

گرده‌شناسی و ریزساختار سطح بذر گونه‌های سس (*Cuscuta* L.) در استان‌های خراسان

زهرا رنجبر^۱، حمید اجتهادی^۱، جمیل واعظی^{۱*} و فرشید معماریانی^۲

^۱ مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

^۲ مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۸

چکیده

سس (*Cuscuta*) متعلق به تیره پیچک (*Convolvulaceae*)، از گیاهان تمام انگل گلدار است و علف هرز گیاهان زراعی، باغی، وحشی و زینتی می‌باشد و پراکندگی وسیعی در جهان دارد. در این مطالعه ریز ریخت‌شناسی سطح دانه‌های گرده هفت تاکسون و بذر پنج تاکسون از نه تاکسون موجود در استانهای خراسان با استفاده از میکروسکوپ‌های توری و الکترونی نگاره برای مطالعه اهمیت تاکسونومیکی ریزساختار گرده و بذر مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه دانه گرده این تاکسون‌ها نشان داد که در جنس سس گرده‌ها *oblate* و *zonocolpate* هستند و اغلب سه شیاره (*tricolpate*) می‌باشند. *C. epithymum* بزرگترین دانه گرده (طول محور قطبی ۴۴/۰۸۲ و طول محور استوایی ۴۸/۱۸ میکرومتر) می‌باشد. کوچکترین دانه گرده در *C. campestris* (طول محور قطبی ۲۶/۹۷ و طول محور استوایی ۳۰/۹۵ میکرومتر) مشاهده گردید. فراساختار سطح دانه گرده (*ektexine*) در گونه‌های این جنس به صورت خاردار (*echinate*)، شبکه ای ریز (*finely reticulate*) و شبکه‌ای خشن (*coarsely reticulate*) مشاهده شد. بررسی بذر تاکسون‌های مورد مطالعه نیز نشان داد که صفات شکل بذر، شکل دیواره‌های آنتی‌کلینالی و پری‌کلینالی از مهمترین صفات در جدایی این تاکسون‌ها هستند. نتایج نشان داد که صفات ریز ریخت‌شناسی سطح گرده و بذر در تفکیک گونه‌های این جنس مفید می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ریز ریخت‌شناسی، سس، تاکسونومی، میکروسکوپ الکترونی نگاره.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۹۵۴۷۳۷۹۱، پست الکترونیکی: J.vaezi@scu.ac.ir

مقدمه

بخش‌های *Eugrammica*، *Cleistogrammica* و *Lobostigma* است. زیرجنس *Cuscuta* که دارای دو خامه مساوی و کلاله‌های کشیده می‌باشد که چهار بخش *Pachyetigma*، *Cletoconca*، *Epistigma* و *Cuscuta* را شامل می‌شود. تحلیل رفتن صفات ریخت‌شناسی و همسویی این صفات در بین گونه‌ها و تنوع در سطوح پایین‌تر از گونه، جنس *Cuscuta* را در گروهی با مشکلات تاکسونومیکی قرار می‌دهد.

مطالعات گرده‌شناسی به عنوان ابزار تاکسونومیکی مناسبی در گیاهان به‌شمار می‌آیند. Sengupta (۱۴) در مطالعات

سس از گیاهان انگلی گلدار متعلق به تیره پیچک است که بیش از ۱۸۰ گونه دارد. این جنس پراکنش وسیعی در تمام نواحی آب و هوایی جهان داشته اما مرکز تنوع آن در آمریکاست (۱۵).

Yuncker (۱۷) اعضای این جنس را بر اساس ساختار خامه و کلاله در سه زیرجنس قرار می‌دهد. زیرجنس *Monogyma* که دو خامه به هم چسبیده و کلاله تخم مرغی یا مخروطی دارد و شامل دو بخش *Calianche* و *Monogyma* می‌شود. زیرجنس *Grammica* که دارای دو خامه نامساوی و کوتاه و کلاله‌های گرد هستند و شامل

مطالعه کرده پنج گونه از جنس *Cuscuta* در مصر شباهت زیادی را با گرده‌های دیگر اعضاء تیره پیچک نشان داد و بر این اساس نیز نزدیکی و خویشاوندی این دو گروه تأیید می‌شود (۶). مطالعات بیشتر روی اعضاء این تیره و به طور ویژه روی گونه‌های بیشتری از گیاه سس احتمالاً به تعیین دقیق جایگاه سس در تیره پیچک کمک خواهد کرد.

از مطالعات جامع روی گرده‌شناسی این جنس، مطالعه ریخت‌شناسی دانه گرده ۱۴۸ آرایه (۱۳۵ گونه و ۱۳ واریته) با میکروسکوپ الکترونی است که توسط Welsh و همکاران (۱۵) انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که گرده سه شیاره یک صفت اجدادی است، در حالیکه گرده‌هایی با شیار بیشتر تنها در دو دودمان بزرگ از *Cuscuta* یعنی در زیر جنس *Monogyna* و گونه‌هایی از زیر جنس *Grammica* تکامل یافته است و در نتیجه صفات ریخت‌شناسی دانه گرده به تنهایی برای نوسازی و تجدید نظر ارتباطات فیلوژنتیکی کافی نیست، هرچند اطلاعات گرده‌شناسی در سطح گونه در تاکسونومی جنس *Cuscuta* مفید می‌باشد.

در بین صفاتی نظیر اندازه، شکل و رنگ بذر، الگوی سلول‌های اپیدرمی و پراکنش اجزایی مانند کرک، غده و روزنه، صفت الگوی سلول‌های اپیدرمی به ویژه دیواره‌های پری‌کلینالی بیرونی (Cell outer periclinal wall) از صفات متمایزکننده مناسب در سطوح پایین گروه‌های تاکسونومیک می‌باشند (۱). بذرها در جنس *Cuscuta* عموماً صاف و بدون کرک هستند. اندازه بذر گاهی به ۰/۱۶ میلیمتر (*Cuscuta planiflora*) می‌رسد. دیواره آنتی‌کلینالی سلول اپیدرمی برآمده و دیواره پری‌کلینالی خارجی مقعر است (۲).

