

## مطالعه سیستم تولید مثلی و گرده‌افشانی برخی از گونه‌های جنس *Onobrychis*

### Investigation on Reproductive System and Pollination of some *Onobrychis* Species

فرنگیس قنواتی<sup>۱</sup> و نرجس خمسه<sup>۲</sup>

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه تربیت معلم، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

#### چکیده

قنواتی، ف. و خمسه، ن. ۱۳۹۱. مطالعه سیستم تولید مثلی و گرده‌افشانی برخی از گونه‌های جنس *Onobrychis*. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۲۸-۲۷۵-۲۵۵.

آگاهی از سیستم تولید مثلی گونه‌های گیاهی به تعیین تغییرات ژنتیکی و سازگاری آن‌ها در صورت کاشت در محیط‌های جدید کمک خواهد کرد. با توجه به اهمیت اسپرس به عنوان گیاهی علوفه‌ای، بذر سیزده جمعیت اسپرس (*Onobrychis*) شامل گونه‌های یکساله *O. crista-galli*، *O. pulchella*، *O. caput-galli* و *O. micrantha* و همچنین دو گونه زراعی و چند ساله *O. viciaefolia* و *O. altissima* در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کاشته شد. مکانیسم گرده افشانی براساس خصوصیات مورفولوژیکی گل، نسبت دانه گرده به تخمک و میزان تولید میوه و دانه در شرایط طبیعی و ایزوله بر روی این نمونه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که طول گل در دو گونه *O. viciaefolia* و *O. altissima* از سایر گونه‌ها بزرگتر و طول خامه نیز در آن‌ها از پرچم‌ها بلندتر بود. بیشترین نسبت دانه گرده به تخمک در گونه *O. viciaefolia* (۲۲۲۱۱) و کمترین آن در گونه *O. crista-galli* 387(2) (۸۴۰) بود. تولید دانه و میوه به روش تریپینگ و ایزوله در تمام گونه‌ها مشابه گرده افشانی باز بود، در حالی که در شرایط ایزوله کامل در گونه‌های زراعی و چند ساله *O. viciaefolia* و *O. altissima* میوه و دانه تولید نشد، ولی در گونه‌های یک ساله به میزان کمتری نسبت به شرایط باز، میوه و دانه تشکیل شد. براساس نتایج این تحقیق، گونه‌های زراعی و چند ساله *O. viciaefolia* و *O. altissima*، دگر لقاح اجباری و گونه‌های یک ساله *O. crista-galli*، *O. pulchella*، *O. caput-galli* و *O. micrantha* از نوع گیاهان دگر لقاح اختیاری هستند.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، دانه گرده، تخمک، سیستم تولید مثلی، گرده‌افشانی.

مقدمه

آگاهی از سیستم تولید مثل و گرده‌افشانی، به منظور اهلی کردن گیاهان مهم زراعی و بومی و همچنین جهت بهبود تحقیقات گیاهی مهم است (Bullita *et al.*, 1993). میزان و توزیع تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها عمدتاً تحت تاثیر ویژگی‌های تولید مثلی مانند فنولوژی گل، خودسازگاری و سیستم تولید مثلی قرار دارد (Hamrick and Godt, 1989)؛ سیستم (Loveless and Hamrick, 1984). تولید مثلی و مکانسیم گرده‌افشانی گیاه را می‌توان به روش‌های گوناگونی بررسی کرد. کرودن (Cruden, 1977) اظهار کرد که محاسبه نسبت دانه گرده به تخمک در یک گل، می‌تواند به عنوان روشی برای تخمین نوع سیستم تولید مثلی گیاه محسوب شود. نسبت دانه گرده به تخمک از تقسیم تعداد دانه‌های گرده یک گل به تعداد تخمک‌های همان گل به دست می‌آید (Götzenberger *et al.*, 2008). با این که در مقالات گیاه‌شناسان پیش از کرودن (Cruden, 1977) به نسبت دانه گرده به تخمک اشاره شده است، اما نامبرده برای اولین بار این نسبت را به عنوان یک شاخص موثر در سیستم تولید مثلی گیاهان گلدار معرفی کرد. وی در ۹۶ گونه مختلف نسبت دانه گرده به تخمک را محاسبه و عنوان کرد که نوع سیستم تولید مثلی گونه‌ها از خصوصیات و عادات رشدی گل استنتاج می‌شود و نشان داد که نسبت دانه گرده به تخمک در این ۹۶ گونه با

میزان دگرلقاحی همبستگی مثبت داشت. پس از طرح این مطلب توسط کرودن، محققین دیگری مثل کرودن و میلر وارد (Cruden and Miller-Ward, 1981)، لورد و ماسلوپ-هاریسون (Lord and Meslop-Harrison, 1984)، اسپیرا و همکاران (Spira *et al.*, 1992) و میسون و اندرسون (Mione and Anderson, 1992) ارتباط بین نسبت دانه گرده به تخمک و نوع سیستم تولید مثلی را در گونه‌های مختلف بررسی کرده و نظرات متفاوتی در مورد آن ارائه کردند. کرودن و میلر وارد (Cruden and Miller-Ward, 1981) با مطالعه روی گونه‌هایی که توسط زنبور گرده‌افشانی می‌کنند، بیان کردند که بین سطح کلاله با سطح تکیه‌گاه گرده در گرده‌افشان و نسبت دانه گرده به تخمک همبستگی منفی وجود دارد و این مطالعات اظهارات کرودن (۱۹۷۷) دال بر این موضوع که نسبت دانه گرده به تخمک منعکس‌کننده کارایی گرده‌افشانی است، را تایید کرد. با این وجود که نظریه کرودن در مورد رابطه بین نسبت دانه گرده به تخمک با نوع سیستم تولید مثلی پذیرفته شده است، برخی از دانشمندان معتقدند که برای تفسیر نسبت دانه گرده به تخمک باید فاکتورهای دیگری مانند فرم زندگی، اندازه گل، اندازه دانه گرده، شهد گل برای گرده‌افشان‌ها و غیره را نیز مورد توجه قرار داد و از این فاکتورها برای بحث و تفسیر نتایج

(Lavin and Delgado, 1990). در نوع Piston یا Pump حشره بر روی ناو فشار وارد می کند و این فشار روی کلالة و خامه باعث می شود مقدار کمی گرده از قسمت بالای ناو به خارج پرتاب شود. دو مکانسیم Valvular و Explosive مشابه هم هستند، با این تفاوت که در نوع Valvular زمانی که حشره به کمپلکس بال- ناو فشار وارد می کند آن ها را به پائین می کشد و این عمل باعث می شود که پرچم ها از ناو خارج شده و مقدار کمی دانه گرده از بساک آزاد شود ولی در نوع Explosive پس از تماس حشره با کمپلکس ناو- بال تقریباً تمامی دانه های گرده از بساک رها می شوند (Westerkamp, 1996؛ Polhill, 1976).

جنس اسپرس با نام علمی *Onobrychis* Mill. از خانواده Fabaceae با بیش از ۱۳۰ گونه یک ساله و چند ساله در جهان دارای ارزش علوفه ای و مرتعی فوق العاده است که به خوبی با شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک سازگاری دارند. به دلیل اهمیت این گیاه به عنوان یک گیاه علوفه ای و مرتعی، آگاهی از سیستم تولید مثلی آن مهم و کمک خواهد کرد که تنوع ژنتیکی بالقوه گونه های آن را تعیین کرد تا زمانی که بذر آن ها در محیط جدیدی کاشته می شود، به سازگاری آن ها کمک شود. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی ارتباط بین نسبت تعداد دانه گرده به تخمک با سیستم تولید مثلی و نقش ویژگی های مختلف گل با نوع گرده افشانی و

استفاده کرد (Plitman and Levin, 1990؛ Jurgens *et al.*, 2002؛ Gallardo *et al.*, 1994؛ Parachnowitsch and Elle, 2004؛ Galloni *et al.*, 2007).

