

نقش حشرات گردهافشان و بذرخوار بر زادآوری اسپرس همدانی (*Hedysarum criniferum* Boiss) در استان اصفهان (مطالعه موردی - ایستگاه آبخیزداری چادگان)

عاطفه شهبازی^{۱*}، سید حمید متین‌خواه^۲ و جهانگیر خواجه علی^۳

*^۱ - نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیک: a.shahbazi@na.iut.ac.ir

^۲ - استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۳ - گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۲۵

چکیده

حشرات گردهافشان و بذرخوار نقش مهمی در زادآوری برخی گیاهان دارند. شناسایی این نقش در زادآوری گونه‌های دارای پراکنش لکه‌ای به خصوص لگوم‌های خوش‌خوراک و دارای ارزش غذایی بالا با توانایی تثبیت نیتروژن، در حفظ و توسعه آنها اهمیت ویژه‌ای دارد. این مطالعه با هدف بررسی نقش این حشرات و تعیین برهم‌کنش آنها در تولید بذر گونه اسپرس همدانی *Hedysarum criniferum* در استان اصفهان انجام شد. به این منظور در رویشگاه طبیعی این گیاه، تیمارهای حذف گردهافشان و حضور بذرخوار، حذف گردهافشان و بذرخوار، حضور گردهافشان و حذف بذرخوار و شاهد یعنی حضور گردهافشان و بذرخوار اعمال گردید. برای ممانعت از ورود حشرات گردهافشان و بذرخوار بر روی پایه‌های گیاه از قفس‌های با پوشش توری پارچه‌ای استفاده شد. متغیرهایی از قبیل تعداد کل بند بنشن تولیدشده، بذر تولیدشده در بند بنشن و نسبت بذرالوده به بذرخواران به ازای هر پایه گیاه ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که حضور حشرات گردهافشان مفید بوده و باعث شده بندبنشن‌ها ۴۷/۶ برابر و بذر تولیدی ۶۲/۶ برابر نسبت به غیاب آنها افزایش یابد به‌علاوه سوسک‌های بذرخوار خانواده Bruchidae توانستند ۲۷٪ بذرها را نسبت به حالت غیاب آلوده کنند. به این ترتیب گردهافشان‌ها اهمیت بیشتری نسبت به بذرخواران در زادآوری این گیاه دارند. نتایج نشان داد که بذرخواران عامل اصلی محدودیت پراکنش این گونه محسوب نمی‌شوند و باوجود تخریب بخشی از بذرها توسط بذرخواران، وجود گردهافشانی باعث می‌شود که اختلالی در بقای آن به وجود نیاید. همچنین اثر متقابل بین گردهافشان‌ها و بذرخواران در زادآوری این گونه در سطح احتمال ۹۵٪ معنی‌دار نشد.

واژه‌های کلیدی: حشرات گردهافشان، حشرات بذرخوار، اسپرس همدانی، برهم‌کنش گیاه-حشره

مقدمه

(2000). مجموعه بذر به ارتباطات متقابل بین حیواناتی که در گردهافشانی، بذرخواری و علفخواری تأثیرگذارند از یکسو و همچنین در دسترسی گیاه به مواد غذایی و شرایط میکروکلیمایی منطقه از سوی دیگر بستگی دارد

مجموعه بذر و میوه یک گیاه عناصر بحرانی در فرایند زادآوری آن هستند و می‌توانند اندازه و توزیع جمعیت آن را تعیین کنند (Louda & Potvin, 1995; Turnbull et al,)

غیرمستقیم گردهافشانها و بذرخواران بر گیاه *Castilleja linariaefolia* پرداختند و نتیجه گرفتند که بذرخواران نسبت به گردهافشانها بطور قویتری بر روی این گیاه عمل می‌کنند. Abdala-Roberts و همکاران (۲۰۰۹) با دستکاری همزمان گردهافشانی و بذرخواری بر روی گونه *Ruellia nudiflora* نشان دادند که بذرخواران، اثرات زیادی بر تولید بذر داشتند ولی در گیاهانی که گردهافشانها حضور داشتند هیچ تمایلی نسبت به میوه‌ها از خود نشان ندادند.

در مطالعاتی که به‌منظور اثر فعالیت بذرخواران و یا گردهافشانها بر تولید بذر انجام شده است معمولاً از روش‌های مختلفی برای حذف اثر آنها استفاده می‌شود که می‌توان بطور مثال به کاربرد حشره‌کش‌ها (Abdala-Roberts *et al.*, 2009; Takahashi & Huntly, 2010; Crawley, 1989) و یا استفاده از کیسه‌هایی که در زمان‌های مورد نظر بر روی گیاهان کشیده می‌شود تا از فعالیت حشرات در امان بماند (Skalicka *et al.*, 2004) اشاره کرد. در برخی از مطالعات نیز به منظور جلوگیری از ورود حشرات به داخل پلات‌های آزمایشی از حفاظ‌هایی با جنس‌های مختلف سیمی، آلومینیومی و غیره استفاده شده است (Rausher & Feeny, 1980; Valdivia & Niemeyer, 2007). شناسایی قابلیت‌ها و تهدیدهای گونه‌های با ارزش و بومی در جهت حفظ و توسعه آنها امری ضروری است. علاوه بر ویژگی‌های بذرها و شرایط جوانه‌زنی و استقرار آن، کمیت و کیفیت بذرهای تولید شده که خود ناشی از اثرات متقابل گردهافشانها و بذرخواران می‌باشد، نیز از عوامل مهم تعیین جمعیت یک گونه و در نهایت پراکنش آن گونه است. در حفظ و توسعه گونه‌های بومی، آسیب‌پذیر و یا در معرض خطر و گونه‌های نادر و همچنین در مدیریت گیاهان مهاجم و علف‌های هرز، شناخت عوامل مشوق و تهدید کننده در زادآوری آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. در این راستا نقش گردهافشانها و بذرخواران به عنوان یکی از عوامل مشوق یا تهدید کننده در زادآوری بسیاری از گونه‌های با ارزش حفاظتی کمتر تحقیق شده است.، برای اهلی کردن گیاهان