Abdel Khalik (۲) در مطالعه خود بر روی هشت آرایه از گیاه سس در مصر، سه نوع از مرزهای سلولی آنتی‌کلینالی (Anticlinal cell wall boundaries) و دو نوع مختلف از دیواره‌های سلولی پری‌کلینالی خارجی را در این

خود چهار نوع گرده را بر اساس تعداد و پراکنش منافذ در تیره پیچک (Convolvaceae) مشخص کرد. او با مطالعه دانه گرده ۱۹ گونه از گیاه سس (*Cuscuta* L.) نشان داد که در این جنس، دانه‌های گرده اغلب سه شیاره می‌باشند. مطالعاتی بر روی دانه‌های گرده گونه‌های مختلف جنس *Cuscuta* انجام شده است که بیشتر بر روی ویژگی‌های ساختاری و تزئینات سطح و به طور ویژه با استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی نگاره (SEM) و گذاره (TEM) متمرکز شده است. بعنوان مثال، مطالعه دانه گرده ۱۱ گونه از گیاه سس در پاکستان با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی نگاره نشان داد که دانه‌های گرده در این جنس عموماً دارای تقارن شعاعی، کروی (Spheroidal) تا پهن شده در قطبین (Oblate) و دوک مانند (Prolate) یا تقریباً دوکی شکل هستند. تکتوم نیز به صورت مشبک (reticulate)، چروکیده (regulate) و دارای برجستگی‌های بسیار ریز (scabrate) می‌باشد (۹).

Liao و همکاران (۸) دانه گرده پنج گونه سس را با استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی نگاره و گذاره در تایوان بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که دانه‌های گرده در جنس *Cuscuta* سه تا شش شیاره، zonocolpate پنج شیاره و شیارها دانه‌دار، تکتوم دارای برجستگی‌های بسیار ریز (scabrate) و آرایش سطح اگزین شبکه‌ای یا شبکه‌ای ظریف است. همچنین دانه‌های گرده در این گونه‌ها در دو گروه مشخص قرار می‌گیرند. نوع اول اندازه کوچک، شیارها به صورت دانه‌دار و اگزین شبکه‌ای ظریف (finely reticulate) است که شامل گونه‌های *C. australis*، *C. chinensis* و *C. campestris* می‌شود. نوع دوم اندازه متوسط، شیارها دانه‌دار و اگزین شبکه‌ای دارند و شامل *C. japonica japonica* و *C. japonica var. formosana* var. می‌شود. این تقسیمات مطابق با طبقه‌بندی Yuncker (۱۶) بود؛ به طوری که گونه‌های با گرده نوع اول متعلق به زیر جنس *Grammica* و نوع دوم مربوط به زیر جنس *Monogyna* بودند.

(۱۲)، فلور شرق (۳) و فلور ترکیه (۱۰) شناسایی شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده مربوط به ۸ آرایه شامل *C. monogyna* Vahl، *C. campestris* Yunck، *Aucher*، *C. pedicellata* Ledeb، *C. kotschyana* Boiss، *C. R.Br.*، *C. babylonica* var. *babylonica* ex Choisy، *C. lehmanniana*، *C. epithymum* Murr، *brevistyla* var. *lehmanniana* Bunge. بدلیل تأخیر در زمان نمونه برداری، دانه‌گرده گونه اخیر جمع‌آوری نشده است. به منظور بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی دانه‌های گرده گونه‌های جمع‌آوری شده، ابتدا از روش استولایز (۵) استفاده شد. سپس دانه‌های گرده با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی $100\times$ مشاهده و بررسی گردید. مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها برای مطالعه با میکروسکوپ الکترونی شامل قرارگیری دانه‌های گرده روی استاب‌ها و پوشش سطح دانه‌های گرده توسط دستگاه SPUTTER COATER مدل SC 7620 با لایه نازکی از طلا و پالادیوم به مدت ۱۲۰ ثانیه در محفظه خلأ می‌باشد. نمونه‌ها سپس توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (مدل LEO 1450 VP با قدرت تفکیک ۲/۵ نانومتر و ولتاژ حداکثر ۳۵ کیلوولت) اسکن شدند. میکروگراف دانه‌های گرده با ولتاژ ۱۵ کیلووات و در دو درشت‌نمایی ۱۰۰۰۰ و ۲۵۰۰۰ (برای مشاهده جزئیات دقیق‌تر تریپنات سطح گرده) تهیه شدند. به منظور شناسایی دانه‌های گرده از واژه‌شناسی Punt و همکاران (۱۱) استفاده گردید. صفت شکل گرده براساس تقسیم‌بندی Erdtman (۴) تعیین شده است. با توجه به تغییرات درون گونه‌ای صفات، ۱۰ دانه گرده برای هر گونه انتخاب شده و میانگینی از هر صفت اندازه‌گیری شده مورد استفاده قرار گرفت (جدولهای ۲ و ۳).

در این مطالعه به دلیل عدم دسترسی به بذره‌های رسیده تمام گونه‌ها، تنها بذر گونه‌های *C. monogyna*، *C. campestris*، *C. lehmanniana* var. *lehmanniana*

نمونه‌ها تعریف کرد. او همچنین مشخص کرد که ساختار ثانویه دیواره سلولی از خطی (Striate) تا ریز شبکه‌ای (Micro-reticulate) و صاف تا به طور ظریفی چین‌خورده (Fine folds) متغیر است. او همچنین کلیدی بر اساس صفات ریخت‌شناسی بذر تنظیم کرد. شکل بذر در این جنس به صورت تقریباً کروی (Subglobose)، مستطیلی (Oblong) تا تخم مرغی (Ovoid) می‌باشد. Kanwal و همکاران (۷) نیز نشان دادند که صفات ریخت‌شناسی بذر سس در تفکیک گونه‌ها مفید است.

جایگاه تاکسونومیک *Cuscuta* به علت داشتن صفات تخصص یافته متعدد که متناسب با زندگی انگلی هستند، از جمله کاهش مقدار کلروفیل، برگ‌های فلسی شکل و مکینه‌های تحلیل رفته از گذشته مورد بحث بوده است. تحلیل رفتن صفات ریخت‌شناسی، همسویی این صفات در بین گونه‌ها و وجود تنوع در این صفات در سطح پایین‌تر از گونه از مهمترین مشکلات در تعیین مرزهای تاکسونومیک در این جنس است. تنها صفات مناسب تاکسونومیک صفاتی مانند نوع گل‌آذین، رنگ، شکل و تعداد اجزای گل‌پوش، شکل کلاله، تعداد خامه و نوع شکوفایی کپسول می‌باشد و همین صفات نیز در شناسایی *Cuscuta* نقش کلیدی دارند، اما تشخیص این صفات حتی در نمونه‌های تازه نیز مشکل است. از طرفی اندازه کوچک گل‌ها نیز این مشکلات را دوچندان می‌کند.

