مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۸، شماره ۲، سال ۱۳۹۱

مطالعه سیستم تولید مثلی و گرده‌افشانی برخی از گونه‌های جنس Onobrychis

Investigation on Reproductive System and Pollination of some Onobrychis Species

فرنگیس قنواتی[۱] و نرجس خمسه[۲]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه ترتیبت 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 ۱-۲۸:** 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 ترپینگ 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.

نویسنده مسئول: f_ganavati83@yahoo.com تلفن: ۰۲۶-۳۲۷۰۱۲۶۰

Archive of SID
www.SID.ir

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؛ Loveless and Hamrick, 1984). سیستم تولید مثلی و مکانیسم گرده‌افشانی گیاه را می‌توان به روش‌های گوناگونی بررسی کرد. کروودن (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 کروودن (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 کروودن، محققین دیگری مثل کروودن و میلر وارد (Cruden and Miller-Ward, 1981)، لورد و مسلوپ- هاریسون (Lord and Meslop-Harrison, 1984)، اسپیرا و همکاران (Spira *et al.*, 1992) و میون 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. کروودن 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 کروودن (۱۹۷۷) دال بر این موضوع که نسبت دانه گرده به تخمک منعکس‌کننده کارایی گرده‌افشانی است، را تایید کرد. با این وجود که نظریه کروودن 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

زیر تیره Faboideae از تیره Fabaceae، دارای گونه‌هایی با گل‌های Papilionoid و جلب کننده حشره (Entomophilous) با سیستم‌های مختلف تولید مثلی، مانند گونه‌های چوبی و چندساله که عموماً دگر لقاح هستند و گونه‌های یکساله و دوساله، خود سازگار و خودلقاح است (Tandon *et al.*, 2003). خودباروری گل‌های Papilionoid می‌تواند توسط خودناسازگاری فیزیولوژیکی یا به وسیله دیکوگامی و موانع مکانیکی انجام شود (Yeo, 1993؛ Perez-Banon *et al.*, 2003؛ Suzuki, 2003). گالونی و همکاران (Galloni *et al.*, 2007) دو نوع مکانسیم جهت رهاسازی دانه گرده توصیف کردند ۱- زمانی که دانه‌های گرده مستقیما از بساک به حشره منتقل می‌شوند (Primary pollen presentation) و ۲- زمانی که ابتدا دانه گرده بر روی قسمتی از گل قرار گرفته و از آن‌جا به گرده‌افشان انتقال می‌یابد (Secondary pollen presentation). چهار مدل اصلی Brush، Piston، Valvular و Explosive توسط محققین برای تیره Fabaceae توصیف شده است. درگرده‌افشانی از نوع Brush بساک‌ها قبل از باز شدن گل‌ها باز می‌شوند و دانه‌های گرده روی کرک‌های خامه یا موهای سطح کلاله قرار می‌گیرند (Lavin and Delgado, 1990). در نوع Piston یا Pump حشره بر روی ناو فشار وارد می‌کند و این فشار روی کلاله و خامه باعث می‌شود 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 می‌کند آن‌ها را به پائین می‌کشد و این عمل باعث می‌شود که پرچم‌ها 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 دانه‌های گرده از بساک رها می‌شوند (Polhill, 1976؛ Westerkamp, 1996).

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

Archive of SID

www.SID.ir

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. crista-galli*، *O. caput-galli*، *O. micrantha*، *O. pulchella*، *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، َ۴۸ °۳۵ 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 قرارگیری پرچم‌ها نسبت به مادگی و وزن خشک اندازه‌گیری 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) اندازه‌گیری و همچنین سطح دانه گرده محاسبه شد.