(Schemske & Horvitz, 1988; Rathcke & Jules, 1993). فعالیت گردهافشانها و بذرخواران در کنار عوامل تهدیدکننده از قبیل گونه‌های مهاجم، خصوصیات چشم‌انداز و تخریب رویشگاه می‌تواند زادآوری بسیاری از گونه‌های نادر و یا آسیب‌پذیر را محدود کرده و یا تحت تأثیر قرار دهد. در گذشته مطالعات اکولوژی و ارزیابی اثرات متقابل گیاه و عوامل زنده فقط شامل ارزیابی اثر یک مورد روی گیاه (به عنوان مثال اثرات متقابل گیاه و گردهافشان) و نادیده گرفتن اثرات همزمان دیگر موارد (به عنوان مثال اثر همزمان بذرخواران بذر و گردهافشانها روی گیاه) بوده است (Abdala-Roberts *et al.*, 2009) که این امر در مواردی می‌توانست منجر به نتایج نادرستی شود. در طی دهه گذشته علاقه به بررسی اثرات متقابل بیش از یک عامل بر روی ویژگی خاصی از گیاه بیشتر شده است (Strauss & Irwin, 2004). بنابراین اندازه‌گیری توانایی زادآوری گیاه تا حدودی در نتیجه فشارهای انتخابی متقابل از سوی گردهافشانها، بذرخواران و میوه‌خواران است (Kudoh & Wingham, 1998; Herrera *et al.*, 2002; Gomez, 2008).

بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه عوامل غیرمحیطی زنده نشان می‌دهد که اثر جوندگان، نرم‌تنان و به‌ویژه اثر حشرات بر چگونگی عملکرد پوشش گیاهی در یک منطقه کمتر مطالعه شده و هنوز پرسش‌های اکولوژیکی زیادی در این زمینه بی‌پاسخ باقی مانده است. در برخی مطالعات تنها اثر زیان‌بار تغذیه از گیاه (برگ، گل و یا بذر) توسط حشرات تحقیق شده و به نقش حشرات گردهافشان و یا اثر متقابل بین آنها اشاره‌ای نشده است (Skalicka *et al.*, 2004; Rausher & Feeny, 1980; Takahashi & Huntly, 2010).

با وجود اینکه اثرات متقابل بین گیاه-حشره در بسیاری از حالات با همدیگر عمل می‌کند، اما مطالعات کمی بر روی اثرات ترکیبی بین گردهافشانها و بذرخواران یا علفخواران بر مجموعه بذر انجام شده است (Cunningham, 2000). Cariveau و همکاران (۲۰۰۴) به اثرات مستقیم و

ایران- تورانی گزارش شده است. پراکنش آن در ایران در استان‌های همدان، کرمانشاه، لرستان، اراک، اصفهان، یزد و بختیاری می‌باشد. Jalili و Jamzad (۱۹۹۹) وضعیت حفاظتی این گونه را کمتر در معرض خطر گزارش کرده‌اند. این جنس دارای نیام بند بند یا دانه تسبیحی می‌باشد. تسبیحی (loment یا lomentum) بنشن یا میوه‌ای ناشکفته است از نوع نیام یا خورجین که غلاف آن در فاصله میان دانه‌ها باریک شده است. به عبارتی، بنشن یا میوه‌هایی که وقتی می‌رسند به بخش‌های یک دانه‌ای تقسیم می‌شود، که تسبیحی نامیده می‌شوند (Beentje, 2010).

با توجه به اینکه پراکنش گونه *Hedysarum criniferum* تنها به صورت لکه‌ای دیده می‌شد و بسیاری از بذرها این گیاهان آفت‌زده و حاوی لاروهای سوسک‌های بذرخوار خانواده Bruchidae دیده شدند انتظار می‌رفت که بذرخواران به عنوان یکی از عوامل زنده عامل مهمی در محدود شدن پراکنش این گیاه باشند. بنابراین هدف این تحقیق بررسی نقش گرده‌افشان‌ها و بذرخواران و تعیین اهمیت آنها در تولید بذر گونه اسپرس همدانی *H. criniferum* تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

عرصه مورد مطالعه

به منظور بررسی نقش حشرات گرده‌افشان و نیز بذرخواران در زادآوری گونه اسپرس همدانی، آزمایشی در محل رویشگاه آن در منطقه ایران و تورانی در ایستگاه ملی تحقیقات آبخیزداری واقع در منطقه چادگان از توابع استان اصفهان در موقعیت ۳۲ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی انجام شد. ارتفاع متوسط ایستگاه از سطح دریا ۲۱۰۰ متر، متوسط بارندگی ۲۸۹ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه $10/9^{\circ}\text{C}$ و متوسط رطوبت نسبی هوا ۴۸ درصد است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن ایستگاه تحقیقات آبخیزداری سد زاینده رود دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد.