در این مطالعه سعی بر این است تا با استفاده از صفات گرده‌شناسی و بذر، به ویژه ریز ساختار سطح گرده و بذر کلید شناسایی مناسب برای تفکیک آرایه‌های این جنس در استانهای خراسان ارائه شود.

مواد و روشها

نمونه‌های جمع‌آوری شده سس در فصول رویشی بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ از استان‌های خراسان با استفاده از منابع مختلف، مانند فلورا ایرانیکا (۱۳)، فلور پاکستان

جنس در استان‌های خراسان مورد بررسی قرار گرفت. *C. epithymum* و *C. babylonica* var. *babylonica* از این

جدول ۱- فهرست نمونه‌های مورد مطالعه و مشخصات آنها

ردیف	گونه	رویشگاه	شماره هرباریومی
۱	<i>C. campestris</i> Yunck.	کلات آب گرم	۱۵۶۵
۲	<i>C. brevistyla</i> R.Br.	بجنورد رنین	۱۵۶۲
۳	<i>C. kotschyana</i> Boiss.	مشهد قله زشک	۱۵۹۵
۴	<i>C. lehmanniana</i> var. <i>lehmanniana</i> Bunge.	سرخس پاسگاه مرزی	۱۵۹۲
۵	<i>C. monogyna</i> Vahl.	قوچان دربادام	۱۵۵۴
۶	<i>C. epithymum</i> Murr.	سرخس روستای قرقره	۱۵۶۳
۷	<i>C. babylonica</i> var. <i>babylonica</i> Aucher ex Choisy.	گزناوه جاده درگز به کلات	۱۵۵۹
۸	<i>C. pedicellata</i> Ledeb.	مشهد روستای فریزی	۱۵۵۸

تیره پیچک سه شکافی و عمدتاً کروی تا تقریباً دوکی بودند (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). در عین حال به طور استثناء در گونه *C. brevistyla* تعداد شیارها چهار عدد می‌باشد. گونه *C. epithymum*، بزرگترین دانه گرده (طول محور قطبی ۴۴/۰۸۲ و طول محور استوایی ۴۸/۱۸ میکرومتر) و بیشترین ضخامت آگزمین را داشت. کوچکترین دانه گرده در گونه *C. campestris* (طول محور قطبی ۲۶/۹۷ و طول محور استوایی ۳۰/۹۵ میکرومتر) مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج مطالعات بذر: بذرها اغلب بسیار کوچک هستند. طول بذرها از ۰/۵ تا ۱/۲ میلی‌متر و عرض آنها از ۰/۵ تا ۱ میلی‌متر متغیر بوده و تنها در دو گونه *C. monogyna* و *C. lehmanniana* طول بذر به ۴ و عرض آن به ۳ میلی‌متر می‌رسد. شکل بذرها تخم مرغی، کروی تا تقریباً بیضی و مستطیلی منقار دار دیده می‌شوند (جدول ۳).

مطالعه ریز ریخت شناسی سطح پوسته بذر با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره نشان داد که تزئینات اپیدرمی می‌تواند دارای ارزش تاکسونومیکی باشد. به طور کلی، سلول‌های اپیدرمی دارای طول و عرض برابر، پنج ضلعی، پنج ضلعی نامنظم و یا خطی و کشیده یک‌سویه می‌باشند.

اندازه گیری صفاتی نظیر طول، عرض و شکل بذر با استفاده از استرنو میکروسکوپ انجام شد. برای بررسی ریزریخت‌شناسی بذر با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره، پس از قراردادن بذرها بر روی استاب‌ها، سطح آنها توسط دستگاه SPUTTER COATER مدل SC 7620 با لایه نازکی از طلا و پالادیوم به مدت ۱۲۰ ثانیه در محفظه خاکی پوشش داده شده و بعد توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (مدل LEO 1450 VP با قدرت تفکیک ۲/۵ نانومتر و ولتاژ حداکثر ۳۵ کیلو ولت) اسکن شدند. تصاویر مربوطه در بزرگنمایی‌های مختلف با ولتاژ ۱۵ کیلوولت تهیه شدند. درشت‌نمایی ۵۰۰ نمایشگر نمای کلی بذر بوده و درشت‌نمایی ۱۰۰۰ تزئینات سطح بذر را نشان داد. در نهایت صفات شکل سلول‌های اپیدرمی، دیواره‌های آنتی کلینالی و پری کلینالی در این تصاویر مورد بررسی و اندازه گیری قرار گرفتند. از اصطلاحات Abdel Khalik و Van Der Maesen (۱) برای واژه شناسی تزئینات سطح بذر استفاده شد.

نتایج

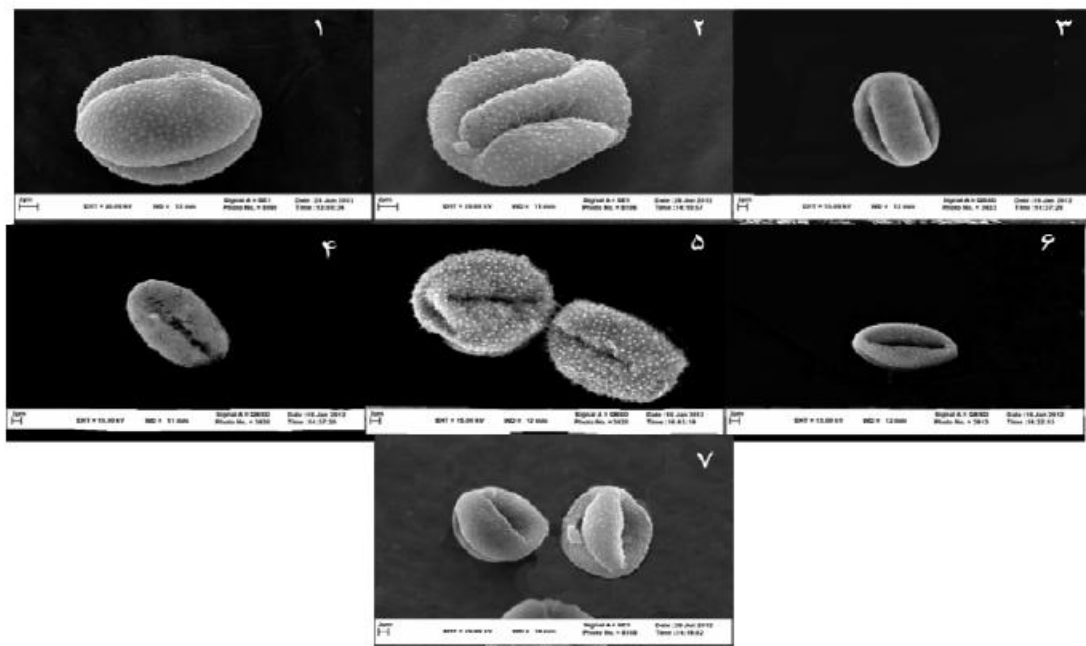
مطالعه گرده‌شناسی با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی نشان داد که دانه‌های گرده همانند سایر گونه‌های