زیر تیره Faboideae از تیره Fabaceae دارای گونه هایی با گل های Papilionoid و جلب کننده حشره (Entomophilous) با سیستم های مختلف تولید مثلی، مانند گونه های چوبی و چندساله که عموماً دگر لقاح هستند و گونه های یکساله و دوساله، خود سازگار و خودلقاح است (Tandon *et al.*, 2003). خودباروری گل های Papilionoid می تواند توسط خودناسازگاری فیزیولوژیکی یا به وسیله دیکوگامی و موانع مکانیکی انجام شود (Perez-Banon *et al.*, 2003؛ Yeo, 1993؛ Suzuki, 2003). گالونی و همکاران (Galloni *et al.*, 2007) دو نوع مکانسیم جهت رهاسازی دانه گرده توصیف کردند ۱- زمانی که دانه های گرده مستقیماً از بساک به حشره منتقل می شوند (Primary pollen presentation) و ۲- زمانی که ابتدا دانه گرده بر روی قسمتی از گل قرار گرفته و از آن جا به گرده افشان انتقال می یابد (Secondary pollen presentation). چهار مدل اصلی Valvular، Piston، Brush و Explosive توسط محققین برای تیره Fabaceae توصیف شده است. در گرده افشانی از نوع Brush بساک ها قبل از باز شدن گل ها باز می شوند و دانه های گرده روی کرک های خامه یا موهای سطح کلالة قرار می گیرند

نوع سیستم تولید مثلی در گونه‌های مختلف یکساله و چندساله جنس *Onobrychis* بود.

#### مواد و روش‌ها

##### مواد گیاهی

بذور سیزده جمعیت از گونه‌های یکساله و چندساله جنس *Onobrychis* شامل گونه‌های *O. caput-galli*، *O. crista-galli*، *O. pulchella*، *O. micrantha* و *O. viciaefolia* و *O. altissima* که از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و در بانک ژن گیاهی ملی ایران نگهداری می‌شوند، در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج (۱۰°۵۱' شرقی، ۳۵°۴۸' شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کاشته شدند. طول هر کرت آزمایشی ۱ متر و عرض آن ۰/۵ متر بود. زمین انتخابی برای اجرای آزمایش در سال زراعی قبل به صورت آیش بود. آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی براساس نیاز گیاه هر ۱۰-۶ روز به روش کرتی انجام شد. در طول فصل زراعی و در موقع لزوم وجین علف‌های هرز به روش دستی انجام شد.

برای تعیین ریخت‌شناسی گل، صفات مختلفی مثل طول گل، طول کاسبرگ، طول بساک، طول خامه، طول میله پرچم، شکل خامه، شکل کلاله، طول تخمدان، موقعیت قرار گیری پرچم‌ها نسبت به یک‌دیگر، موقعیت

قرار گیری پرچم‌ها نسبت به مادگی و وزن خشک اندازه گیری شدند.

برای تعیین اندازه دانه گرده، از هر نمونه حداقل سه گل انتخاب و دانه‌های گرده آن به روش ارتمن (Erdtman, 1969) استولیز شدند و بر روی لام حاوی یک قطره گلیسیرین-ژلاتین قرار گرفتند و توسط میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰۰x و میکروسکوپ الکترونی با بزرگنمایی ۲۰۰۰x مشاهده شدند. برای هر گونه، دانه‌های گرده از دید قطبی و استوایی مورد بررسی قرار گرفتند و صفات کمی نظیر طول محور قطبی (P) و طول محور استوایی (E) اندازه گیری و همچنین سطح دانه گرده محاسبه شد.

برای شمارش تعداد دانه گرده و تخمک، پیش از شکفته شدن گل‌ها، غنچه‌های آن‌ها جدا و سریع به آزمایشگاه منتقل شدند، یک بساک از هر غنچه با دقت جدا و به ویال ۱/۵ میلی لیتری منتقل و اسکواش شد، تا تمامی دانه‌های گرده آن آزاد شوند، سپس یک میلی لیتر از محلول Calberla (۵ میلی لیتر گلیسیرین، ۱۰ میلی لیتر اتانول ۹۵٪، ۱۵ میلی لیتر آب مقطر و دو قطره محلول فوشین بازی ۰/۳٪) بر اساس روش دافنی (Dafni, 1992) به آن اضافه و به مدت یک دقیقه ورتکس شد. پنج نمونه یک ماکرولتری از سوسپانسیون حاصل بر روی لام منتقل و تعداد دانه‌های گرده موجود در آن به کمک میکروسکوپ نوری شمارش و میانگین تعداد دانه‌های گرده در آن تعیین شد. جهت برآورد

نشده و با تور پوشیده شدند (خود‌گرده‌افشان)،  
 ۲- خوشه‌هایی که گل‌های آن بعد از  
 گرده‌افشانی دستی با تور پوشیده شدند و  
 ۳- خوشه‌های علامت‌گذاری شده‌ای که  
 دارای گرده‌افشانی طبیعی بودند به عنوان شاهد  
 بررسی شدند. برای انجام آزمایش‌ها در یک  
 گیاه سه خوشه انتخاب و سه تیمار مذکور بر  
 روی آن‌ها انجام شد. برای هر گونه ۲۰ گیاه  
 مختلف مورد بررسی قرار گرفت، سپس در  
 پایان فصل رویش خوشه‌های مورد آزمایش  
 جمع‌آوری و از نظر تولید میوه و دانه، نسبت  
 میوه به گل و نسبت دانه به تخمک بررسی  
 شدند. کلیه تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار SAS  
 نسخه ۹/۱ و SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

### نتایج و بحث

نام جمعیت‌های گونه‌های *Onobrychis*  
 مورد مطالعه و منشاء آن‌ها در جدول ۱ نشان  
 داده شده است.

نتایج بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی  
 گل نشان داد که رنگ غالب گل‌ها در  
 گونه‌های مورد مطالعه بین صورتی کم رنگ  
 تا پررنگ متغیر بوده و گاهی در بین آن‌ها  
 گل‌های سفید- صورتی نیز مشاهده شد.  
 گلبرگ‌ها پروانه‌وار و دارای یک درفش، که  
 در *O. caput-galli* در انتها گرد، نوکدار و در  
 سایر گونه‌ها اندکی فرورفته بود (شکل ۱). ناو  
 در گونه‌های *O. pulchella*، *O. caput-galli*  
 و *O. micrantha* در انتها برجسته، ولی در  
 گونه‌های *O. altissima*، *O. viciaefolia* و

تعداد دانه گرده در هر گل، میانگین حاصل در  
 ضریب رقیق‌سازی (یک میلی‌لیتر) و تعداد  
 بساک‌های یک گل (۱ عدد) ضرب شد. برای  
 شمارش تعداد تخمک در هر گل، تخمدان آن  
 با دقت جدا و برش طولی داده شد و تخمک‌ها  
 شمارش شدند. از تقسیم تعداد کل دانه‌های  
 گرده موجود در یک گل بر تعداد تخمک‌های  
 آن، نسبت دانه گرده به تخمک در هر گل  
 محاسبه و برای هر جمعیت حداقل در پنج  
 غنچه گل تکرار شد.

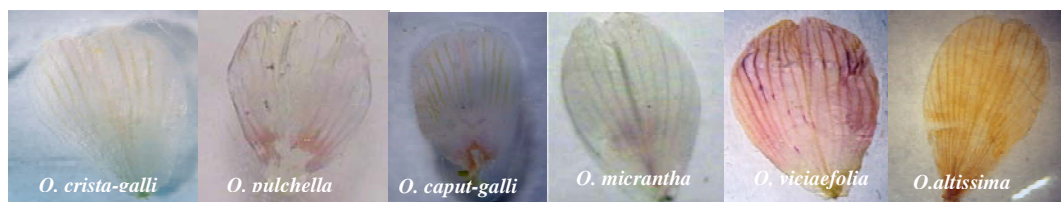
به منظور بررسی حضور کوتین در سطح  
 کلاله ابتدا سه تیمار گرده‌افشانی (۱- بر روی  
 جوانه گل ۲- جوانه گل و کلاله‌ای که با قلم‌مو  
 روی آن کشیده شده و ۳- گل‌های بالغ در  
 شرایط باز که به دلیل وجود حشره در محیط در  
 تماس با حشره بوده‌اند) به کار برده شد، و  
 سپس با قرمز خنثی رنگ آمیزی و  
 توسط میکروسکوپ نوری وجود کوتین  
 بر روی سطح کلاله بررسی شد  
 (Heslop-Harrison and Heslop-Harrison, 1983).  
 وجود کوتین بر روی سطح کلاله مانع نفوذ  
 رنگ قرمز خنثی می‌شود، اگر کوتین سطح  
 کلاله توسط قلم‌مو یا تریپینگ یا به علت  
 موفقیت برهم کنش کلاله و دانه گرده از بین  
 رفته باشد، رنگ به راحتی وارد فضای بین  
 سلولی آن‌ها می‌شود و سلول‌های مذکور به  
 رنگ قرمز مشاهده خواهند شد. تیمارها بر  
 روی گل‌های تازه، انجام شد. میزان تولید  
 تخمک، میوه و دانه در سه تیمار مختلف:  
 ۱- خوشه‌هایی که گل‌های آن دست کاری