مهم زراعی و بومی و همچنین برای بهبود تحقیقات گیاهی، آگاهی از سیستم تولید مثل و گرده‌افشانی مهم است (Bullita et al, 1993). از سوی دیگر آگاهی از نقش گرده‌افشان‌ها و بذرخواران و اثرات متقابل آنها در زادآوری گونه‌ها، علاوه بر شناخت سازگاریهای اکولوژی دیگر می‌تواند در زراعی کردن گونه‌های با ارزش مرتعی و یا معرفی گونه‌های بومی برای حفظ و توسعه آنها به منطقه جدید مفید باشد. آگاهی از میزان وابستگی سیستم تولید مثل گیاهان به حشرات گرده‌افشان و یا بذرخوار در مدیریت آنها می‌تواند اهمیت داشته باشد. همچنین مدیریت این گونه حشرات نیز می‌تواند ابزار بسیار مؤثر و از نظر اقتصادی کارا برای حفظ جمعیت‌های گونه‌های نادر و افزایش زادآوری آنها باشد (Engeman et al, 2009). در برخی موارد حفظ جمعیت گرده‌افشان‌های خاصی می‌تواند در حفظ گونه خاصی مفید واقع شود. عوامل متعددی از قبیل عوامل محیطی غیرزنده و عوامل زنده می‌تواند در پراکنده شدن پایه‌های گیاهان نقش داشته باشند. شناسایی عوامل مشوق و تهدیدکننده در زادآوری گونه‌های دارای پراکنش لکه‌ای به‌ویژه لگوم‌های خوش‌خوراک و دارای ارزش غذایی بالا با توانایی تثبیت نیتروژن، می‌تواند در حفظ و توسعه آنها اهمیت داشته باشد.

جنس *Hedysarum* از تیره Fabaceae با نام فارسی اسپرس یا ماش معطر، شامل تعدادی گونه قابل تمایز از نظر ریخت‌شناختی، سیستم تولید مثلی و مشخصات کاربوتیبی در دنیا می‌باشد که در حدود ۲۰۰ گونه از آن در نواحی معتدله نیمکره شمالی (اروپا، آسیا، شمال آفریقا و شمال آمریکا) انتشار دارند. در ایران نیز حدود ۱۸ گونه چندساله علوفه‌ای وجود دارد (Baatout, 1996). برخی از گونه‌های این جنس با داشتن گرھک، اهمیت زیادی در تثبیت نیتروژن و غنی‌سازی خاک دارند (Byoung, 2002). *Hedysarum criniferum* Boiss از گونه‌های علفی چند ساله است که انحصاری کشور ایران بوده و با نام دیگر *H. ecbatanum* Beck نیز شناخته می‌شود (Rechinger, 1984). رویشگاه آن مناطق کوهستانی، در ارتفاع ۱۸۰۰-۲۷۰۰ متر در منطقه

بذرخواران با نصب قفس قبل از مرحله گلدهی تا پایان مرحله میوه‌دهی به منظور بررسی اثر متقابل گرده‌افشانی و بذرخواری به این دلیل که با موانعی که از ابتدای مرحله گلدهی ایجاد و تا مرحله میوه‌دهی همچنان باقی بمانند، می‌توان نقش همزمان گرده‌افشان‌ها و بذرخواران بر تولید (و د) حالت Herrera, 2000 بذر گیاهان را بررسی کرد (شاهد که بر روی گیاهان قفسی نصب نشده است و در حالت طبیعی بررسی شدند. چهار تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و در مجموع ۱۲ قفس توری و حدود ۷۰ پایه گیاه ارزیابی و تحقیق شد. زمان استقرار قفس‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. سپس در پایان مرحله میوه‌دهی با مراجعه به پایه‌های گیاهی در هر تیمار بذرهای گیاهان جمع‌آوری شد.

در بهار ۱۳۹۲ از قفس‌هایی از جنس پلاستیک‌های فلزی در ابعاد ۱۵۰×۱۵۰×۷۵ سانتی‌متر و پوششی با پارچه‌های توری بسیار ریز با اندازه روزنه‌های یک میلی‌متر، به شکل مکعب استفاده شد. پس از بررسی مقدماتی روبیشگاه قفس‌ها بر حسب تعداد، فاصله و قطر گیاهان، به نحوی در عرصه مستقر شدند که حداقل ۳-۵ پایه اسپرس همدانی در هر یک از آنها قرار داشته باشد (شکل ۱).

تیمارهای اعمال شده عبارتند از: الف) حذف گرده‌افشان‌ها به کمک نصب قفس بر روی گیاهان مورد آزمایش در قبل از آزمایش در قبل از مرحله گلدهی و برداشت قفس دهی به منظور بررسی اثر گرده‌افشان‌ها، ورود به مرحله میوه دهی ب) حذف بذرخواران با نصب قفس قبل از مرحله میوه‌دهی به منظور بررسی اثر بذرخواری، ج) حذف گرده‌افشان‌ها و

جدول ۱- مدت زمان استقرار قفس‌های توری شکل در اعمال هر یک از تیمارهای مورد بررسی

مدت زمان استقرار قفس‌های توری	قبل از مرحله گلدهی (۱۳۹۳/۰۲/۴)	قبل از مرحله میوه‌دهی (۱۳۹۳/۰۳/۱)
تیمار حذف گرده‌افشان‌ها	✓	×
تیمار حذف بذرخواران بذر	×	✓
تیمار حذف گرده‌افشان‌ها و بذرخواران	✓	✓
حالت شاهد (حضور گرده‌افشان‌ها و بذرخواران)	×	×