برای شمارش تعداد دانه گرده و تخمک، پیش از شکفته شدن گل‌ها، غنچه‌های آن‌ها جدا وسریع 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 میلی‌لیتر گلیسیرین، ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪، ۱۵ میلی‌لیتر 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 ماکرولیتری 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

www.SID.ir

تعداد دانه گرده در هر گل، میانگین حاصل در ضریب رقیق سازی (یک میلی‌لیتر) و تعداد بساک‌های یک گل(۱ عدد) ضرب شد. برای شمارش تعداد تخمک در هرگل، 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 گرده افشانی (۱- بر روی جوانه گل۲- جوانه گل و کلاله‌ای که با قلم‌مو روی آن کشیده شده و ۳– گل‌های بالغ در شرایط بازکه به دلیل وجود حشره در محیط در تماس با حشره بوده‌اند) به کار برده شد، و سپس با قرمز خنثی رنگ‌آمیزی 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 قلم مو 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 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 ویژگی های مورفولوژیکی گل نشان داد که رنگ غالب گل‌ها در گونه‌های مورد مطالعه بین صورتی کم رنگ تا پررنگ متغیر بوده وگاهی 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 سایرگونه‌ها اندکی فرورفته بود (شکل ۱). ناو در گونه‌های *O. caput-galli*، *O. pulchella* و *O. micrantha* در انتها برجسته، ولی در گونه‌های *O. viciaefolia*، *O. altissima* و

Archive of SID

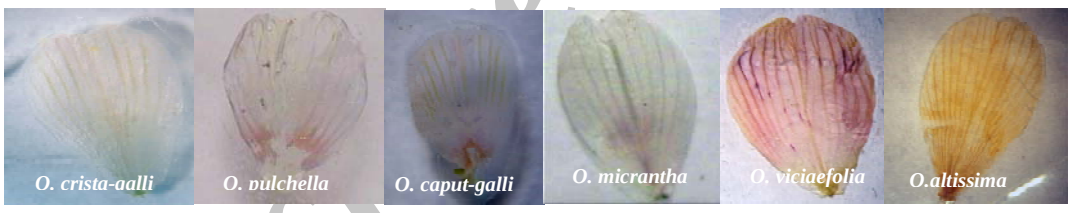
www.SID.ir

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

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

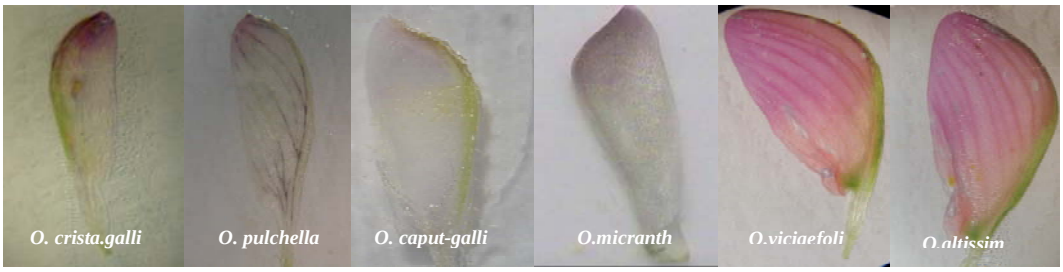


شکل ۱- گلبرگ درفش در گونه‌های مختلف Onobrychis
Fig. 1. Standard in different species of Onobrychis

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 Lopobrychis هستند، اندازه بال کمی کوتاه‌تر از ناو بوده و مطابق با ویژگی‌های مورفولوژیکی گل در بخش Lopobrychis 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. pullchela* کروی و بدون تاج و در سایر گونه‌ها به شکل