جدول ۱- گونه‌های جنس *Onobrychis* و رویشگاه آن‌ها  
Table 1. Species of *Onobrychis* genus and their origins

Species	گونه	Origin	منشأ
<i>Onobrychis viciaefolia</i> Sect. <i>Onobrychis</i>		East Azarbaijan: Hashtrood.	آذربایجان شرقی: هشترود.
<i>Onobrychis altissima</i> Grossh Sect. <i>Onobrychis</i>		Lorestan: Aligodarz, Deh-e-Mafar, 1760 m, 237†	لرستان: الیگودرز، ده مفر، ۱۷۶۰ متر
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Kermanshah: Sarepolezahab, Dehe Tahmaseb, 1790 m, 191†	کرمانشاه: سرپل ذهاب، ده طهماسب، ۱۷۹۰ متر
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Kermanshah: Salasebabajani, Dehe Ghiat, 1400 m, 187†	کرمانشاه: ثلاث باباجانی، ده قیات، ۱۴۰۰ متر
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Fars: Firuzabad, Dehestan-Kanger, Zanjirane, 1690m, 389†	فارس: فیروزآباد، دهستان کنگر، زنجیرانه، ۱۶۹۰ متر
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Kermanshah: Gilane -Gharb, Dehestane Rizhnan, Dehe Khozal, 805m, 400†	کرمانشاه: گیلان غرب، دهستان ریژنان، ده خزل، ۸۵۰ متر
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Lorestan: Koohdasht, Dehestane Daurash, Rustaye Abkhoran, 1290 m, 387†	لرستان: کوه‌دشت، دهستان دایوراش، روستای آبخوران، ۱۲۹۰ متر
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Lorestan: Koohdasht, Dehestane Daurash, Rustaye Abkhoran, 1290 m, 387†	لرستان: کوه‌دشت، دهستان دایوراش، روستای آبخوران، ۱۲۹۰ متر
<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Kermanshah: Eslamabad, Dehestane Rijab, Dehe Ghelghele, 1170m, 406	کرمانشاه: اسلام‌آباد، دهستان ریجاب، ده قلقله
<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam Sect. <i>Lophobrychis</i>		Khozestan: Ahwaz, Hamidieh, 547†	خوزستان: اهواز حمیدیه ۵۴۷†
<i>Onobrychis micrantha</i> Schrnk Sect. <i>Lophobrychis</i>		Mashhad: Poshte Sade Torogh, 1350m, 677†	مشهد: پشت سد طرق، ۱۳۵۰ متر، ۶۷۷†
<i>Onobrychis pulchella</i> Schrnk Sect. <i>Lophobrychis</i>		Khorassan: Mashhad: Sade Torogh, 1350m, 676†	خراسان: مشهد: سد طرق
<i>Onobrychis pulchella</i> Schrnk Sect. <i>Lophobrychis</i>		Khorassan: Kalat-e- Naderi, Jangale Khaje, 29†	خراسان: کلات نادری، جنگل خواجه، ۲۹†

†: شماره TN گونه مورد نظر در بانک ژن گیاهی ملی ایران.

†: TN number of species in the National Plant Gene Bank of Iran.



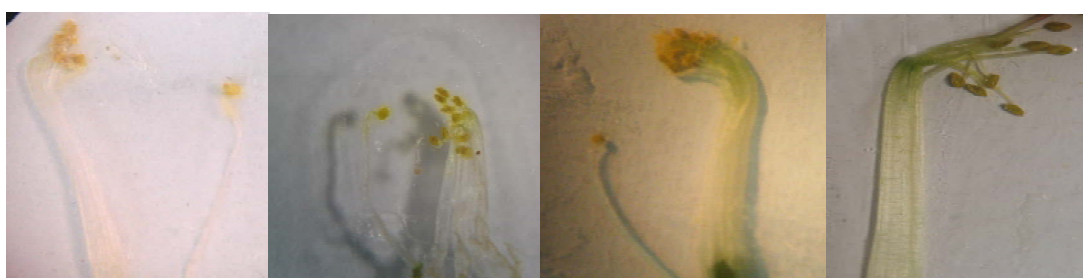
شکل ۱- گلبرگ درفش در گونه‌های مختلف *Onobrychis*  
Fig. 1. Standard in different species of *Onobrychis*

از ناو بوده و مطابق با ویژگی‌های مورفولوژیکی گل در بخش *Lophobrychis* قرار می‌گیرند. در تمامی گونه‌ها خامه به طور کلی نخی و در قسمت انتهایی دارای خمیدگی بود (شکل ۴). شکل کلاله در گونه‌های مختلف متفاوت بود، در گونه *O. crista-galli* کروی و تاجدار، در گونه *O. pulchella* کروی و بدون تاج و در سایر گونه‌ها به شکل

*O. crista-galli* محدب بود (شکل ۲). اندازه بال در دو گونه *O. viciaefolia* و *O. altissima* که متعلق به بخش *Onobrychis* هستند بسیار کوچک‌تر از ناو بوده و مطابق با ویژگی‌های مورفولوژیکی گل این دو گونه در این بخش قرار دارند، در حالی که در سایر گونه‌ها که متعلق به جنس *Lophobrychis* هستند، اندازه بال کمی کوتاه‌تر



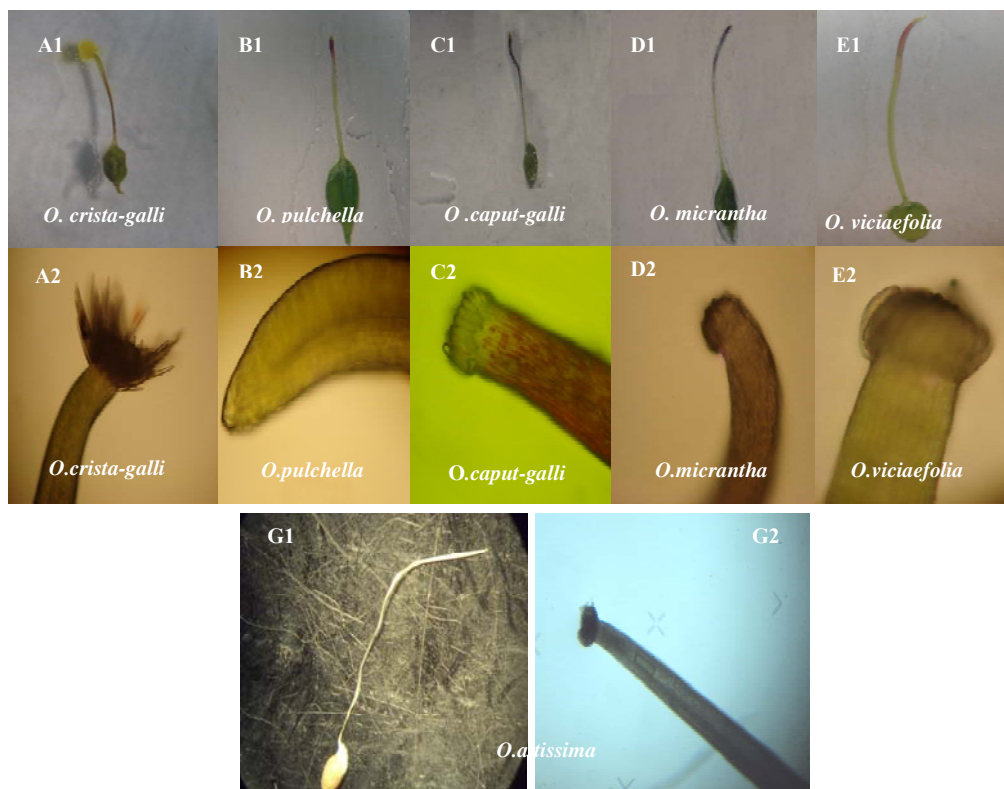
شکل ۲- ناو در گونه‌های مختلف Onobrychis  
Fig. 2. Keel in different species of Onobrychis