دیواره آنتی کلینالی در مجموع به خوبی توسعه یافته و به شکل خطی تا موج‌دار (sinuous) دیده می‌شوند. دیواره پری کلینالی مقعر تا چروکیده (regulate) و مختلط می‌باشد (شکل ۴).

جدول ۲ صفات کمی و کیفی ارزیابی شده در گرده‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه (مقادیر کمی بر حسب میکرومتر می‌باشند)

نام گونه	طول محور قطبی (P) ± std	طول محور استوایی (E) ± std	نسبت P/E	ضخامت اکزین ± std	تعداد شیار	ترتیب‌ات سطح گرده	شکل گرده
<i>C. campestris</i>	۲۶/۹۷±۰/۳۱۵	۲۰/۹۵±۱/۰۲۳	۰/۸۷۱	۲/۰۲۵±۰/۱۳۳	۳	دانه‌دار	دوکی شکل
<i>C. monogyna</i>	۲۶/۳۰۵±۲/۸۳۰	۴۰/۸۱۵±۱/۰۸۵	۰/۸۸۹	۲/۵۸۲±۰/۵۲۲	۳	شبه‌کدامی حشن	دوکی شکل
<i>C. kotschyana</i>	۲۴/۸۷۴±۱/۳۳۱	۲۶/۴۶۲±۲/۸۴۶	۰/۹۵۲	۲/۸۹۷±۰/۳۹۸	۳	شبه‌کدامی ظریف	تقریباً کروی
<i>C. brevistyla</i>	۲۳/۸۳۴±۲/۳۹۴	۲۴/۴۳۲±۱/۶۷۸	۰/۹۷۵	۲/۶۰۲±۰/۳۸۶	۴	شبه‌کدامی ظریف	کروی
<i>C. pedicellata</i>	۲۱/۳۰۴±۱/۸۶۷	۲۳/۳۱۵±۱/۱۰۵	۰/۹۳۹	۲/۰۲۷±۰/۵۸۳	۳	صاف با کمی خارهای ظریف	دوکی شکل
<i>C. babylonica</i> var. <i>babylonica</i>	۲۷/۸۹۲±۱/۱۱۱	۲۴/۶۳۴±۰/۴۲۱	۰/۸۰۵	۲/۰۲۳±۰/۲۴	۳	شبه‌کدامی ظریف	تقریباً کروی
<i>C. epithymum</i>	۴۴/۰۸۲±۰/۱۲۸	۴۸/۱۸۲±۱/۰۰۱	۰/۹۱۵	۲/۷۶۷±۰/۴۴۳	۳	شبه‌کدامی ظریف	دوکی شکل

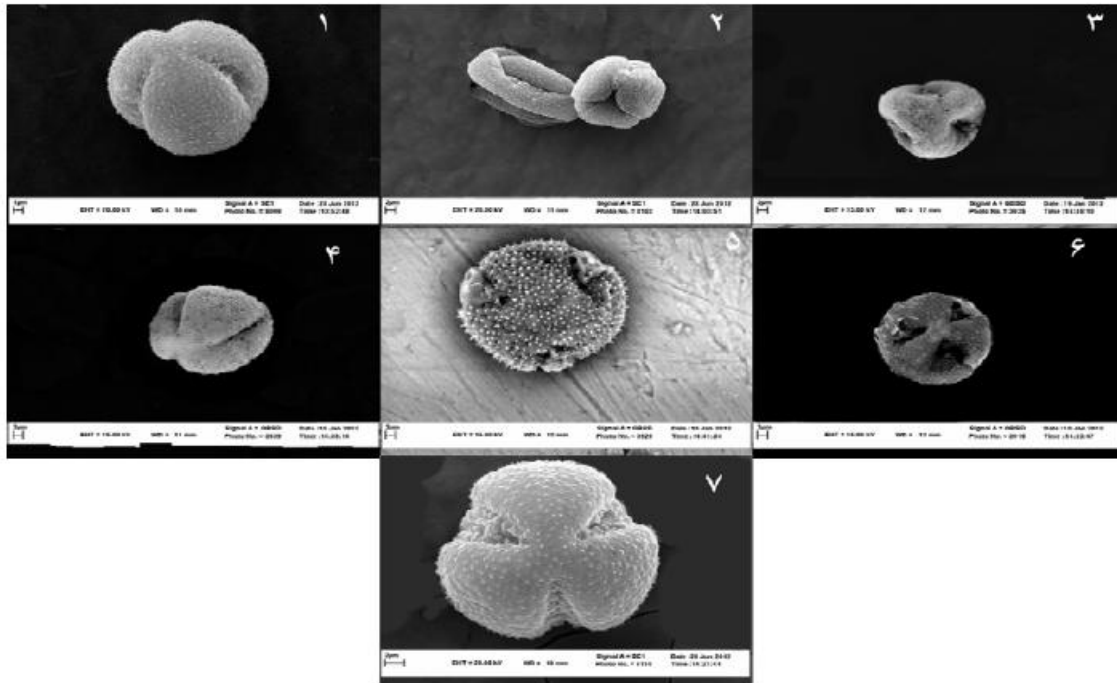
Std: انحراف معیار (standard deviation).



