‌اند که گیاهان طی روند تکاملی خود به بالابردن کیفیت علوفهٔ خود متمایل شده‌اند تا حیوانات را به چراکردن از آن‌ها ترغیب کنند و از این طریق از بذور آن‌ها استفاده شود و قدرت پراکنش و جوانه‌زنی آن‌ها افزایش یابد. از منظر خصوصیات جمعیت گیاهی، مطالعات تجربی انجام‌شده تناقضات بسیاری به همراه داشته است. محققانی [۱۹] به ارتباط مثبت فراوانی و تراکم جمعیت گیاهی با اندوزوخوروی پی برده است.

محققانی [۳۸] رابطهٔ معنی‌داری بین دامنهٔ گسترش و قدرت پراکنش گیاهی برای تعدادی از گونه‌های مورد مطالعهٔ خود به دست آورد، در حالی که برای بسیاری از گونه‌های دیگر هیچ‌گونه ارتباطی پیدا نشد. مطالعات نشان می‌دهد که از ۳۵۰ گونهٔ گیاهی در نواحی مدیترانه حدود ۱۰۷ گونهٔ گیاهی قابلیت جوانه‌زنی در مدفوع دام را دارند و قادر به عبور از دستگاه گوارش دام‌اند [۲۲]. در خصوص

پیوست ۱. فهرست کلی گونه‌های گیاهی استفاده‌شده در آزمایش

تعداد بذور جوانه‌زده در هر تیمار

ردیف	نام علمی	نام فارسی	خانواده	تعداد بذر در هر تیمار	تعداد گاو	گوسفند	بز	شاهد
۱	<i>Festuca ovina</i> L.	گراس چندساله	Gramineae	۷۵	۶۲	۸	۱۱	۲۶
۲	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb	گراس چندساله	Gramineae	۱۱۲	۰	۰	۰	۱۲
۳	<i>Agropyron elongatum</i> (Host) .Beauv.	چمن گندمی بلند	Gramineae	۶۶	۱۶	۲	۳	۲۴
۴	<i>Agropyron tricophorum</i> (Link) Richter.	چمن گندمی کرک‌دار	Gramineae	۷۰	۰	۰	۰	۸
۵	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaert.	چمن گندمی	Gramineae	۵۵	۰	۰	۰	۵
۶	<i>Dactylis glomerata</i> L.	علف باغ	Gramineae	۱۱۲	۸	۱	۰	۳۵
۷	<i>Secale montanum</i> Guss.	چاودار کوهی	Gramineae	۹۵	۰	۰	۰	۹
۸	<i>Rumex ponticus</i> E.H.L. Krause	ترشک بختیاری	Polygonaceae	۴۲۸	۸۶	۲	۲	۰
۹	<i>Rumex crispus</i> L.	ترشک موج	Polygonaceae	۱۴۰۰	۶۵	۱۴	۱۱	۳۹۵
۱۰	<i>Rheum ribes</i> L.	ریواس	Polygonaceae	۲۷۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	<i>Salvia officinalis</i> L.	مریم گلی دارویی	Labiatae	۳۵۰	۷۲	۸	۶	۱۷۹
۱۲	<i>Stachys spectabilis</i> Choisy ex DC.	سنبله‌ای تماشایی	Labiatae	۱۴۵۰	۰	۰	۰	۰
۱۳	<i>Ziziphora tenuir</i> L.	کاکوتی	Labiatae	۱۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۴	<i>Conium maculatum</i> L.	شوکران کبیر	Umbelliferae	۱۸۰۰	۲۰	۵	۴	۲۷۵
۱۵	<i>Dorema Aucheri</i> Boiss.	بیلهر	Umbelliferae	۶۶	۰	۰	۰	۰
۱۶	<i>Ferula gumosa</i> Boiss.	باریچه	Umbelliferae	۱۳۴	۰	۰	۰	۰
۱۷	<i>Ferula Assa-foetida</i> L.	آنقوزه	Umbelliferae	۲۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۸	<i>Ferulago angulata</i> (Schlecht.) Boiss.	چویل سپاره	Umbelliferae	۱۲۰	۰	۰	۰	۰
۱۹	<i>Cynara Scolymus</i>	کنگر فرنگی	Compositae	۲۰۰	۱۰	۲	۲	۲۳