Archive of SID

www.SID.ir



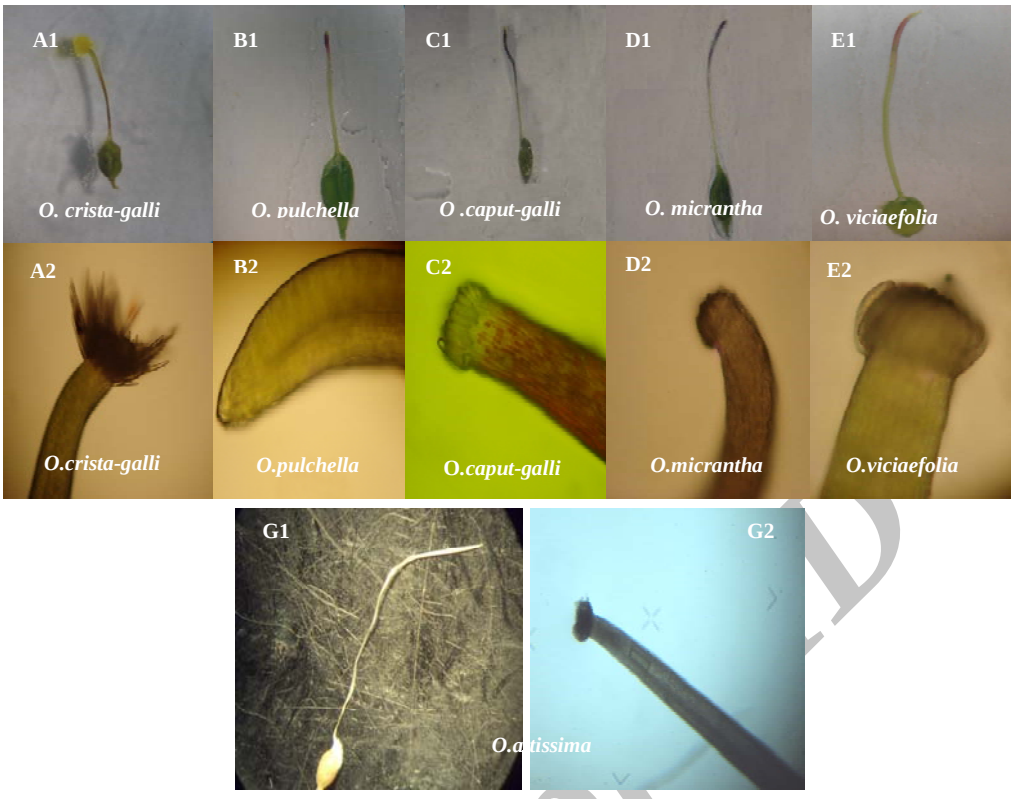
شکل ۲- ناو در گونه‌های مختلف Onobrychis
Fig. 2. Keel in different species of Onobrychis

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

دسته‌ای (Tufted) مشاهده شد (شکل ۴).لوپز و همکاران (Lopez *et al*., 1999) با مطالعه روی برخی از گونه‌های زیرخانواده *Genisteae*، 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 مکانیسم 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 دو گونه *O. viciaefolia* و *O. altissima* کوتاه‌تر از مادگی ولی در سایر گونه‌ها تقریبا 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 وجدایی مکانی یعنی ارتباط بین کلاله و پرچم‌ها ممکن نباشد به طوری‌که 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

Archive of SID

www.SID.ir



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)

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

			میانگین مربعات MS				
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	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^{ns}	1241775.48^{ns}	0.00000003^{ns}	1600.77^{ns}	0.0001^{ns}
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

			میانگین مربعات MS				
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	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^{ns}	0.38^{ns}	0.0007^{ns}	4.99^{ns}	6.05^{ns}
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، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.
ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability, levels, respectively.

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٪ معنی‌دار بود، اختلاف معنی‌داری 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 بین گونه‌ها و جمعیت‌های یکساله تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳)، اما در بین گونه‌های یکساله و چند ساله تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده شد. تعداد تخمک بین ۱ در گونه‌های زراعی و چند ساله *O. viciaefolia* و *O. altissima* و همچنین گونه‌های یکساله *O. caput-galli*، *O. pullchela* و *O. micrantha* تا ۳ در دو جمعیت 400 *O. crista-galli* و *O. crista-galli* 387(2) 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

Archive of SID

www.SID.ir

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* 387(*2*) (۸۴۰) بود.

بر اساس نظریه کروودن (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 ۲۱۰۸ تا ۱۹۵۲۳ مشاهده کرد. با توجه به نتایج ذکر شده در جدول ۳ و بر اساس طبقه‌بندی کروودن (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.pulchella* و *O. micranta* جز گیاهان دگر لقاح اختیاری محسوب می‌شوند.