شکل ۳- پرچم دیادلف در گونه‌های مختلف Onobrychis  
Fig. 3. Diadelphous stamens in different species of Onobrychis

دو گونه *O. altissima* و *O. viciaefolia* کوتاه‌تر از مادگی ولی در سایر گونه‌ها تقریباً برابر بود (شکل ۵). یکی از ویژگی‌های گل که می‌توان براساس آن نوع سیستم تولید مثلی گیاه را تعیین کرد بلوغ همزمان و غیرهمزمان اندام‌های جنسی نر و ماده است، جدایی زمانی یعنی اندام‌های نر و ماده در زمان‌های مختلفی بالغ شوند و جدایی مکانی یعنی ارتباط بین کلاله و پرچم‌ها ممکن نباشد به طوری که کلاله در سطح بالاتری نسبت به پرچم‌ها قرار داشته باشد. زمانی که کلاله با بساک در یک سطح باشند، تماس بین آن‌ها ممکن به نظر می‌رسد، بنابراین امکان خود لقاحی در آن‌ها وجود دارد، درحالی که اگر از هم جدا باشند امکان ارتباط بین آن‌ها وجود ندارد و به سوی

دسته‌ای (Tufted) مشاهده شد (شکل ۴). لوپز و همکاران (Lopez et al., 1999) با مطالعه روی برخی از گونه‌های زیرخانواده *Genistee*، عنوان کردند که شکل کلاله با نوع سیستم گرده‌افشانی در ارتباط است، به عنوان مثال گونه‌هایی که مکانسیم گرده‌افشانی آن‌ها از نوع Pump است، نوع کلاله آن‌ها کروی و گونه‌هایی که مکانسیم گرده‌افشانی آن‌ها از نوع Explosive است، کلاله آن‌ها از نوع دسته‌ای است. تمامی گونه‌های مورد مطالعه دارای ده پرچم دیادلف بودند، به طوری که نه تای آن‌ها با یک‌دیگر تشکیل یک میله را می‌دهند که طول بخش آزاد میله کوتاه‌تر بوده و دهمین پرچم دارای میله جداگانه است (شکل ۳). طول میله پرچم در



شکل ۴- خامه و کلاله در گونه‌های مختلف *Onobrychis*  
 Fig. 4. Style and stigma in different species of *Onobrychis*



شکل ۵- وضعیت مادگی و پرچم‌ها در گونه *O. crista-galli* (A)، و گونه *O. viciaefolia* (B)  
 Fig. 5. Situation of pistil and stamens in *O. crista-galli* (A), and *O. viciaefolia* (B)

دلیل این که در دو گونه *O. viciaefolia* و *O. altissima* طول خامه بلندتر است، امکان خود لقاحی در آنها وجود ندارد در حالی که

دگر لقاحی می‌روند (Cruden, 1977)؛ (Navarro and Guitia, 2002). براساس نتایج تحقیق حاضر (جدول ۴ و شکل ۵) به



جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف گونه‌های اسپرس  
Table 2. Variance analysis of different traits in species of *Onobrychis*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS				
			تعداد دانه گرده Pollen number	نسبت دانه گرده به تخمک Pollen/ovule ratio	وزن گل Flower weight	اندازه سطح دانه گرده Pollen surface size	طول تخمدان Ovary length
Replication	تکرار	2	1212158.94 <sup>ns</sup>	1241775.48 <sup>ns</sup>	0.00000003 <sup>ns</sup>	1600.77 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>
Treatment	تیمار	12	150707235.8**	164244952.96**	0.000001**	23003.95**	0.35**
Error	خطا	24	736858.67	680428.02	0.00000002	4566.35	0.01
CV%	ضریب تغییرات		16.08	17.66	8.98	9.09	10.39

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS				
			طول خامه Style length	طول گل Flower length	طول بساک Anther length	طول میله پرچم Filament length	طول کاسبرگ Sepal length
Replication	تکرار	2	19.02 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.0007 <sup>ns</sup>	4.99 <sup>ns</sup>	6.05 <sup>ns</sup>
Treatment	تیمار	12	0.29**	22.19**	0.005*	0.50**	0.64**
Error	خطا	24	0.32	0.26	0.001	0.11	0.31
CV%	ضریب تغییرات		11.87	6.99	16.82	6.14	11.28

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% probability, levels, respectively.

بین گونه‌ها و جمعیت‌های یکساله تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۳)، اما در بین گونه‌های یکساله و چند ساله تفاوت معنی داری از نظر این صفت مشاهده شد. تعداد تخمک بین ۱ در گونه‌های زراعی و چند ساله *O. altissima* و *O. viciaefolia* و همچنین گونه‌های یکساله *O. caput-galli*، *O. micrantha* و *O. pulchella* تا ۳ در دو جمعیت 400 *O. crista-galli* و 387(2) *O. crista-galli* متغیر بود (جدول ۳). نتایج به دست آمده نشان داد که از نظر تعداد تخمک در گل نه تنها در بین گونه‌های مختلف بلکه در بین جمعیت‌های مختلف نیز تفاوت وجود داشت. براساس نظریه وینز (Wiens, 1984) اندازه میوه خشک در

در سایر گونه‌ها به دلیل ارتباط مکانی بین کلاله و بساک امکان خود لقاحی وجود دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین گونه‌ها از نظر کلیه صفات به جز طول بساک که در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود، اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مربوط به گل در گونه‌های مورد مطالعه اسپرس بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ (جدول ۳) نشان داد که میانگین تعداد دانه گرده بین ۲۲۲۱۱ در گونه *O. viciaefolia* تا ۱۶۸۶/۶۶ در گونه *O. micrantha* متغیر بود. بر اساس این نتایج از نظر میانگین تعداد دانه گرده در یک گل در

جدول ۳- فرم رویشی و مقایسه میانگین صفات مختلف گونه‌های اسپرس

Table 3. Growth habit and mean comparison of different traits in species of *Onobrychis*

گونه، جمعیت	فرم رویشی	تعداد تخمک	تعداد دانه گرده	نسبت دانه گرده به تخمک	وزن گل	اندازه سطح دانه گرده	طول خامه	طول گل	طول بساک	طول میله پرچم	طول کاسبرگ
Species, population	Growth habit	Ovule number	Pollen number	Pollen/ovule ratio	Flower weigh (g)	Pollen surface size (mm)	Style length (mm)	Flower length (mm)	Anther length (mm)	Filament length (mm)	Sepal length (mm)
<i>O. viciaefolia</i>	علفی، چند ساله Herbaceous, perennial	1	22211a	22211.00a	0.0028a	684.84cd	10.50a	13.04a	0.29a	8.14a	6.44ab
<i>O. altissima</i>	علفی، چند ساله Herbaceous, perennial	1	20300b	20300.00b	0.0029a	646.51d	10.45a	12.71a	0.28a	7.97a	6.59ab
<i>O. crista-galli</i> 187	یکساله Annual	2	2243cd	1121.70de	0.0018bc	640.85d	3.76b	8.00bc	0.25abc	6.06b	6.60a
<i>O. crista-galli</i> 191	یکساله Annual	2	2350cd	1175.00de	0.0018bc	733.10cd	3.93b	7.17cd	0.27a	5.10cde	6.56a
<i>O. crista-galli</i> 387(1)	یکساله Annual	2	2470cd	1235.00de	0.0018b	740.74cd	3.76b	7.00d	0.26ab	5.03cdef	6.23ab
<i>O. crista-galli</i> 387(2)	یکساله Annual	3	2520cd	840.00e	0.0012d	763.19bcd	3.66b	4.76f	0.17bc	4.26g	3.93c
<i>O. crista-galli</i> 389	یکساله Annual	2	2443cd	1221.70de	0.0016c	793.28bc	3.66b	7.73bcd	0.30a	5.26cd	5.56ab
<i>O. crista-galli</i> 400	یکساله Annual	3	3373c	1124.44de	0.0018bc	717.94cd	4.10b	8.50b	0.27a	5.66bc	5.40b
<i>O. caput-galli</i> 406	یکساله Annual	1	2283cd	2283.33cde	0.0010de	647.66d	3.80b	5.26ef	0.31a	4.51efg	3.31c
<i>O. caput-galli</i> 547	یکساله Annual	1	2963cd	2963.33c	0.0011de	709.55cd	3.60b	4.73f	0.30a	4.43fg	3.30c
<i>O. micrantha</i>	یکساله Annual	1	1686d	1686.66cde	0.0010ed	770.82bcd	3.84b	5.97e	0.17c	4.76defg	4.22c
<i>O. pullchela</i>	یکساله Annual	1	2610cd	2610.00cd	0.0009ed	935.70a	3.57b	5.43ef	0.25abc	4.95def	3.50c
<i>O. pullchela</i> 29	یکساله Annual	1	1930cd	1930.00cde	0.0009e	873.72ab	3.9b	5.86e	0.26a	4.16g	3.31c