ادامه پیوست ۱. فهرست کلی گونه‌های گیاهی استفاده‌شده در آزمایش

ردیف	نام علمی	فرم رویشی	نام فارسی	خانواده	تعداد بذر در هر تیمار	تعداد بذر در هر تیمار	گوسفند	بز	شاهد
۲۰	<i>Silybum marianum (L.) Gaertn.</i>	فورب یک‌ساله	خار مریم	Compositae	۱۷۰	۲۸	۴	۳	۱۴۰
۲۱	<i>Artemisia aucheri Boiss.</i>	فورب چندساله	درمنه کوهی	Compositae	۹۰	۰	۰	۰	۰
۲۲	<i>Achillea sp</i>	فورب چندساله	بومادران	Compositae	۱۲۶	۰	۰	۰	۰
۲۳	<i>Artemisia sieberi Besser</i>	بوته	درمنه	Compositae	۳۶۰	۰	۰	۰	۰
۲۴	<i>Onopordon leptolepis DC.</i>	فورب چندساله	خارپنبه برگ‌نازک	Compositae	۲۰۰۰	۰	۰	۰	۰
۲۵	<i>Eurotia ceratoides(L.) C. A. Mey.</i>	بوته ای	برگ نقروای	Chenopodiaceae	۱۱۲	۰	۰	۰	۰
۲۶	<i>Atriplex leuoclada (Boiss.) Aellen</i>	فورب چندساله	سلمکی ساقه‌سفید	Chenopodiaceae	۸۳	۰	۰	۰	۰
۲۷	<i>Kochia prostrata</i>	فورب چندساله	جارو	Chenopodiaceae	۱۵۰	۰	۰	۰	۰
۲۸	<i>Plantago lanceolata L.</i>	فورب چندساله	بارهنگ سر‌بزرای	Plantaginaceae	۶۵	۲۶	۴	۱	۲۱
۲۹	<i>Vicia sativa L.</i>	فورب یک‌ساله	گاودانه، ماشک	Papilionaceae	۷۵	۵	۰	۰	۱۱
۳۰	<i>Asragalus adsendence</i>	فورب چندساله	گون گزی	Papilionaceae	۱۲۰	۰	۰	۰	۰
۳۱	<i>Trigonella elliptica Boiss.</i>	فورب چندساله	شنبلیله	Papilionaceae	۲۰۰	۰	۰	۰	۲۳
۳۲	<i>Nigella sativa L.</i>	فورب یک‌ساله	سیاه‌دانه	Ranunculaceae	۲۰۰	۰	۰	۰	۶
۳۳	<i>Fritillaria persica L.</i>	فورب چندساله	لاله واژگون ایرانی	Ranunculaceae	۲۸۵	۰	۰	۰	۰
۳۴	<i>Cerasus Mahaleb(L.) Miller</i>	درخت	محب	Rosaceae	۲۰۰	۰	۰	۰	۰
۳۵	<i>Sanguisorba minor</i>	فورب چندساله	توت روباهی	Rosaceae	۶۳	۰	۰	۰	۵
۳۶	<i>Hypericum scabrum L.</i>	فورب چندساله	گل راعی دیهیمی	Hypericaceae	۱۷۵۰	۰	۰	۰	۰
۳۷	<i>Alyssum linifolium Steph. ex Willd.</i>	فورب یک‌ساله	قدومه برگ باریک	Cruciferae	۲۵۰	۰	۰	۰	۰
۳۸	<i>Allium hirtifolium Boiss.</i>	فورب چندساله	موسیر	Liliaceae	۲۰۰	۰	۰	۰	۰
۳۹	<i>Ixiolirion tataricum(Pall.) Herb</i>	فورب چندساله	خیارک	Amaryllidaceae	۱۵۰۰	۰	۰	۰	۰