شکل ۱- استقرار قفس‌ها به منظور بررسی نقش گرده‌افشان‌ها و بذرخواران در زادآوری گونه اسپرس همدانی

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه اثرات گرده‌افشان و بذرخوار در زادآوری گونه مورد مطالعه از طرح کاملاً تصادفی و نیز به منظور تعیین اهمیت نقش تیمارها در تولید بذر این گیاهان، از آزمون مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ver.20 استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف اعمال شده بر روی گیاهان تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) در میزان کل بندهای بنشن و بذر تشکیل شده به ازای هر پایه گیاه و همچنین نسبت بذرها آلوده شده به کل بذر تشکیل شده در هر پایه گیاه وجود دارد. اثر گرده‌افشانی در تولید بندبشن‌ها و بذر تشکیل شده در گیاه معنی‌دار شد ولی در نسبت بذرها آلوده به کل بذر اثر معنی‌داری وجود نداشت. این در حالی است که اثر بذرخواری تنها در نسبت بذرها آلوده به کل بذر تشکیل شده در گیاه معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$) (جدول ۲).

شایان ذکر است که در تیمار (ب) و (ج) به‌منظور تعیین نقش بذرخواران در مرحله میوه‌دهی، سطح خاک با حشره‌کش کلریپیریفوس محلول‌پاشی شد تا از رشد لاروهای حشراتی که ممکن است از سال قبل زیر خاک باقی مانده باشند و در نتیجه ظهور حشرات بالغ در قفس جلوگیری شود. در حالیکه در بررسی نقش گرده‌افشانها نیازی به ضدعفونی کردن محیط خاک وجود نداشت.

برای هر پایه گیاه، تعداد کل بندبشن تولید شده، تعداد کل بذر تولید شده در بندبشن‌ها و نسبت بذراآلوده به بذرخواران محاسبه گردید. کل بذر در گیاه با باز کردن هر بندبشن جمع‌آوری و تعداد بذر محصور در آن شمارش شد. با تقسیم تعداد بذرها آلوده بر تعداد کل بذرها جمع‌آوری شده (آسیب دیده و سالم) نسبت بذرها آلوده در هر پایه گیاه محاسبه گردید. حضور لارو در داخل بندبشن و یا مدفوع آن به منزله بذر آفت‌زده تلقی شد (Abdala-Roberts et al, 2009).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر گرده‌افشانی و بذرخواری بر متغیرهای اندازه‌گیری شده در گیاه *H. criniferum*

میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	کل بندبشن تشکیل شده	کل بذر تشکیل شده	نسبت بذرها آلوده شده به کل بذر
گرده‌افشانی	۱	۵۴۰۵۶/۲**	۳۴۱۳۲/۶**	۰/۰۰۸ ns
بذرخواری	۱	۱۱۰/۲۵ ns	۲۱۷/۶ ns	۰/۲۰۴ **
گرده‌افشانی و بذرخواری	۱	۱/۰۰ ns	۷۶/۵ ns	۰/۰۰۶ ns
خطا	۱۲	۱۰۳/۹	۷۸/۴	۰/۰۱۵

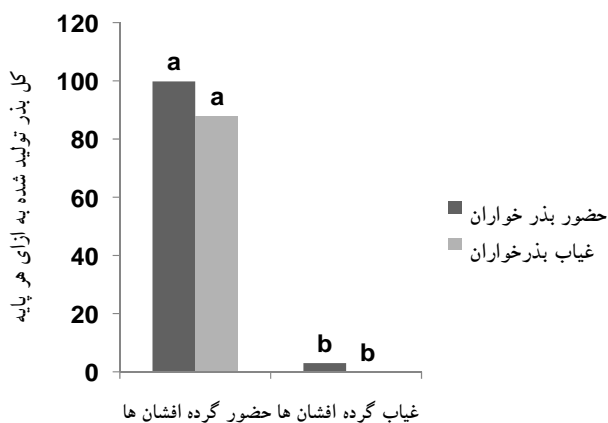
** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

اثر متقابل گرده‌افشانی و بذرخواری در هیچ‌یک از متغیرهای مورد ارزیابی معنی‌دار نشد ($P \geq 0.05$).

گرده‌افشان‌ها و بذرخواران با میانگین $122 \pm 7/4$ مشاهده شد و در حالتی که به گیاهان اجازه گرده‌افشانی داده شد و تنها بذرخواران حذف شدند. البته کل بنشن تشکیل شده با میانگین $116 \pm 6/5$ تفاوت معنی‌داری را به لحاظ آماری با

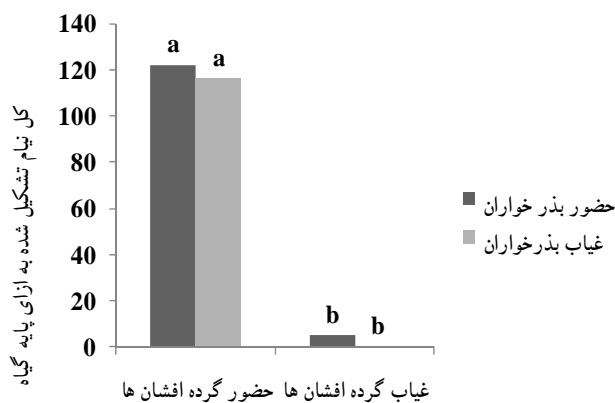
با توجه به حضور یا عدم حضور گرده‌افشان‌ها، کل بندبشن‌های تشکیل شده در گیاه *H. criniferum* تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد از خود نشان دادند. بیشترین بندبشن تولید شده در گیاه در حالت شاهد (حضور