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند (آزمون توکی).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to Tukey test.

۲۱۰۸ تا ۱۹۵۲۳ مشاهده کرد. با توجه به نتایج ذکر شده در جدول ۳ و بر اساس طبقه‌بندی کرودن (Cruden, 1977)، دو گونه زراعی و چند ساله *O. viciaefolia* و *O. altissima* جز گیاهان دگر لقاح اجباری و گونه‌های یک‌ساله *O. crista-galli*، *O. caput-galli*، *O. micranta* و *O. pulchella* جز گیاهان دگر لقاح اختیاری محسوب می‌شوند.

نسبت دانه گرده به تخمک در دو گونه زراعی و چند ساله بیشتر از مقداری بود که کرودن (Cruden, 1977) در طبقه‌بندی خود در خصوص گیاهان دگر لقاح اجباری ذکر کرده است. مطالعات قبلی نشان داد. در گیاهانی که گرده مستقیماً از بساک در اختیار حشره قرار می‌گیرد (Primary pollen presentation) نسبت به گیاهانی که گرده در ابتدا روی اندام دیگری از گل مانند خامه یا کلاله قرار گرفته و بعد توسط گرده‌افشان از روی این اندام برداشته و منتقل می‌شود (Secondary pollen presentation)، دارای نسبت بالاتر دانه گرده به تخمک هستند که بر اساس نظریه یو (Yeo, 1993) مربوط به پتانسیل بیشتر انتقال گرده به صورت ثانویه است (Yeo, 1993؛ Howell et al., 1993؛ Cruden, 2000). مطالعات گذشته بر روی گیاهان قبیله Hedysareae نشان داد که گونه *O. viciaefolia* دارای انتقال گرده به صورت اولیه است (Galloni et al., 2007) و نسبت بالاتر دانه گرده به تخمک در دو گونه *O. altissima* و *O. viciaefolia* نسبت به

لگوم‌ها با افزایش تعداد تخمک افزایش می‌یابد و این مطلب در مورد گیاهان دگر لقاح بیشتر صدق می‌کند، زیرا نرخ سقط جنین در آن‌ها بالاتر است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین نوع سیستم تولید مثلی و تعداد تخمک رابطه‌ای وجود ندارد، به طوری که گونه *O. crista-galli* که یک گیاه خود لقاح است، نسبت به دو گونه *O. viciaefolia* و *O. altissima* که دگر لقاح هستند، تعداد بیشتری تخمک داشتند (جدول ۳). میانگین نسبت دانه گرده به تخمک در گونه‌های زراعی و چند ساله *O. viciaefolia* و *O. altissima* به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از گونه‌های یک ساله بود (جدول ۳) که می‌تواند به تعداد زیاد دانه‌های گرده تولید شده و داشتن تنها یک تخمک در این گیاهان مربوط باشد، در حالی که این نسبت در جمعیت‌های یک‌ساله به ویژه در جمعیت‌هایی که تعداد تخمک در آن‌ها دو یا سه عدد بود به شدت کاهش یافته، به طوری که بیشترین و کمترین نسبت دانه گرده به تخمک به ترتیب در جمعیت‌های *O. viciaefolia* (۲۲۲۱۱) و *O. crista-galli* (۳۸۷(۲) (۸۴۰) بود.

بر اساس نظریه کرودن (Cruden, 1977)، می‌توان نسبت دانه گرده به تخمک را در گل‌های کلیستوگام بین ۲/۶ تا ۶/۷، در گل‌های خود لقاح اجباری بین ۱۸/۱ تا ۳۹، در گل‌های خود لقاح اختیاری بین ۳۱/۹ تا ۳۹۶، در گل‌های دگر لقاح اختیاری بین ۲۴۴/۷ تا ۲۵۵۸/۶ و در گل‌های دگر لقاح اجباری بین

یکساله خود سازگار، در حالی که گونه‌های چند ساله عموماً خود ناسازگار و دگر لقاح هستند.

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات، بیشترین وزن گل، طول خامه، طول گل و طول میله پرچم مربوط به گونه‌های چند ساله بود (جدول ۳).

بر اساس نتایج حاصل از همبستگی صفات، طول خامه با صفات تعداد دانه گرده، نسبت دانه گرده به تخمک، وزن گل، طول گل و طول میله پرچم همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۴)، بنابراین گل‌های بلندتر دارای خامه بلندتری نیز هستند. این صفت با اندازه سطح دانه گرده همبستگی معنی‌داری را نشان نداد، براساس نظریه برخی دانشمندان اندازه سطح دانه گرده با طول خامه همبستگی دارد یعنی هر چه سطح دانه گرده بزرگ‌تر باشد، خامه بلندتر خواهد بود، شاید این نظریه بر این اساس باشد که دانه‌های گرده بزرگ‌تر ذخایر بیشتری دارند و این ذخایر به آن‌ها کمک می‌کند که لوله گرده طویل‌تری را تشکیل دهند (Ortega-Olivencia *et al.*, 1997؛ Plitman and Levin, 1990). دانشمندان دیگری بر خلاف نظریه فوق عقیده دارند که رابطه منفی بین این دو صفت وجود دارد و لوله گرده از بافت‌های انتقال دهنده یا کانال خامه تغذیه می‌کند (Amict, 1830؛ Cresti *et al.*, 1992؛ Herrero and Hormaza, 1996).

سایر گونه‌ها می‌تواند به دلیل انتقال گرده به گرده‌افشان به صورت مستقیم از بساک باشد. نسبت دانه گرده به تخمک کمتر در گونه‌های یکساله نسبت به گونه‌های چند ساله موافق با فرضیه عمومی خود سازگاری گونه‌های یکساله و خود ناسازگاری گونه‌های چند ساله است (Plitman and Levin, 1990؛ Parachnowitsch and Elle, 2004؛ Galloni *et al.*, 2007). علت خود سازگاری در گونه‌های یکساله می‌تواند به این دلیل باشد که گونه‌های یکساله زمان کمی برای تولید بذر دارند و خود لقاحی ویژگی است که می‌تواند از یک طرف باعث سازگاری این گونه‌ها و از طرف دیگر باعث کارایی تولید مثلی در آن‌ها شود (Galloni *et al.*, 2007). براساس نظریه محدودیت زمانی، انتظار می‌رود که گونه‌های یکساله خود لقاح، کمترین تخصیص تناسلی را برای جذب گرده‌افشان‌ها داشته باشند و همچنین در آن‌ها نسبت دانه گرده به تخمک کمتر از گونه‌های دگر لقاح باشد (Aarensen, 2000)، بر خلاف آن گونه‌های چند ساله در زمانی بیشترین خسارت را می‌بینند که موفق به دگر لقاحی نشوند (Aarensen, 2000؛ Cruden, 1977). همانند مطالعات قبلی بر روی خانواده لگوم و سایر خانواده‌های گیاهی (Rodri'guez-Rian'õ, *et al.*, 1999b؛ Ben Brahim *et al.*, 2001؛ Lo' Aarensen, 2000؛ Jurgens *et al.*, 2002؛ Galloni *et al.*, 2007) نتایج ذکر شده موید این فرض است که گونه‌های