References

- [1] Adams, J. (1907). Viability of seeds swallowed by Animals, *Irish Naturalist*, 16, 367-380.
- [2] Bakker, E. and Olff, H. (2003). Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grasslands, *Journal of Vegetation Science*, 14, 465-474.
- [3] Bonn, S. and Poschlod, P. (1998). *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas*, Quelle and Meyer Verlag, Wiesbaden.
- [4] Bruun, H.H. and Fritzboøger, B. (2002). The past impact of livestock husbandry on dispersal of plant seeds in the Denmark, *Ambio*, 31, 425-431.
- [5] Bruun, H.H. and Poschlod, P. (2006). Why are small seeds dispersed through animal guts: large numbers or seed size perse? *Oikos*, 113, 402-411.
- [6] Cardoso, J.A., Zaitogui, M. and Robles, A.B. (2005). Relationship between seed survival and seed characteristics of nine Mediterranean legumes after ingestion by sheep, *Options Mediterraneennes*, 79, 285-288.
- [7] Cosyns, E., Delpont, A., Lens, L. and Hoffmann, M. (2005). Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts, *Journal of Ecology*, 93, 353-361.
- [8] Cosyns, E. and Hoffmann, M. (2000). Horse dung germinable seed content relation to plant species abundance, diete composition and seed characteristics in summer in dune ecosystem. *PhD Thesis*, Chapter 4.
- [9] Cosyns, E. and Hoffmann, M. (2005). Horse dung germinable seed content in relation to plant species abundance, diet composition and seed characteristics, *Journal of Ecology*, 6, 11-24.
- [10] Dai, X. (2000). Impact of cattle dung deposition on the distribution pattern of plant species in an alvar limestone grassland, *Journal of Vegetation Science*, 11, 715-724.
- [11] Danell, K. and Bergström, R. (2002). Mammalian herbivore in terrestrial environments, In: *Plant-Animal Interactions. An Evolutionary approach*, Blackwell Publishing, Oxford, pp.107-131.
- [12] Gardener, C.J., McIvor, J.G. and Jansen, A. (1993). Survival of seeds of tropical grassland species subjected to bovine digestion, *Journal of Applied Ecology*, 30, 75-85.
- [13] Ghassali, F., Osman, A.E. and Cocks, P.S. (1998). Rehabilitation of degraded grasslands in North Syria: The use of Awassi sheep to disperse the seeds of annual pasture legumes, *Exploring Agriculture*, 34, 391-405.
- [14] Grime, J.P., Hodgson, J.G. and Hunt, R. (1988). Comparative Plant Ecology, *Journal of plant and soil*, 595-621.
- [15] Heinken, T., Hanspach, H. and Raudnitschka, D. (2002). Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in deciduous forest in NE Germany, *Phytocoenologia*, 32, 627-643.
- [16] Hughes, L., Dunlop, M. and French, K. (1994). Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes, *Journal of Ecology*, 82, 933-950.
- [17] Janzen, D.H. (1984). Dispersal of small seeds by big herbivores: Foliage is the fruit, *American Naturalist*, 123, 338-353.
- [18] Kempfski, E. (1906). Über endozoische Samenverbreitung and speziell die Verbreitung von Unkräutern durch Tiere auf dem Wege des Darmkanals, *Grazing and conservation management*, 11, 137-184.
- [19] Leishman, M.R. (2001). Does the seed size/number tradeoff model determine plant community structure? An assessment of the model mechanisms and their generality, *Oikos*, 93, 294-302.