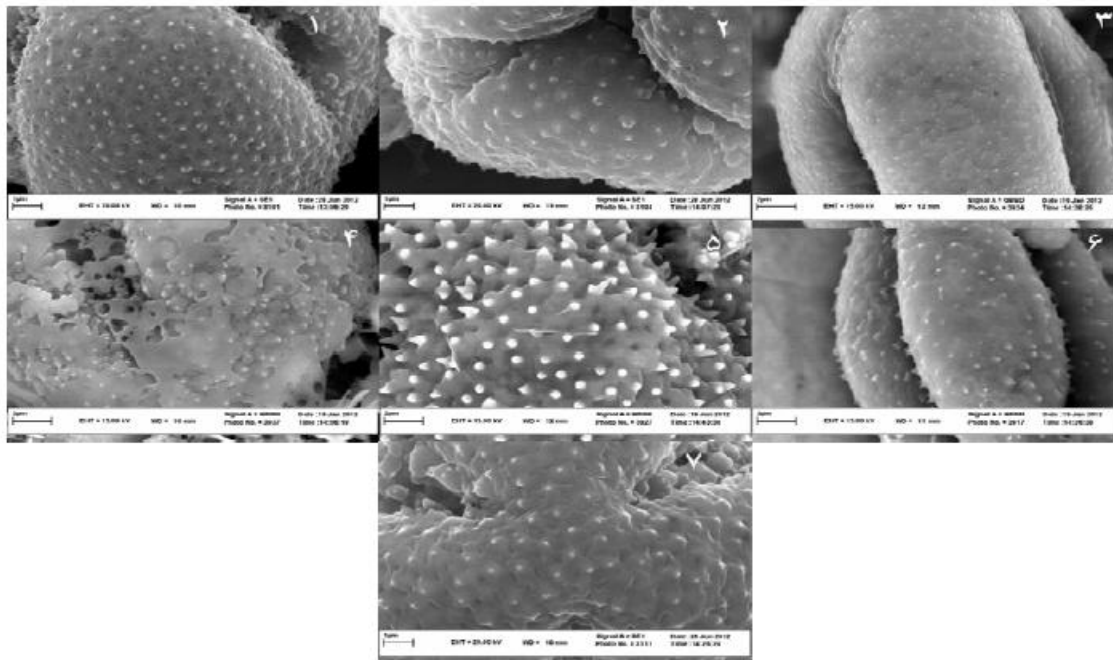
شکل ۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی نمای استوایی گونه‌های مورد مطالعه جنس *Cuscuta* در شمال شرق ایران. ۱: *C. babylonica* var.

C. babylonica; ۲: *C. brevistyla*; ۳: *C. campestris*; ۴: *C. kotschyana*; ۵: *C. monogyna*; ۶: *C. pedicellata*; ۷: *C. epithymum*.

بزرگنمایی ۱۰۰۰۰x.



شکل ۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی نمای قطبی گونه‌های مورد مطالعه جنس *Cuscuta* در شمال شرق ایران: ۱: *C. babylonica* var. *babylonica*; ۲: *C. brevistyla*; ۳: *C. campestris*; ۴: *C. kotschyana*; ۵: *C. monogyna*; ۶: *C. pedicellata*; ۷: *C. epithymum* بزرگنمایی 10000x.



شکل ۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی ریزساختار سطح دانه گونه‌های مورد مطالعه جنس *Cuscuta* در شمال شرق ایران: ۱: *C. babylonica* var. *babylonica*; ۲: *C. brevistyla*; ۳: *C. campestris*; ۴: *C. kotschyana*; ۵: *C. monogyna*; ۶: *C. pedicellata*; ۷: *C. epithymum* بزرگنمایی 25000x.

جدول ۳ صفات بررسی شده در مطالعه بذر تاکسون‌های مورد مطالعه جنس *Cuscuta* در شمال شرقی ایران

نام گونه	شکل بذر	طول بذر به میلیمتر	عرض بذر به میلیمتر	شکل سلول‌های اپیدرمی	دیواره آنتی‌کلینالی	دیواره پری‌کلینالی
<i>C. monogyna</i>	نخم‌مرغی - مسطحی متقاردار	۳-۴	۲-۲/۵	به طور نامنظم در یک جهت کشیده شده	خطی تا اندکی موج‌دار، صاف (خطوط نسبتاً موازی)	خطی
<i>C. lehmanniana</i> var. <i>lehmanniana</i>	نخم‌مرغی متقاردار	۳	۲/۲	به طور نامنظم در یک جهت کشیده شده	خطی تا کمی موج‌دار، تقریباً صاف (خطوط با آرایش نسبتاً شبکه‌ای)	خطی
<i>C. campestris</i>	تقریباً بیضوی	۲-۳	۱-۲	۴ تا ۶ ضلعی نامنظم	خطی و صاف	مقر و نا اندازه‌ای محفظ و چروکیده
<i>C. epithymum</i>	نخم‌مرغی	۱-۱/۵	۱	۴ تا ۵ ضلعی نامنظم	کانال‌دار، تقریباً موج‌دار و چروکیده	مقر و تقریباً چروکیده
<i>C. babylonica</i> var. <i>babylonica</i>	کروی تا نخم‌مرغی	۱/۲	۱	۴ تا ۵ ضلعی نامنظم	کانال‌دار، خطی تقریباً موج‌دار	برآمده