جدول ۴- همبستگی بین صفات مختلف در گونه‌های اسپرس  
 Tabla 4. Correlation between different traits in species of *Onobrychis*

صفات Traits	تعداد تخمک Ovule number	نسبت دانه گرده به تخمک Pollen/ovule ratio	وزن گل Flower weight	اندازه سطح دانه گرده Pollen surface size	طول خامه Style length	طول گل Flower length	طول بساک Anther length	طول میله پرچم Filament length	طول کاسبرگ Sepal length
Pollen number	-0.328	0.995**	0.844**	-0.411	0.996**	0.899**	0.230	0.914**	0.476
Ovule number		-0.421	0.052	-0.177	-0.338	-0.113	-0.285	-0.148	0.278
Pollen/ovule ratio			0.798**	-0.378	0.991**	0.868**	0.240	0.887**	0.416
Flower weigh				-0.605*	0.848**	0.952**	0.253	0.941**	0.853**
Pollen surface size					-0.420	-0.482	-0.202	-0.516	-0.537
Ovary length					-0.132	0.111	-0.335	0.042	0.457
Style length						0.908**	0.206	0.911**	0.490
Flower length							0.268	0.973**	0.750**
Anther length								0.273	0.113
Filament length									0.721**

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

\* and \*\*: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

شده تا ترشحات سطحی چسبناکی را آزاد کنند، که این ترشحات شامل پروتئین‌ها، لیپیدها، پلی‌ساکاریدها و رنگدانه‌ها می‌باشند. در کلاله خشک سلول‌های سطحی به سمت بیرون برآمدگی‌های پایلامانندی را تشکیل می‌دهند، که در این برآمدگی‌ها دیواره اولیه، کوتین و پوسته نازک پروتئینی دیده می‌شود (Edlund *et al.*, 2004).

خود ناسازگاری فرآیندی است که مانع خود لقاحی می‌شود، بدین جهت مطالعات گسترده‌ای بر روی سطح کلاله در گیاهانی که خود ناسازگارند انجام شده است. خود ناسازگاری در سطح کلاله برای گرده خودی به عللی مانند عدم آبیگری، رویش و تخریب لوله گرده است (Nasrallah, 2000؛ Wheeler *et al.*, 2001؛ Silva and Goring, 2001؛ Hiscock and McInnis, 2003؛ Kao and Tsukamoto, 2004). بررسی‌های گذشته نفوذ ناپذیری در غشاء سطح کلاله در جنس‌های مختلف مشاهده شده بود (Heslop-Harrison and Heslop-Harrison, 1983؛ De Las Heras *et al.*, 2001؛ Yeo, 1993). که نشان دهنده این موضوع است که اپیدرم کلاله توسط کوتین از سلول‌هایی که آن را به وجود می‌آورند جدا می‌شود (Yeo, 1993). همچنین در مطالعات گذشته نشان داده شده بود که کوتین معمولاً در گونه‌های خود لقاح خود به خود شکسته می‌شود ولی در گونه‌های حشره دوست با درجه‌ای از خود سازگاری تا

وجود به احتمال زیاد لوله گرده برای رشد اولیه خود از ذخایر دانه گرده و سپس در ادامه رشد خود از بافت‌های انتقال دهنده و کانال خامه استفاده می‌کند. همان گونه که ذکر شد نتایج تحقیق حاضر همبستگی معنی‌داری بین اندازه سطح دانه گرده و طول خامه نشان نداد، به طوری که گونه *O. viciaefolia* که دارای خامه بلندتری است، میانگین سطح دانه گرده آن حدود ۶۸۴/۸۴ میکرومتر مربع بود، در صورتی که در گونه‌های یکساله که طول خامه بسیار کوتاه‌تر بود، میانگین سطح دانه گرده بین ۶۴۰/۸۵ تا ۹۳۵/۷۰ میکرومتر مربع متغیر بود (جدول ۳). بین تعداد تخمک و طول تخمدان همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴)، همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه گرده و نسبت دانه گرده به تخمک، وزن گل، طول خامه، طول گل و طول میله پرچم مشاهده شد (جدول ۴).

با انجام آزمون حضور کوتین در سطح کلاله مشخص شد که در تمامی گونه‌های مورد مطالعه کوتین در سطح کلاله در غنچه گل وجود داشته و مانع نفوذ رنگ قرمز خنثی به فضای بین سلولی شد، ولی در گل‌های بالغ و در غنچه‌هایی که سطح کلاله دست‌کاری شده بود، مشاهده شد که رنگ به فضای بین سلول‌های خامه نفوذ کرده و نشان دهنده این موضوع است که کوتین در سطح کلاله آن‌ها وجود دارد (جدول ۵). به طور کلی دو نوع کلاله خشک و مرطوب وجود دارد. در کلاله مرطوب سلول‌های سطحی کلاله اغلب تجزیه

جدول ۵- حضور کوتین در سطح کلاله گونه‌های *Onobrychis*  
Table 5. Presence of cutin on stigma of *Onobrychis* species

گونه Species	کوتین سطح کلاله Stigmatic cutin		
	مرحله ۱ Stage 1	مرحله ۲ Stage 2	مرحله ۳ Stage 3
<i>O. viciaefolia</i>	+	-	-
<i>O. altissima</i>	+	-	-
<i>O. crista-galli</i>	+	-	-
<i>O. caput-galli</i>	+	-	-
<i>O. micrantha</i>	+	-	-
<i>O. pulchella</i>	+	-	-

+ : وجود کوتین در سطح کلاله؛ - : عدم وجود کوتین در سطح کلاله؛ مرحله ۱: غنچه گل سالم؛

مرحله ۲: غنچه گل که سطح کلاله در آن دست کاری شده است؛ مرحله ۳: گل بالغ باز شده.

+ : Presence of cutin on stigma; - : absence of cutin on stigma;  
stage 1: safe bloom; stage 2: bloom that touching up stigma and  
stage; 3: adult flower.

مکانیکی از بین برود، باقی می ماند و زمانی که از بین می رود به دانه گرده اجازه جذب آب و رشد در فضای بین سلولی کلاله را می دهد (Rodríguez-Rian˜o *et al.*, 1999a,b; Yeo, 1993; Galloni *et al.*, 2007).

با توجه به نتایج حاصل از بررسی تفاوت بین تیمارهای مختلف گرده‌افشانی با استفاده از آزمون t و تاثیر هر یک بر تعداد گل، نسبت میوه به گل و نسبت دانه به تخمک (جدول‌های ۶ و ۷) مشاهده شد که، نسبت میوه به گل در شرایط گرده‌افشانی طبیعی (بدون ایزوله) در دو گونه *O. viciaefolia* و *O. altissima* به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از شرایط ایزوله (خود گرده‌افشانی دستی و خود گرده‌افشانی) بود و این نسبت در شرایط ایزوله و عدم فعالیت حشره به طور چشمگیری کاهش

زمانی که توسط حشره تخریب نشود باقی می ماند و این باعث پائین آمدن احتمال خود لقاحی در گونه‌های حشره دوست می شود (Rodríguez-Rian˜o *et al.*, 1999a; De Las Heras *et al.*, 2001). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که کوتین در سطح کلاله تمامی گونه‌های مورد بررسی در زمانی که غنچه هستند وجود دارد و زمانی که بالغ می شوند از بین می رود و در گونه‌های یکساله با توجه به مطالعات گذشته می تواند به دلیل اثر فعالیت‌های آنزیمی سطح کلاله و در گونه‌های چند ساله به دلیل فعالیت حشره باشد. اما به طور کلی می توان گفت که حضور کوتین در سطح کلاله به خصوص در مورد گونه‌های حشره دوست مانع رشد دانه گرده خودی می شود و کوتین معمولاً تا زمانی که به طور

جدول ۶- نتایج آزمون‌های مزرعه‌ای در حالت‌های گرده‌افشانی طبیعی، خود گرده‌افشانی و خود گرده‌افشانی دستی  
 Table 6. The results of field tests in natural pollination, spontaneous pollination and hand self pollination