- [20] Lennartz, H. (1957). Über die Beeinflussung der Keimfähigkeit der Samen von Grünlandpflanzen beim Durchgang durch den Verdauungstraktus des Rindes, *Zeitschrift Acker-Pflanzenbau*, 103, 427-453.
- [21] Malo, J.E. and Suárez, F. (1995b). Establishment of pasture species on cattle dung: the role of endozoochorous seeds, *Journal of Vegetation Science*, 6, 169-174.
- [22] Malo, J.E., Jiménez, B. and Suárez, F. (1995). Seed bank build-up in small disturbances in a Mediterranean pasture: the contribution of endozoochorous dispersal by rabbits, *Ecography*, 18, 73-82.
- [23] Moussie, M. (2004). Seed dispersal by herbivores: Implications for restoration of plant diversity, *PhD Thesis, University of Groningen*.
- [24] Opdam, P. (1990). *Dispersal in fragmented populations: the key to survival*, In *Species Dispersal in Agricultural Habitats*, eds. R.G.H. Bunce and D.C. Howard, London, Belhaven Press, pp. 3-17.
- [25] Özer, Z. (1979). Über die Beeinflussung der Keimfähigkeit der Samen mancher Grünlandpflanzen beim Durchgang durch den Verdauungstrakt des Schafes und nach Mistgärung, *Weed Research*, 19, 247-254.
- [26] Pakeman, R.J., Attwood, J.P. and Engelen, J. (1998). Sources of plants colonizing experimentally disturbed patches in an acidic grassland in eastern England, *Journal of Ecology*, 86, 1032-1041.
- [27] Pakeman, R.J., Digneffe, G. and Small, J.L. (2002). Ecological correlates of endozoochory by herbivores, *Journal of Ecology*, 16, 296-304.
- [28] Russi, L., Cocks, P.S. and Roberts, E.H. (1992). The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland, *Journal of Applied Ecology*, 29, 772-778.
- [29] S'anchez, A.M. and Peco, B. (2002). Dispersal mechanisms in *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*: autochory and endozoochory by sheep, *Seed Science Research*, 12, 101-111.
- [30] Staniforth, R.J. and Cavers, P.B. (1977). The importance of cottontail rabbits in the dispersal of *Polygonum* spp, *Journal of Applied Ecology*, 14, 261-267.
- [31] Stiles, E.W. (2000). Animals as seed dispersers, In: *The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, CABI Publishing, Wallingford, New York, pp. 111-124.
- [32] Strykstra, R.J., Bekker, R.M. and Verweij, G.L. (1996). Establishment of *Rhinanthus angustifolius* in a successional hayfield after seed dispersal by mowing machinery, *Acta Botanica Neerlandica*, 45, 55-62.
- [33] Tackenberg, O., Poschlod, P. and Bonn, S. (2003). Assessment of wind dispersal potential in plant species, *Ecology Monogr*, 73, 191-205.
- [34] Traba, J., Levassor, C. and Peco, B. (2003). Restoration of species richness in abandoned Mediterranean grasslands: Seeds in cattle dung, *Restoration Ecology*, 11, 378-384.
- [35] Van dorp, D., Van den hoek, W.P.M. and Dalebout, C. (1996). Seed dispersal capacity of six perennial grassland species measured in a wind tunnel at varying wind speed and height, *Can. J. Bot.* 74, 1956-1963.
- [36] Wang, B.C. and Smith, T.B. (2002). Closing the seed dispersal loop, *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 379-385.
- [37] Welch, D. (1985). Studies in the grazing of heather moorland in North-East Scotland. IV Seed dispersal and plant establishment in dung, *Journal of Applied Ecology*, 22, 461-472.
- [38] Westoby, M. (1999). The LHS strategy scheme in relation to grazing and fire, In: *Vith Int. Rangeland Congress*, 2, 93-896.
- [39] Willson, M.F. and Traveset, A. (2000). *The ecology of seed dispersal*, In: *Seeds: the Ecology of Regeneration in plant Communities*, CABI, Wallingford, UK, pp.85-107.