افزایش بسیار زیاد تولید بذر را نشان می‌دهد. در تیمار حضور گرده‌افشان‌ها و حذف بذرخواران میزان کل بذر تولیدی به ازای هر پایه $88 \pm 6/1$ است که نسبت به حالت شاهد کمتر بوده است ولی به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداده است. همچنین در حالت غیاب گرده‌افشان‌ها کاهش چشمگیر بذر تولیدی در گیاه مشاهده شده به طوری که در حالت حضور بذرخواران این میزان با میانگین $3 \pm 1/9$ بوده است که در مقایسه با حضور گرده‌افشان‌ها تفاوت معنی‌داری را در سطح ۹۹ درصد از خود نشان داده است (شکل ۲ ب).



(ب)

حالت شاهد نشان نداد. همچنین در حالتی که گرده‌افشان‌ها حذف شدند ولی به بذرخواران اجازه فعالیت داده شد کل بندبشن تشکیل شده در گیاه با میانگین $5 \pm 2/8$ بود که کاهش شدیدی را در مقایسه با حضور گرده‌افشان‌ها نشان داد. در تیمار حذف گرده‌افشان‌ها و بذرخواران مشاهده شد که هیچ بندبشنی بر روی گیاه تولید نشد (شکل ۲ الف). بالاترین میزان بذر تولید شده در گونه *H. criniferum* در حالت شاهد (حضور گرده‌افشان‌ها و بذرخواران) با میانگین $100 \pm 6/1$ مشاهده شد که نسبت به حالت غیاب گرده‌افشان‌ها و بذرخواران که در آن بذری تولید نشده است،



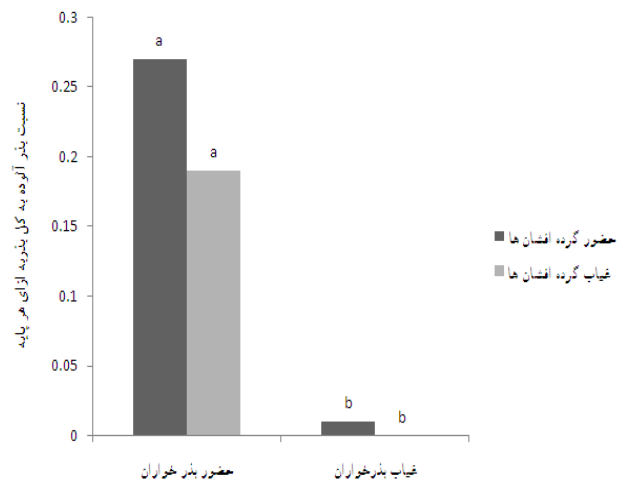
(الف)

شکل ۲- مقایسه میانگین کل تعداد بند بندبشن تشکیل شده (الف) و بذر تولید شده (ب) در تیمارهای حضور و عدم حضور گرده‌افشانی و بذرخواری اعمال شده بر روی گونه *H. criniferum*

شد که در مقایسه با تیمار حضور بذرخواران تفاوت معنی‌داری را در سطح ۹۹ درصد نشان داده است. در حالت غیاب حشرات بذرخوار و گرده‌افشان، بدلیل اینکه نیام و در نتیجه بذری تولید نشده بوده، بنابراین بذر آلوده شده‌ای نیز وجود نداشته است. از این رو می‌توان بیان کرد که کمترین خسارت وارده به بذرها در حالتی است که گرده‌افشان‌ها حضور داشته ولی بذرخواران بذر حذف شده باشند (شکل ۳).

بالاترین درصد آلوده شدن بذرها در حضور بذرخواران رخ داده است بطوریکه این میزان در حالت شاهد با میانگین $0/27 \pm 0/02$ و در حالت غیاب گرده‌افشان و حضور بذرخواران با میانگین $0/19 \pm 0/12$ بوده که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری از خود نشان نداده است. در حالت غیاب بذرخواران نسبت آلودگی بذرها بسیار پایین بوده است بطوریکه این میزان در حالت حضور گرده‌افشان و غیاب بذرخواران با میانگین $0/01$ تعیین