نسبت دانه گرده به تخمک در دو گونه زراعی و چند ساله بیشتر از مقداری بود که کروودن (Cruden, 1977) در طبقه‌بندی خود در خصوص گیاهان دگر لقاح اجباری ذکر کرده است. مطالعات قبلی نشان داد. درگیاهانی 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. viciaefolia* و *O. altissima* نسبت به

Archive of SID

www.SID.ir

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 (Rodrı´guez-Rian˜o, *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 یکساله خود سازگار، در حالی‌که 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)، با این

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 میکرومترمربع 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 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 پاپیلا مانندی 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 آبگیری، رویش و تخریب لوله گرده است (Nasrallah, 2000؛ Wheeler *et al*., 2001؛ Silva and Goring, 2001؛ Hiscock and McInnis, 2003؛ Kao and Tsukamoto, 2004). در 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

Archive of SID

www.SID.ir

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
O. viciaefolia	+	–	–
O. altissima	+	-	-
O. crista-galli	+	-	-
O. caput-galli	+	-	-
O. micrantha	+	-	-
O. pullchela	+	-	-

+: 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 دست‌کاری 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.

زمانی که توسط حشره تخریب نشود باقی می‌ماند و این باعث پائین آمدن احتمال خود لقاحی در گونه‌های حشره دوست می‌شود (Rodrı´guez-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 می‌شوند از بین می‌رود و در گونه‌های یکساله با توجه به مطالعات گذشته می‌تواند به دلیل اثر فعالیت‌های آنزیمی سطح کلاله و در گونه‌های چند ساله به دلیل فعالیت حشره باشد. اما به طور کلی می‌توان گفت که حضور کوتین در سطح کلاله به خصوص در مورد گونه‌های حشره دوست مانع رشد دانه گرده خودی می‌شود و کوتین معمولا تا زمانی که به طور مکانیکی از بین برود، باقی می‌ماند و زمانی که از بین می‌رود به دانه گرده اجازه جذب آب و رشد در فضای بین سلولی کلاله را می‌دهد (Rodrı´guez-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

Archive of SID

www.SID.ir

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

گونه‌ها Species	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 Flower number	نسبت میوه به گل Legume/flower ratio	نسبت دانه به تخمک Seed/ovule ratio	تعداد گل Flower number	نسبت میوه به گل Legume/flower ratio	نسبت دانه به تخمک Seed/ovule ratio	تعداد گل Flower number	نسبت میوه به گل Legume/flower ratio	نسبت دانه به تخمک Seed/ovule ratio
O. viciaefolia	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
O. altissima	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
O. crista-galli	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
O. caput-galli	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

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

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

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

Archive of SID

www.SID.ir

یافت، به طوری که در *O. viciaefolia* حدود ۱ درصد و در *O. altissima* در 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 تقریبا 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 دگر لقاح هستند (جدول ۶). در مطالعات جداگانه بر روی برخی از جنس‌های تیره Fabaceae مانند Cytiseae، Trigonella 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 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 ضرروی است در حالی که گونه‌های یک ساله اتوگام و خود سازگار هستند (Plitman and Levin, 1990؛ Parachnowitsch and Elle, 2004؛ Galloni *et al.*, 2007؛ Nair *et al.*, 2004).

بنابر تعریف کرودن (Cruden, 1977) و دورکا (Durka, 2002) گیاهانی را می‌توان دگر لقاح اختیاری نام نهاد که عمدتاً دگر لقاح باشند، اما خود لقاحی نیز در آن‌ها ممکن باشد و گیاهانی را می‌توان خود لقاح اختیاری نامید که عمدتاً خود لقاح بوده ولی دگر لقاحی 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 دگر لقاح وگونه‌های یکساله و دو ساله خود لقاح هستند (Tandon *et al.*, 2003). بنابراین گونه‌های یکساله تحقیق حاضر در طبقه‌بندی بر اساس نظریه کرودن

Archive of SID

www.SID.ir

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

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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 Genisteae (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 viscose* 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 Extremdura, 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* (Scrophulariaceaes.l.) American Journal of Botany 91: 1200-1207.

Perez-Banon, C., Juan, A., Petanidou, T., Marcos-Garcıa, 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

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Rodrı´guez-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.

Rodrı´guez-Rian˜ o, T., Ortega-Olivencia A., and Devesa, J. A. 1999b. Biologia floral en Fabaceae. In: Castro, S. (ed.) Monografias del Real Jardin Botanico. 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 competetion 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 melittophyly. 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.

Archive of SID

www.SID.ir