Species گونه‌ها	تیمار گرده افشانی Pollination treatment								
	گرده افشانی طبیعی Natural pollination			خود گرده افشانی Spontaneous self-pollination			خود گرده افشانی دستی Hand self-pollination		
	تعداد گل	نسبت میوه به گل	نسبت دانه به تخمک	تعداد گل	نسبت میوه به گل	نسبت دانه به تخمک	تعداد گل	نسبت میوه به گل	نسبت دانه به تخمک
	Flower number	Legume/flower ratio	Seed/ovule ratio	Flower number	Legume/flower ratio	Seed/ovule ratio	Flower number	Legume/flower ratio	Seed/ovule ratio
<i>O. viciaefolia</i>	1091	51.60±2.21	85.24±2.48	1550	1.03±0.11	11.1±19.22	65	52.17±4.50	76.24±5.93
<i>O. altissima</i>	1079	54.40±1.30	86.88±4.56	1434	0.695±0.48	16.66±28.86	70	57.14±8.04	74.71±4.62
<i>O. crista-galli</i>	100	67.56±10.13	78.33±10.14	173	46.82±0.92	51.4±1.47	35	62.85±4.21	68.44±5.14
<i>O. caput-galli</i>	200	67.43±6.41	66.38±3.75	205	478±1.28	51.95±1.80	30	63.33±5.77	68.24±2.48

جدول ۷- تفاوت بین تیمارهای گرده‌افشانی اعمال شده  
 Table 7. Differences between pollination treatments

Species گونه‌ها	گرده افشانی طبیعی Natural pollination		خود گرده افشانی Spontaneous self-pollination		خود گرده افشانی دستی Hand self-pollination	
	نسبت میوه به گل	نسبت دانه به تخمک	نسبت میوه به گل	نسبت دانه به تخمک	نسبت میوه به گل	نسبت دانه به تخمک
	Legume/flower ratio	Seed/ovule ratio	Legume/flower ratio	Seed/ovule ratio	Legume/flower ratio	Seed/ovule ratio
<i>O. viciaefolia</i>	**	**	ns	ns	**	**
<i>O. altissima</i>	**	**	ns	ns	**	*
<i>O. crista-galli</i>	**	*	ns	ns	**	*
<i>O. caput-galli</i>	**	ns	ns	ns	*	ns

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۵٪ و ۰.۱٪.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



حالت طبیعی یا زمانی که در گلخانه، زنبور عسل وجود داشته باشد، بیشترین میزان دانه را تولید می‌کنند و برعکس در مطالعه‌ای بر روی دو گونه از جنس *Abrus* مشاهده کردند که این دو گونه خودلقاح هستند و هم در حالت ایزوله و هم در حالت طبیعی میوه تولید می‌کنند (Agbagwa and Obute, 2007). با توجه به مطالعات مشابه گذشته انجام شده بر روی گونه‌های یکساله و چند ساله تیره Fabaceae می‌توان گفت که گیاهان چند ساله، دگرلقاح اجباری هستند و حضور حشره برای آن‌ها ضروری است در حالی که گونه‌های یک ساله اتوگام و خود سازگار هستند (Plitman and Levin, 1990؛ Parachnowitsch and Elle, 2004؛ Nair et al., 2004؛ Galloni et al., 2007). بنا بر تعریف کرودن (Cruden, 1977) و دورکا (Durka, 2002) گیاهانی را می‌توان دگرلقاح اختیاری نام نهاد که عمدتاً دگرلقاح باشند، اما خود لقاحی نیز در آن‌ها ممکن باشد و گیاهانی را می‌توان خود لقاح اختیاری نامید که عمدتاً خود لقاح بوده ولی دگرلقاحی نیز در آن‌ها ممکن باشد (Cruden et al., 1989). با توجه به تعریف خود لقاح اختیاری و دگرلقاح اختیاری و نظر به این که در زیر تیره Faboideae گونه‌های چوبی و چند ساله عموماً دگرلقاح و گونه‌های یکساله و دو ساله خود لقاح هستند (Tandon et al., 2003). بنابراین گونه‌های یکساله تحقیق حاضر در طبقه‌بندی بر اساس نظریه کرودن

یافت، به طوری که در *O. viciaefolia* حدود ۱ درصد و در *O. altissima* حدود ۰/۷ درصد بود. همچنین میزان دانه تولید شده نسبت به تخمک در دو گونه زراعی و چند ساله در صورت عدم وجود حشره (ایزوله کامل) بسیار کم بود، همان گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود این نسبت در حالت خود گرده‌افشانی (Spontaneous self pollination) در *O. viciaefolia* حدود ۱۱ درصد و در *O. altissima* حدود ۱۷ درصد بود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت در این دو گونه وجود حشره برای گرده‌افشانی ضروری به نظر می‌رسد و در صورت نبود حشره تقریباً هیچ دانه‌ای تولید نمی‌شود. ولی در دو گونه یک ساله *O. crista-galli* و *O. caput-galli* نتایج به دست آمده نشان داد که در شرایط ایزوله در مقایسه با شرایط طبیعی نسبت میوه به گل و همچنین نسبت دانه به تخمک کاهش می‌یابد ولی کاهش آن به گونه‌ای نیست که بتوان گفت که فعالیت حشره برای این گیاهان ضروری است و این گیاهان دگرلقاح هستند (جدول ۶). در مطالعات جداگانه بر روی برخی از جنس‌های تیره Fabaceae مانند *Trigonella*، *Cytiseae* و تعدادی از گونه‌های چند ساله این تیره، این نتیجه به دست آمد، زمانی که حشره از محیط حذف می‌شود و گل‌ها ایزوله کامل هستند، هیچ گونه دانه‌ای تولید نمی‌شود، ولی زمانی که گل‌های ایزوله شده به طور دستی گرده‌افشانی می‌شوند، یا در

بر اساس آزمایش‌های مزرعه‌ای و نظریه  
کرودن (Cruden, 1977)، دو گونه زراعی و  
چند ساله *O. altissima* و *O. viciaefolia*  
دگر لقاح بوده و فعالیت حشره برای تولید دانه  
و میوه در آن‌ها ضروری است.

(Cruden, 1977) جزء گیاهان دگر لقاح  
اختیاری هستند ولی بر اساس آزمایش‌های  
مزرعه‌ای دو گونه *O. crista-galli* و  
*O. caput-galli* جزء گیاهان خودلقاح  
محسوب می‌شوند و وجود حشره برای تولید  
دانه و میوه در آن‌ها ضروری نیست، همچنین

## References

- Aarensen, L. W. 2000.** Why are most selfers annuals? A new hypothesis for the fitness benefit of selfing. *Oikos* 89: 606–612.
- Agbagwa, I., and Obute, G. 2007.** Breeding system and pollination ecology of two *Abrus* species (Fabaceae) from tropical West Africa. *Acta Botanica Croatica* 66 (2): 205-216.
- Amict, J. B. 1830.** Note sur le mode d'action du pollen sur le stigmate; extrait d' une letter de M. AMICT à M. MIRBEL. *Ann. Sci. Nat.* 21: 329–332.
- Ben Brahim, N., Combes, D., and Marrakchi, M. 2001.** Autogamy and allogamy in genus *Lathyrus*. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 2: 21-26.
- Bullita, S., Floris, R., Hayward, M. D., and Veronesi, F. 1993.** The reproductive system of a *Lolium rigidum* Gaud. population from Sardinia and its implication for breeding. *Plant Breeding* 111: 312–317.
- Cresti, M., Blackmore, S., and Vanwent, J. L., 1992.** Atlas of Sexual Reproduction in Flowering Plants. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Cruden, R. W. 1977.** Pollen/ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31: 32–46.
- Cruden, R. W. 2000.** Pollen grains: why so many? *Plant Systematic and Evolution* 222: 143–165.
- Cruden, R. W., Lyon, D. L., Bock, J. H., and Linhart, Y. B. 1989.** Facultative xenogamy: Examination of a mixed mating system. pp. 171-207. In: Bock, J. H., and Linhart, Y. B. (eds.), *The Evolutionary Ecology of Plants*. Westview Press, San Francisco, USA.
- Cruden, R. W., and Miller-Ward, S. 1981.** Pollen-ovule ratio, pollen size, and the ratio of stigmatic area to the pollen-bearing area of the pollinator: an hypothesis. *Evolution* 35: 964-974.
- Dafni, A. 1992.** *Pollination Ecology: A Practical Approach*. Oxford University Press, Oxford, UK.