بذر در حالت غیاب گرده‌افشان و حضور بذر خوار تنها به این دلیل است که پس از برداشت قفس‌ها بعد از مرحله گلدهی احتمالاً تعدادی از گل‌ها هنوز بر روی پایه‌های گیاه وجود داشته، بنابراین توانستند توسط حشرات گرده‌افشانی شوند. بنابراین می‌توان بیان کرد که تشکیل نیام و بذر در گونه *H. criniferum* بطور کامل وابسته به حضور گرده‌افشان‌ها است. البته نقش اساسی گرده‌افشان‌ها در مقایسه با بذرخواران در تولید میوه و بذر در برخی گیاهان دیگر مانند گونه *Aristolochi achilensis* و *Hedysarum boreale* Nutt نیز مشاهده شده است (Valdivia & Niemeyer, 2007; Swoboda, 2007) و این در حالی است که در برخی از گیاهان وابستگی زادآوری گیاه به بذرخواران بیشتر از گرده‌افشان‌ها می‌باشد (Herrera *et al.*, 2002). به عنوان مثال Abdala roberts و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی اثر گرده‌افشان‌ها و بذرخواران بر زادآوری گونه *Ruellia nudiflora* بیان کردند که بذرخواران در تولید بذر این گونه نقش کلیدی تری نسبت به گرده‌افشان‌ها دارند و این گونه جزء گونه‌هایی است که خودگشن است. نیاز لگوم‌ها به حشرات گرده‌افشان با توجه به اینکه آیا این گیاهان خودگشن و یا دگرگشن هستند متفاوت است. در وارپته‌های خودگشن اغلب پرچم‌ها و کلاله در یک گل واقع شده‌اند و به حشرات گرده‌افشان برای زادآوری وابسته نیستند درحالی‌که در وارپته‌های دگرگشن معمولاً پرچم‌ها و کلاله در گل‌های مختلف به‌ویژه در گیاهان مجزا از هم قرار دارند و حضور زنبورها در گرده‌افشانی الزامیست (Richards, 1986). این در حالی است که در بسیاری از گونه‌های خودگشن میزان وابستگی گیاه به حشرات گرده‌افشان به صورت اختیاری است و اغلب مشاهده شده که حشرات گرده‌افشان در موفقیت گرده‌افشانی و تولید بذر این گیاهان مؤثر هستند (Nair *et al.*, 2004; Swoboda, 2007). اغلب گونه‌های دیگر این جنس خودگشن هستند ولی گرده‌افشان‌ها در تشکیل بذر آنها نقش اساسی دارند (Swoboda, 2007; De Las Heras *et al.*, 2001; Louati-



شکل ۳- مقایسه میانگین نسبت بذر آلوده شده در تیمارهای گرده‌افشانی و بذرخواری اعمال شده بر روی گونه *H. criniferum*

بحث

گیاهان گلدار بوسیله انواع بیشماری از بازدیدکنندگان (Visitors) گل شامل حشرات از جمله زنبورها، بال پولکداران و غیره احاطه می‌شوند که این امر می‌تواند اثرات مثبت یا منفی بر توالی زادآوری گیاهان و ویژگی گل و تکامل گیاه داشته باشد (Cariveau *et al.*, 2004). یافته‌های این مطالعه نشان داد که گرده‌افشان‌ها نقش بسیار مهمی در تولید نیام و بذر در گونه *H. criniferum* دارند ولی بذرخواران به‌عنوان بخشی از گیاهخواران نقش کمتری در تولید بذر و به عبارتی زادآوری این گیاه داشتند. در تیمار حذف گرده‌افشان‌ها تولید بندبشن‌ها و بذرهای گیاه با کاهش شدیدی روبرو شد و از ۱۱۹ بند و ۹۴ بذر به ازای هر پایه در حضور گرده‌افشان‌ها به ۳ بند و ۲ بذر در غیاب آنها کاهش یافت. حضور گرده‌افشان‌ها باعث شده است ۴۷/۶ برابر بندهای بنشن‌ها و ۶۲/۶ برابر بذر تولید شده در آنها نسبت به غیاب گرده‌افشان‌ها افزایش یابد. به عبارت دیگر در غیاب گردافشان‌ها تنها ۲/۱ درصد بند بنشن و ۱/۶ درصد بذر نسبت به حضور گرده‌افشان‌ها تشکیل گردید. در حالت غیاب گرده‌افشان‌ها و بذر خواران هیچ نیام و بذری در گیاه تولید نشده است و تشکیل تعداد کم بنشن و

(Namouchi *et al*, 2000). یافته‌های این پژوهش دلالت بر این دارد که گونه *H. criniferum* همانند دیگر گونه‌های این جنس به زنبورها برای گرده‌افشانی وابسته است زیرا در تیمار حذف گرده‌افشان‌ها و بذرخواران هیچ بنشن و بذری بر روی گیاه تشکیل نشد. نتیجه مهم گرده‌افشانی، بالا بردن بخت ایجاد تنوع در مواد ژنتیکی فرزندان است. Ghanavati و همکاران (۱۳۹۱) بر اساس آزمایش‌های مزرعه‌ای بیان کردند که دو لگوم چند ساله زراعی *Onobrychis altissima* و *O. viciaefolia* دگرگشن بوده و فعالیت حشره برای تولید دانه و میوه در آن‌ها ضروریست.

اغلب بذرخواران قبل از پراکنش بذر در میان گیاهان گلدار شایع هستند و می‌توانند اثرات زیادی بر توانایی فیزیکی گیاهان بگذارند (Louda & Potvin, 1995). این حشرات برای رشد و نمو لاروهایشان درون میوه‌ها به گل‌ها متکی و اغلب سه نوع هستند. دسته اول بذرخوارانی هستند که می‌توانند به عنوان گرده‌افشان نیز عمل کنند. دسته دوم شامل آنهایی است که پس از استقرار میوه یا بذر، درون آنها تخم ریزی می‌کنند و دسته سوم بذرخوارانی هستند که قبل از گرده‌افشانی روی گل‌ها تخم ریزی می‌کنند (Cariveau *et al*, 2004). در این تحقیق مشخص شد که آلودگی و تغذیه بذرها گیاه *H. criniferum* بیشتر مربوط به سوسک‌های بذر خوار خانواده Bruchidae بوده و به همین دلیل این حشرات بذرخوار از نوع دوم می‌باشند و معمولاً پس از فعالیت گرده‌افشان‌ها عمل می‌کنند. بالاترین میزان صدمه به بذرها تولید شده در گیاه *H. criniferum* مربوط به تیمار حضور بذرخواران است و در حالت غیاب بذرخواران کمترین میزان صدمه به گیاه مشاهده شده است. در حالت شاهد که هیچ‌گونه محدودیتی در گرده‌افشانی و بذرخواری گیاه انجام نشده است، بذرخواران 27 ± 2 درصد بذرها را مورد حمله قرار دادند. در حالی که در تیمار حذف بذرخواران با استفاده از قفس در مرحله میوه‌دهی، تنها یک درصد بذرها آلوده شدند و این نقش مهم بذرخواران در میزان صدمه به گیاه را آشکار می‌کند. با حذف گرده‌افشان‌ها میزان تولید بذر در گیاه حدود $98/4$ درصد نسبت به حالت حضور