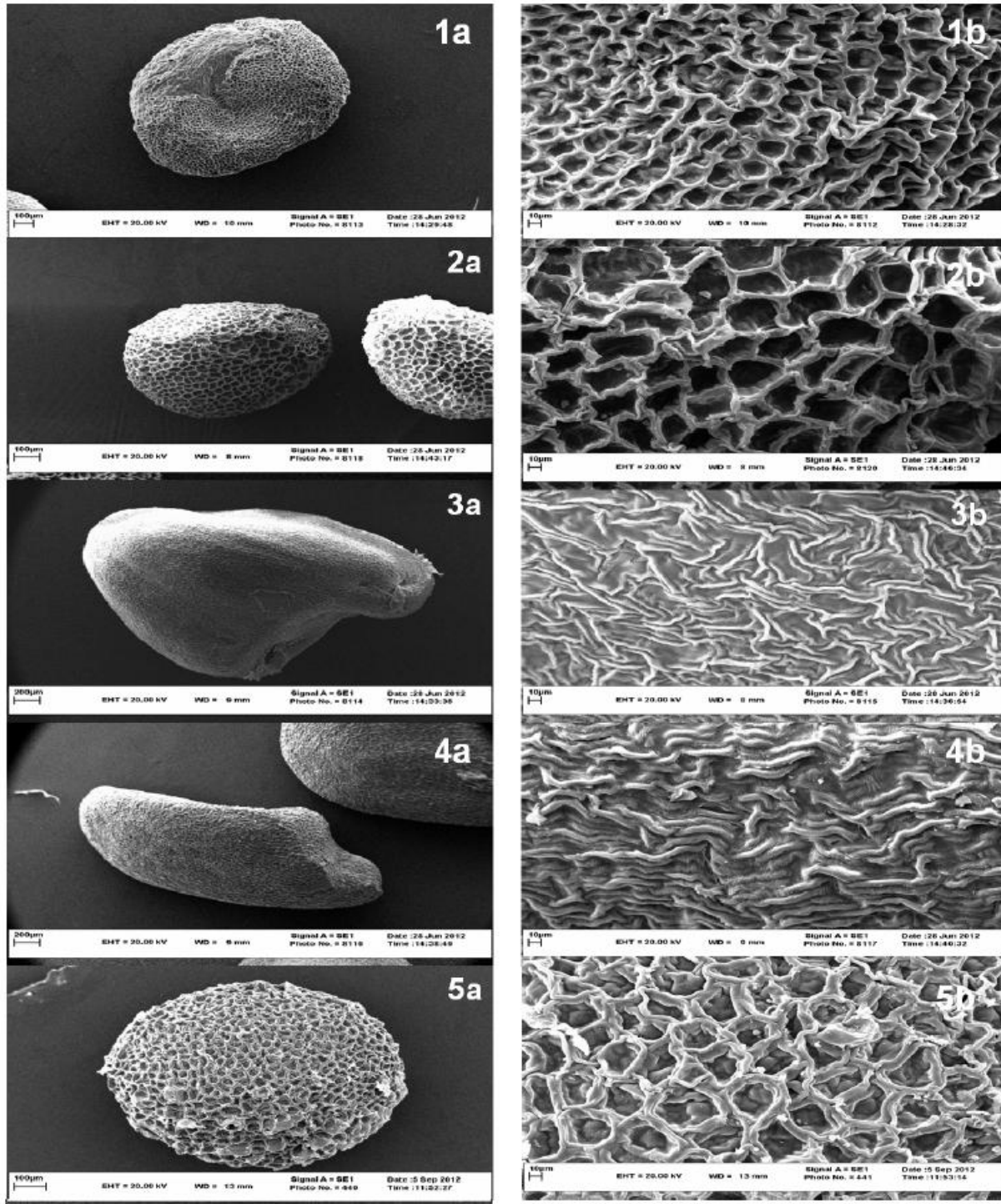
بحث

Liao و همکاران (۸)، استفاده از صفات دانه گرده را برای جداسازی در سطح گونه مفید دانستند، اما در آرایه‌هایی که در این مطالعه بررسی شدند، صفات ریز ساختار سطح دانه گرده، تمایز را در گونه‌های زیر جنس *Cuscuta* بوضوح نشان نمی‌دهند. تزیینات سطح گرده در آرایه‌های مورد بررسی اغلب شبکه‌ای است که در سطح گونه *C. monogyna* به طور ویژه با اگزین خاردار از سایرین متمایز است. به این آرایش اصطلاحاً شبکه‌ای خشن (Coarsely reticulate) گفته می‌شود (به نظر می‌رسد این آرایش، بدلیل قدرت پراکنشی بالای دانه گرده، از سایر گونه‌ها تکامل یافته تر باشد). این آرایش در گونه‌های *C. epithymum*، *C. babylonica* var. *babylonica*، *C. brevistyla* و *C. kotschyana* به صورت شبکه‌ای ظریف (Finely reticulate) می‌باشد اما در *C. pedicellata* که به همراه گونه‌های اخیر به زیر جنس *Cuscuta* تعلق دارد، این آرایش وجود نداشته و سطح گرده در این گونه دارای خارهای خیلی کوتاه، ظریف و محدود است. گونه *C. brevistyla* نیز تنها با صفت تعداد شیار بیشتر، از

مطالعات گرده‌شناسی با میکروسکوپ نوری نشان داد دانه‌های گرده در جنس *Cuscuta*، مانند گرده‌های سایر اعضای تیره پیچک اغلب سه شیاره بوده و شکل گرده از کروی تا تقریباً دوکی متغیر می‌باشند. Liao و همکاران (۸) در مطالعه خود گرده‌های پنج آرایه از این جنس را در تایوان بررسی کردند و اشاره کردند که در مطالعه ریز ساختار سطح گرده با SEM گرانول‌ها در محل شیارها در بعضی گونه‌ها به وضوح دیده می‌شوند. آنان در مطالعات قبلی خود بر روی این جنس نیز اذعان کرده‌اند که اغلب محققان در شناسایی گونه *C. campestris* دچار مشکل می‌شوند و این گونه را با *C. australis* اشتباه می‌گیرند. بنابراین به نظر می‌رسد که این محققان در شناسایی این دو گونه دچار اشتباه شده‌اند، زیرا در مطالعه حاضر، دانه گرده گونه *C. campestris* سه شیاره و دقیقاً مشابه دانه گرده‌ای است که Liao و همکاران (۸) آن را *C. australis* در نظر گرفته‌اند.

است که احتمالاً باعث قدرت بیشتر این گونه در جذب حشرات و حمل گرده ها توسط آنها می شود.

سایرین جدا می شود. لازم به ذکر است که در گونه *C. kotschyana* آثاری از مواد موسیلاژی بر جای مانده



شکل ۴ تصاویر بذر پنج گونه از جنس *Cuscuta* در مطالعه با میکروسکوپ الکترونی نگاره: ۱: *C. campestris*، *C. epithymum*، ۲: *C. monogyna*، *C. babylonica* var. *babylonica*، ۳: *C. lehmanniana* var. *lehmanniana*

هم جدا کرد (شکل ۴). بذر گونه‌های *C. campestris*، *C. epithymum* و *C. babylonica* var. *babylonica* شباهت‌هایی در شکل و ساختار سطح بذر دارند. در این آرایه‌ها بذرهای کروی، بیضوی و تخم مرغی بوده و شکل سلول‌های اپیدرمی، شش ضلعی تا چند ضلعی نامنظم می‌باشد. در گونه *C. campestris* سلول‌ها شکل منظم‌تری دارند و دیواره‌های آنتی‌کلینالی صاف می‌باشد. در حالی که در گونه *C. epithymum* دیواره‌های آنتی‌کلینالی موج‌دار و چروکیده می‌باشند (شکل ۴). وجود این صفت در دو گونه اخیر، طبقه‌بندی اعضاء این جنس را در سطح زیر جنس تأیید می‌کند. تزئینات سطح بذر در آرایه *C. babylonica* var. *babylonica* نیز شباهت زیادی با تزئینات سطح بذر *C. epithymum* داشته و دیواره‌های آنتی‌کلینالی آن صاف هستند.