- De Las Heras, M. A., Hidalgo, P., and Ubera, J. 2001.** Stigmatic cuticle in *Hedysarum glomeratum*: structure and function. *International Journal of Developmental Biology* 45(S1): 41-42.
- Durka, W. 2002.** Blüten- und Reproduktionsbiologie. pp. 133-175. In: Klotz, S., Kühn, I., and Durka, W. (eds.) *Biolflor - Eine Datenbank mit Biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland*. Bonn, Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz, Deutschland.
- Edlund, A., Swanson, R., and Preuss, D. 2004.** Pollen and stigma structure and function: The role of diversity in pollination. *The Plant Cell* 16 (Suppl. 1): 84-97.
- Erdtman, G. 1969.** *Handbook of Palynology: Morphology, Taxonomy, Ecology*. Munksgaard; Copenhagen, Denmark. 486 pp.
- Gallardo, R., Dominguez, E., and Munoz, J. M. 1994.** Pollen-ovule ratio, pollen size, and breeding system in *Astragalus* (Fabaceae) subgenus *Epiglottis*: a pollen and seed allocation approach. *American Journal of Botany* 81 (12): 1611-1619.
- Galloni, M., Podda, L., Vivarelli, D., and Cristofolini, G. 2007.** Pollen presentation, pollen-ovule ratios, and other reproductive traits in Mediterranean legumes (Fam. Fabaceae - Subfam. Faboideae). *Plant Systematic and Evolution* 266: 147-164.
- Götzenberger, L., Kühn, I., Hensen, I., and Oberprieler, C. H. 2008.** Comparative biology of the pollen-ovule ratio. *Evolutionary Ecology Research* 9: 1145-1161.
- Hamrick, J. L., and Godt, M. J. W. 1989.** Allozyme diversity in plant species. pp. 44-46. In: Brown, A. D. H., Clegg, M. T., Kahler, A. L., and Weir, B. S. (eds.) *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources*. Sinauer, Sunderland, MA.
- Herrero, M., and Hormaze, J. I. 1996.** Pistil strategies controlling pollen tube growth. *Sexual Plant Reproduction* 9: 343-347.
- Heslop-Harrison, J., and Heslop-Harrison, Y. 1983.** Pollen-stigma interaction in the Leguminosae: the organization of the stigma in *Trifolium pretense* L. *Annals of Botany* 51: 571-583.
- Hiscock, S. J., and McInnis, S. M. 2003.** The diversity of self-incompatibility systems in flowering plants. *Plant Biology* 5: 23-32.
- Howell, G. J., Slater, A. T., and Knox, R. B. 1993.** Secondary pollen presentation in angiosperms and its biological significance. *Australian Journal of Botany* 41: 417-438.
- Jurgens, A., Witt, T., and Gottsberger, G. 2002.** Pollen grain numbers, ovule numbers and pollen-ovule ratios in Caryophylloideae: correlation with breeding system, pollination, life form, style number, and sexual system. *Sexual Plant*

Reproduction 14: 279–289.

- Kao, T. H., and Tsukamoto, T. 2004.** The molecular and genetic bases of S-RNase-based self-incompatibility. *Plant Cell* 16 (Suppl. 1): 72-83.
- Lavin, M., and Delgado, A. 1990.** Pollen brush of Papilionoideae (Leguminosae): Morphological variation and systematic utility. *American Journal of Botany* 77: 1294-1312.
- Lopez, J., Rodrigus, T., Ortega-Olivencia, A., Antoniodevesa, J., and Ruiz, T. 1999.** Pollination mechanisms and pollen-ovule ratios in some Genisteeae (Fabaceae) from Southwestern Europe. *Plant Systematic and Evolution* 216: 23–47.
- Lord, E. M., and Heslop-Harrison, Y. 1984.** Pollen-stigma interaction in the Leguminosae: stigma organization and the breeding system in *Vicia faba* L. *Annals of Botany* 54: 827-836.
- Loveless, M. D., and Hamrick, J. L. 1984.** Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 65–95.
- Mione, T., and Anderson, G. J. 1992.** Pollen-ovule ratios and breeding system evolution in *Solanum* section *Basarthrum* (Solanaceae). *American Journal of Botany* 79: 279–287.
- Nair, R., Dundas, I., Wallwork, M., Verlin, D., Waterhouse, L., and Dowling, K. 2004.** Breeding system in a population of *Trigonella balansae* (Leguminosae). *Annals of Botany* 94: 883-888.
- Nasrallah, J. B. 2000.** Cell-cell signaling in the self-incompatibility response. *Current Opinions in Plant Botany* 3: 368-373.
- Navarro, L., and Guitian, J. 2002.** The role of floral biology and breeding system on the reproductive success of the narrow endemic *Petrocoptis viscosa* Rothm. *Bio-Cons* 103: 125-132.
- Ortega-Olivencia, A., Ramos, S., Rodriguez, T., and Devesa, J. 1997.** Floral biometry. floral reward and pollen-ovule ratios in some vicia from Extremadura, Spain. *Edinburgh Journal of Botany* 54: 39-53.
- Parachnowitsch, A. L., and Elle, E. 2004.** Variation in sex allocation and male-female trade-offs in six populations of *Collinsia parviflora* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany* 91: 1200-1207.
- Perez-Banon, C., Juan, A., Petanidou, T., Marcos-Garcia, A., and Crespo, M. B. 2003.** The reproductive ecology of *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (Leguminosae): A bee pollinated plant in Mediterranean island where bees are

- absent. *Plant Systematic and Evolution* 241: 29–46.
- Plitman, U., and Levin, D. A. 1990.** Breeding systems in the Polemoniaceae. *Plant Systematic and Evolution* 170: 205-214.
- Polhill, R. M. 1976.** Genisteae (Adans.) Benth. and related tribes (Leguminosae). *Botanical Systematic* 1: 143-368.
- Rodríguez-Rian˜o, T., Ortega-Olivencia, A., and Devesa, J. A. 1999a.** Reproductive biology in two Genisteae (Papilionideae) endemic of the western Mediterranean region: *Cytisus striatus* and *Retama sphaerocarpa*. *Canadian Journal of Botany* 77: 809-820.
- Rodríguez-Rian˜o, T., Ortega-Olivencia A., and Devesa, J. A. 1999b.** Biología floral en Fabaceae. In: Castro, S. (ed.) *Monografías del Real Jardín Botánico*. *Ruizia* 16: 1-176.
- Silva, N. F., and Goring, D. R. 2001.** Mechanisms of self-incompatibility in flowering plants. *Cellular and Molecular Life Science* 58: 1988-2007.
- Spira T. P., Snow, A. A., Whigham, D. F., and Leak, J. 1992.** Flower visitation, Pollen deposition, and pollen-tube competition in *Hibiscus moscheutos* (Malvaceae). *American Journal of Botany* 79 (4): 428-443.
- Suzuki, N. 2003.** Significance of flower exploding pollination on the reproduction of the Scotch broom *Cytisus scoparius* (Leguminosae). *Ecological Research* 18: 523–532.
- Tandon, R., Shivanna, K. R., and Mohan Ram, H. Y. 2003.** Reproductive biology of *Butea monosperma* (Fabaceae). *Annals of Botany* 92: 715–723.
- Westerkamp, C. 1996.** Pollen in bee-flower relations. Some considerations on melittophily. *Acta Botanica* 109: 325-333.
- Wheeler, M. J., Franklin-Tong, V. E., and Franklin, F. C. H. 2001.** The molecular and genetic basis of pollen-pistil interactions. *New Phytologist* 151: 565-584.
- Wiens, D. 1984.** Ovule survivorship, brood size, life history, breeding systems and reproductive success in plant. *Oecologia* 64: 47-53.
- Yeo, P. 1993.** Secondary pollen presentation. *Plant Systematic and Evolution* Supl. 6: 1–268.