گرده‌افشان‌ها کاهش یافت و به تبع آن بذرخواران نیز خسارت کمتری به گیاه وارد کردند. این تحقیق نشان داد که کاهش میزان بذر تولیدی در گیاه مورد مطالعه در نتیجه حذف گرده‌افشان‌ها محسوس‌تر بوده است که خود خسارت جدی محسوب می‌شود. بر اساس نتایج بدست آمده تولید بذر این گیاه به شدت تحت تأثیر گرده‌افشان‌ها قرار دارد و بذرخوارها نقشی در کاهش تولید بذر نداشتند. اثر متقابل بین گرده‌افشانی و بذرخواری در زادآوری گونه *H. criniferum* مشاهده نشد و شاید بدلیل فعالیت بذرخوارها بعد از تشکیل نیام‌ها بوده باشد و به همین دلیل تأثیر متقابل گرده‌افشان‌ها و بذرخوارها مشاهده نگردید. البته اثر متقابل بین بذرخوار و گرده‌افشان در زادآوری برخی گیاهان متفاوت است. به عنوان مثال برخی از محققان در مطالعات خود اثر متقابل گرده‌افشانی و بذرخواری را غیرمعنی‌دار عنوان کردند (Abdalaroberts *et al*, 2009; Valdivia & Niemeyer, 2007).

اختلال در گرده‌افشانی می‌تواند بر فراوانی گیاهان و بقای جمعیت آنها تأثیرگذار باشد (Ashman *et al*, 2004). در بسیاری از رویشگاه‌ها نگرانی در مورد کم شدن گرده‌افشان‌ها وجود دارد که می‌تواند منجر به محدودیت وسیع گرده و بحران گرده‌افشانی در مقیاس جهانی شود. از طرفی گرم شدن هوا به‌ویژه در ارتفاعات، می‌تواند اختلالاتی در زمان گرده‌افشانی بوجود آورد و این امر اثرات منفی برای گیاهان و گرده‌افشان‌ها خواهد داشت (Memmott *et al*, 2007). تغییر در خصوصیات زنده و غیرزنده رویشگاه‌ها و تغییرات در طیف گیاهان و یا گرده‌افشان‌ها می‌تواند منجر به اختلال ارتباط بین گیاهان و گرده‌افشان‌ها شود (Wilcock & Neiland, 2002). با توجه به وابستگی گیاه اسپرس همدانی به گرده‌افشان‌ها و پراکنش لکه‌ای این گونه در عین انحصاری بودن آن، حفظ جمعیت گرده‌افشان‌ها به‌منظور حفظ این گونه امری ضروری می‌باشد. بطور کلی می‌توان بیان کرد که باوجود تخریب بخشی از بذرها توسط بذرخواران، تولید بذر سالم و کافی توسط گیاه در حضور حشرات گرده‌افشان باعث می‌شود که اختلالی در بقای آن