به طور کلی می‌توان گفت که صفات بذر نیز مانند مطالعه کرده‌شناسی جدایی خوبی در سطح گونه نشان می‌دهند، اما به دلیل شباهت زیاد بذر در سطح دو زیر جنس *Grammica* و *Cuscuta* نیاز به بررسی‌های بیشتر وجود دارد تا بتوانیم قضاوت درستی داشته باشیم. مطالعه روی بذر گونه‌های این جنس در مصر که توسط Abdel Khalik (۲) انجام شد نیز نشان می‌دهد که ریخت‌شناسی سطح بذر در طبقه‌بندی این جنس مفید بوده و می‌توان از این صفات برای تهیه کلید شناسایی در این جنس بهره برد. در این مطالعه نیز به شباهت بذر گونه‌های دو زیر جنس *Grammica* و *Cuscuta* نسبت به زیر جنس *Monogyna* اشاره شده است. این مطلب احتمالاً نشان دهنده آپومورفی صفات بذر در این دو زیر جنس می‌باشد. به طور کلی می‌توان این طور نتیجه گرفت که صفات تولید مثلی نظیر صفات گرده و بذر در جنس *Cuscuta* تقریباً به انتهای تکامل خود رسیده‌اند و در مطالعات سیستماتیکی ارزش زیادی دارند. این امر می‌تواند به دلیل زندگی انگلی و سرشت مهاجمی این گیاه برای اشغال کردن عرصه‌های جدید رویش باشد.

Hamed (۶) در مطالعه خود به این مطلب اشاره کرده است که مطالعات بیشتر روی اعضاء تیره پیچک و به طور ویژه روی گونه‌های بیشتری از گیاه سس احتمالاً به تعیین دقیق جایگاه سس در تیره پیچک کمک خواهد کرد. بنابراین به نظر می‌رسد که صفات گرده‌شناسی در سس در سطح زیر جنس به بالا ارزش تاکسونومیکی دارد.

نتایج ما در این مطالعه نیز نشان می‌دهد که به طور کلی صفات گرده جدایی را در سطح گونه نشان می‌دهد، اما به طور ویژه در صفت آرایش ریز ساختار سطح گرده در زیر جنس *Cuscuta* به غیر از گونه *C. pedicellata*، سایر گونه‌های این زیر جنس شباهت ظاهری زیادی به هم داشته و به خوبی از هم تفکیک نمی‌شوند و تنها صفات کمی نظیر طول محور قطبی و استوایی نقش داشته‌اند. در این زمینه مطالعات گرده‌شناسی مطالعات ریخت‌شناسی را تأیید کرد.

در مطالعه بذر، به دلیل عدم دسترسی به بذرهای بالغ و رسیده تمام آرایه‌های جنس *Cuscuta* موجود در شمال شرق ایران، تنها پنج آرایه از این جنس که متعلق به سه زیر جنس مختلف هستند، مورد بررسی قرار گرفتند. بذر گونه‌های *C. lehmanniana* var. *lehmanniana* و *C. monogyna* در مقایسه با بذر گونه‌های *C. campestris*، *C. epithymum* و *C. babylonica* var. *babylonica* ترتیب متعلق به زیر جنس‌های *Grammica* و *Cuscuta* هستند، بزرگتر بوده و دارای زائده‌ای منقار مانند هستند. در ریز ساختار سطح بذر هم این دو گونه از سایر گونه‌ها متمایز می‌باشند، به طوری که سلول‌های اپیدرمی به طور نامنظم در یک جهت کشیده شدند و دیواره‌های آنتی‌کلینالی به شکل خطی هستند اما با اینکه در هر دو گونه دیواره‌های پیری‌کلینالی به صورت خطی هستند، در *C. lehmanniana* var. *lehmanniana* فاصله بین این خطوط بیشتر است و این خطوط چندتایی باهم تقریباً آرایش شبکه‌ای را ایجاد می‌کنند، که می‌توان به این ترتیب این دو گونه را از

۱a. بذر تخم مرغی - مستطیلی مقداردار به طول بیشتر از ۳ میلی‌متر، سلول اپیدرمی به شکل خطی و به طور نامنظم در یک جهت کشیده شده ۲

۱b. بذر کروی، بیضوی یا تخم مرغی به طول کمتر از ۲ میلی‌متر، سلول اپیدرمی ۴-۶ ضلعی ۳

۲a. بذر تخم مرغی - مستطیلی مقداردار به طول ۳-۴ میلی‌متر، سلول اپیدرمی به شکل خطی و به طور نامنظم در یک جهت کشیده شده و خطوط نسبتاً موازی *C. monogyna*

۲b. بذر تخم مرغی - مستطیلی مقداردار به طول ۳ میلی‌متر، سلول اپیدرمی به شکل خطی و به طور نامنظم در یک جهت کشیده شده و خطوط نسبتاً دارای آرایش شبکه ای *C. lehmanniana* var. *lehmanniana*

۳a. بذر تقریباً بیضوی به طول ۲-۳ میلی‌متر، شکل سلول اپیدرمی ۴-۶ ضلعی نامنظم، دیواره آنتی کلینالی خطی و صاف *C. campestris*

۳b. بذر بیضوی، کروی تا تخم مرغی به طول ۱-۱/۵ میلی‌متر، شکل سلول اپیدرمی ۴-۵ ضلعی نامنظم، دیواره آنتی کلینالی تقریباً خطی تا موج دار و چروکیده ۴

۴a. دیواره آنتی کلینالی موج دار و چروکیده، دیواره پری کلینالی مقعر و تقریباً چروکیده *C. epithymum*

۴b. دیواره آنتی کلینالی تقریباً خطی، دیواره پری کلینالی برآمده *C. babylonica* var. *babylonica*