- structure and function. *International Journal of Developmental Biology*, 45(1): 41-S42.
- Engeman, R.M., Constantin, B., Gruver, K.S., Ross, C. 2009. Managing predators to protect endangered species and promote their successful reproduction. USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications, University of Nebraska – Lincoln. 171-187.
 - Galloni, M., Podda, L., Vivarelli, D., Cristofolini, G. 2007. Pollen presentation, pollen-ovule ratios, and other reproductive traits in Mediterranean legumes (Fam. Fabaceae - Subfam. Faboideae). *Plant Systematic and Evolution*, 266(3-4): 147–164.
 - Gomez, J.M. 2005. Non-additive effects of herbivores and pollinators on *Erysimum mediohispanicum* (Cruciferae) fitness. *Oecologia*, 143(3): 412–418.
 - Gomez, J.M. 2008. Sequential conflicting selection due to multispecific interactions triggers evolutionary trade-offs in a monocarpic herb. *Evolution*, 62(3): 668–679.
 - Herrera, C.M., 2000. Measuring the effects of pollinators and herbivores: evidence for non-additivity in a perennial herb. *Ecology*, 81(8): 2170–2176.
 - Herrera, C.M., Medrano, M., Rey, P., Sánchez-Lafuente, A.M., García, M.B., Guitián, J., Manzaneda, A.J., 2002. Interaction of pollinators and herbivores on plant fitness suggests a pathway for correlated evolution of mutualism- and antagonism-related traits. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(26): 12823–28.
 - Jalili, A., Jamzad, Z. 1999. Red Data Book of Iran: A preliminary survey of endemic, rare and endangered plant species in Iran. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR).
 - Kudoh, H., Wingham, D.F., 1998. The effect of petal size manipulation on pollinator/seed predator mediated female reproductive success of *Hibiscus moscheutos*. *Oecologia*, 117(2): 70–79.
 - Louati-Namouchi, I., Louati, M., Chriki, A., 2000. Mating system and multiple paternity in *Hedysarum coronarium* L. (Fabaceae). *Agronomie*, 20(6): 655-663.
 - Louda, S.M., Potvin, M.A., 1995. Effects of inflorescence- feeding insects on the demography and lifetime fitness of a native plant. *Ecology*, 76: 229-245.
 - Memmott, J., Craze, P.G., Waser, N.M., Price, M.V., 2007. Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters*, 10(8): 710-717.
- به وجود نیاید. بنابراین بذرخواران عامل اصلی محدودیت پراکنش این گونه محسوب نمی‌شوند.
- ### سیاسگزاری
- از همکاران محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان که امکان استقرار قفس‌ها در ایستگاه تحقیقات ملی سد زاینده‌رود را فراهم کردند سپاسگزاریم.
- ### منابع مورد استفاده
- Abdala-Roberts, L., Parra-Tabla, V., Salinas-Peba, L., Herrera, C. M., 2009a. Non-correlated effects of seed predation and pollination on the perennial herb *Ruellianudiflora* remain spatially consistent. *Biological Journal of the Linnean Society*, 96(4): 800–807.
 - Ashman, T.L., Knight, T.M., Steets, J.A., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D.R., Wilson, W.G., 2004. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, 85(9): 2408-2421.
 - Baatout, H., 1996. Comparison of phenotypic variation in self-fertilizing and outcrossing subspecies of *Hedysarum spinosissimum* a Mediterranean herb, plant. *Plant Genetic Resources Newsletter (IPGRI/FAO)*, 105: 23-28.
 - Beentje, H., 2010. The Kew Plant Glossary: an Illustrated Dictionary of Plant Terms. Illustrated by Williamson, J. Royal Botanic Gardens, Kew: Kew Publishing.
 - Byoung, T.H., 2002. Anatomy of nodal region and leaves in *Hedysarum* and related genera. *Journal of Japanese Botany*, 74: 236-250.
 - Bullita, S., Floris, R., Hayward, M.D., Veronesi, F., 1993. The reproductive system of a *Lolium rigidum* Gaud. population from Sardinia and its implication for breeding. *Plant Breeding*, 111(4): 312–317.
 - Cariveau, D., Irwin, R.E., Brody, A. K., Garcia-Mayeya, L.S., Von Der Ohe, A., 2004. Direct and indirect effects of pollinators and seed predators to selection on plant and floral traits. *Oikos*, 104(1): 15–26.
 - Crawley, M.J., 1989. Insect herbivory and plant population dynamics, *Annual review of entomology*. 34(1): 531-564.
 - Cunningham, S.A., 2000a. Effects of habitat fragmentation on the reproductive ecology of four plant species in Mallee woodland. *Conserv. Biol.* 14(3): 758-768.
 - De Las Heras, M.A., Hidalgo, P.J., Ubera, J.L., 2001. Stigmatic cuticle in *Hedysarum glomeratum*:

- animal interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35:435–466.
- Swoboda, K.A., 2007. The pollination ecology of *Hedysarum boreale* Nutt. (Fabaceae) and evaluation of its pollinating bees for restoration seed production. ProQuest.
 - Turnbull, L.A., Crawley, M.J., Rees, M., 2000. Are plant populations seed-limited? A review of seed sowing experiments. *Oikos*, 88(2): 225-238.
 - Takahashi, M., Huntly, N., 2010. Herbivorous insects reduce growth and reproduction of big sagebrush (*Artemisia tridentata*). *Arthropod-Plant Interactions*, 4(4): 257–266.
 - Valdivia, C.E., Niemeyer, H.M., 2007. Noncorrelated evolution between herbivore- and pollinator-linked features in *Aristolochia chilensis* (Aristolochiaceae). *Biological Journal of the Linnean Society* 91(2): 239–245.
 - Wilcock, C., Neiland, R., 2002. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters. *Trends in Plant Science*, 7(6): 270–277.
 - Nair, R., Dundas, I., Wallwork, M., Verlin, D., Waterhouse, L., Dowling, K. 2004. Breeding system in population of *Trigonella balansae* (Leguminosae). *Annals of Botany*, 94(6): 883-888.
 - Rathcke, B.J., Jules, E.S., 1993. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. *Current Science*, 65: 273-277.
 - Rausher, M.D. Feeny, P., 1980. Herbivory, Plant density and reproductive Success: The effect of *Battus philenor* on *Aristolochia reticulata*. *Ecology*, 6(14): 905-917.
 - Rechinger, K.H., 1984. *Flora Iranica*. Tebran, 157: 366-384.
 - Richards, A.J., 1986. *Plant breeding systems*, George Allen & Unwin, London 529 p.
 - Schemske, D.W. Horvitz, C.C., 1988. Plant-animal interactions and fruit production in a neotropical herb: a path analysis. *Ecology*, 69(4): 1128-1137.
 - Skalica, R., Karlic, P., Hejzman, M., Bochenkova, M., 2004. Effect of insect predators on plant size and seed production of *Pulsatilla pratensis* subsp. Bohemica, *Grassland Science in Europe*, 18: 388-390.
 - Strauss, S.Y. Irwin, R.E., 2004. Ecological and evolutionary consequences of multispecies plant-