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد که حمایت مالی این پروژه را با پژوهانه شماره ۳/۱۷۰۷۰ تقبل کرده و همچنین از آقای علی اصغر بصیری (تکنسین محترم آزمایشگاه سیستماتیک دانشکده علوم دانشگاه فردوسی

کلید شناسایی گونه‌های *Cuscuta* در استان‌های خراسان رضوی شمالی و جنوبی بر اساس صفات دانه گرده

۱a. سطح اگزین شبکه‌ای خشن (خاردار) *C. monogyna*

۱b. سطح اگزین شبکه‌ای ظریف یا دانه‌دار یا با خارهای کوچک و ظریف ۲

۲a. سطح اگزین تا اندازه‌ای صاف و خارهای کوچک و ظریف *C. pedicellata*

۲b. سطح اگزین شبکه‌ای ظریف یا دانه‌دار ۳

۳a. سطح اگزین دانه‌دار، طول قطاع در نمای قطبی گرده کمتر از ۱۲ میکرومتر *C. campestris*

۳b. سطح اگزین شبکه‌ای ظریف ۴

۴a. دانه گرده چهارشیاره، گاهی گرده‌ها دارای اشکال نامشخص *C. brevistyla*

۴b. دانه گرده سه شیاره ۵

۵a. طول محور قطبی و استوایی بیشتر از ۴۰ میکرومتر *C. epithymum*

۵b. طول محور قطبی و استوایی کمتر از ۴۰ میکرومتر ۶

۶a. طول محور قطبی بین ۲۷ تا ۲۸ میکرومتر و طول قطاع در نمای قطبی بین ۱۶ تا ۱۷ میکرومتر *C. babylonica* var. *babylonica*

۶b. طول محور قطبی بیشتر از ۳۰ میکرومتر و طول قطاع در نمای قطبی بین ۱۹ تا ۲۰ میکرومتر *C. kotschyana*

کلید شناسایی گونه‌های *Cuscuta* در استان‌های خراسان رضوی شمالی و جنوبی بر اساس صفات بذر:

تشکر و قدردانی می‌شود.

مشهد) که در جمع آوری نمونه‌ها کمک زیادی کردند.

منابع

1. K. Abdel Khalik and L. J. G. Van Der Maesen, Seed morphology of some tribes of Brassicaceae (implications for taxonomy and species identification for the flora of Egypt), *Blumea*, 47(2002) 363-383.
2. K. Abdel Khalik, Seed morphology of *Cuscuta* L. (Convolvulaceae) in Egypt and its systematic significance, *Feddes Repertorium*, 117(2006) 217-224.
3. E. Boissier, *Flora Orientalis*, 4 (1882)157-168.
4. G. Erdtman, *Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms*. Almqvist and Wiksells, Stockholm, (1952).
5. G. Erdtman, The acetolysis method: A revised description, *Svensk. Bot. Tidskr.*, 54 (1960) 561-564.
6. K. A. Hamed, Pollen and seed characters of certain *Cuscuta* species growing in Egypt with a reference to a taxonomic treatment of the genus, *International Journal of Agriculture & Biology*, 3(2005) 325-332.
7. D. Kanwal, R. Abid and M. Qaiser, The Seed Atlas of Pakistan-III. Cuscutaceae, *Pakistan Journal of Botany*, 42(2010) 703-709.
8. G.I. Liao, M.Y. Chen and E.S. Kuoh, Pollen morphology of *Cuscuta* (Convolvulaceae) in Taiwan, *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 46(2005) 75-81.
9. A. Perveen and M. Qaiser, Pollen flora of Pakistan-XLI. Cuscutaceae. *Pakistan Journal of Botany*, 36(2004) 475-480.
10. U. Plitmann, Cuscutaceae, *In*: Davis, P. H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh: University Press, 6 (1978) 222-237.
11. W. Punt, S. Blackmore, S. Nilsson and A. Le Thomas, Glossary of pollen and spore terminology, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(2007) 1-81.
12. M. T. M. Rajput and S. S. Tahir, Cuscutaceae. *In*: Ali, S. L & Nasir Y. J. (eds) *Flora of Pakistan*, 189(1988) 1-24.
13. K. H. Rechinger, T. G. Yuncker, Cuscutaceae. *In*: Rechinger, K. H. (ed.), *Flora Iranica*. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt. Graz, No. 8(1964).
14. S. Sengupta, On the pollen morphology of Convolvulaceae with special reference to taxonomy, *Rev. Palaeobot Palynol.*, 13(1972) 157-212.
15. S. Stefanovic, M. Kuzmina, M., and M. Costea, Delimitation of major lineages within *Cuscuta* subgenus *Grammica* (Convolvulaceae) using plastid and nuclear DNA sequences. *American Journal of Botany*, 94(2007) 568-589.
16. M. Welsh, S. Stefanović and M. Costea, Pollen evolution and its taxonomic significance in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae), *Plant Systematics and Evolution*, 285(2010) 83-101.
17. T.G. Yuncker, The genus *Cuscuta*, *Mem. Torrey Bot. Club*, 18(1932) 113-331.

Pollen and seed micromorphology of some *Cuscuta* L. species in Khorassan provinces

Ranjbar Z.¹, Ejtehadi H.¹, Vaezi J.¹ and Memariani F.²

¹ Biology Dept., Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

² Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

Abstract

Cuscuta L. (Convolvulaceae) species, as holoparasitic flowering plants, are weeds of the wild, horticultural and agricultural crop plants and have a vast distribution in the world. Pollen morphology of six species and seed morphology of five species out of nine taxa distributed in Khorassan provinces was investigated by using the light and scanning electron microscopy, in order to determine the significance of pollen and seed features as taxonomic characters. Results revealed that the pollen grains of *Cuscuta* are mostly oblate, zonocolpate and tricolpate. The largest pollen grain belongs to *C. epithymum* with 48.18 μm diameter in equatorial view and 44.82 μm in polar view. The smallest pollen grain belongs to *Cuscuta campestris*, with 30.95 μm diameter in equatorial view and 26.97 μm in polar view. Also, three distinct ektexine types are recognized including echinate, finely reticulate, and coarsely reticulate. Seed morphological study showed that seed shape, anticlinal and periclinal cell walls are the most important characters to separate the taxa. The results indicate that ultra-structural characters of pollen grains and seeds are useful for delimitation of *Cuscuta* species.

Key words: ultrastructure, *Cuscuta*, taxonomy, Scanning Electron Microscopy.