

بررسی ساختار تشریحی برگ چند گونه از جنس یولاف در ایران*

Anatomical studies of some *Avena* species in Iran

زهرة سیفی** و فاطمه زرین کمر

دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش: ۱۳۸۶/۱۰/۵

دریافت: ۱۳۸۶/۶/۲۴

چکیده

در تحقیق حاضر، صفات تشریحی برگ هفت گونه از جنس یولاف (*Avena*) با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی (SEM) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این گونه‌ها عبارتند از: *A. fatua*، *A. eriantha*، *A. clauda*، *A. barbata*، *A. ludoviciana*، *A. sativa* و *A. wiestii*. نتایج حاصل از مشاهدات نشان می‌دهد صفات تشریحی مانند تعداد یاخته‌های حبابی، ضخامت پهنک، برجستگی آوند میانی، تعداد دسته‌های آوندی از آوند میانی تا حاشیه برگ و برخی دیگر از صفات تشریحی در تفکیک گونه‌ها کارآمد هستند. با توجه به شباهت‌های مورفولوژیکی بین گونه‌های این جنس، نتایج تشریحی در جهت تفکیک گونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس صفات مشاهده شده کلید شناسایی گونه‌های جنس یولاف در ایران تدوین گردید و کلید شناسایی بر اساس صفات مورفولوژیکی نزدیکی گونه‌ها را از نظر آناتومیکی تایید می‌کند.

* بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر فاطمه زرین کمر، ارایه شده به دانشگاه تربیت مدرس

** مسئول مکاتبه (E-mail: z.seifi@modares.ac.ir)

واژه‌های کلیدی: یولاف (جو دوسر)، آناتومی برگ، گندمیان

مقدمه

جنس یولاف (*Avena*) متعلق به تیره گندمیان است. این جنس از گیاهان علفی یکساله است که به صورت خودرو در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای پراکنده شده‌اند و دارای اهمیت اقتصادی و دارویی می‌باشند. گونه‌های این جنس به طور معمول مزوفیت یا زروفیت هستند و دارای عدد پایه کروموزومی $x=7$ در تمام سطوح دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید می‌باشد (Watson & Dallwitz 2003). بر اساس آخرین گزارش‌ها، باوم (Baum 1977) در مونوگراف خود این جنس را در ۲۷ گونه شناسایی نموده است که هشت گونه آن در ایران موجود می‌باشد. گونه‌های این جنس در ایران بویژه در شمال شرق، شمال غرب و غرب گزارش شده است.

علم رده‌بندی خویشاوندی علمی است که به داده‌های علوم دیگر اتکاء دارد. این داده‌ها هم می‌تواند شامل داده‌های ساختمانی مانند داده‌های مربوط به آناتومی، مورفولوژی و ظاهر گیاه باشد و هم می‌تواند مربوط به ساختار مولکولی مانند ترکیبات شیمیایی گیاه باشد (Judd *et al.* 1999). از زمان آغاز استفاده از صفات تشریحی در علم تاکسونومی تاکنون، حدود یک قرن می‌گذرد و طی ۴۰ سال گذشته و یا حتی بیشتر تحول چشمگیری در بررسی‌های انجام شده در ساختار تشریحی گیاهان آوندی و کاربرد آن‌ها در رده‌بندی صورت گرفته است. بررسی‌های زیادی توسط محققان در این زمینه انجام شده که بیشترین اطلاعات تشریحی توسط متکالف (Metcalf 1960) ارائه گردیده است. این دانشمندان اظهار داشتند که ویژگی‌های تشریحی همانند ویژگی‌های ریختی در شناسایی و طبقه‌بندی گیاهان مفید و با ارزش بوده و نباید از آن‌ها چشم‌پوشی کرد. مطالعات آناتومی در مورد جنس یولاف بسیار کم و محدود است (Sheidai *et al.* 2002, 2003). بنابراین، بررسی ویژگی‌های آناتومی بویژه آناتومی برگ گونه‌های جنس یولاف ضروری به نظر می‌رسد. علاوه بر این، به دلیل شباهت‌های مورفولوژیکی بین گونه‌های جنس یولاف بررسی ویژگی‌های آناتومی برگ می‌تواند در جهت شناسایی و تفکیک گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیق حاضر با توجه به پیچیدگی و نزدیکی صفات رویشی و زایشی گونه‌های جنس یولاف از صفات آناتومیکی برگ در جهت تفکیک گونه‌ها استفاده گردید.

روش بررسی

برای مطالعه صفات تشریحی برگ از نمونه‌های هرباریوم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور ("TARI") و همچنین نمونه‌های حاصل از کشت بذر گونه‌های جنس یولاف در گلخانه استفاده گردید. نمونه‌های مورد مطالعه به شرح زیر در هرباریوم مذکور موجود است:

۱- *A. barbata* Pott ex Link in Schrader: آذربایجان: منطقه حفاظت شده ارسباران، وایقان به وینق، حدود ۱۰۰۰ متر، اسدی و معصومی (۲۰۳۴۲)

۲- *A. clauda* Dur: خوزستان: مسجدسلیمان، منطقه لهباری، ۵۰۰-۲۵۰، مظفریان (۷۰۱۹۹)

۳- *A. eriantha* Dur: گرگان: ۹ کیلومتری شرق مراوه تپه، ۳۰۰ متر، اسدی و معصومی (۵۵۴۸۱)

۴- *A. fatua* L: لرستان: درود، سفیددشت، ۲۳۰۰ متر، ریاضی (۹۷۳۳)

۵- *A. ludoviciana* Dur: کرمانشاه: کرمانشاه، ۱۳۴۰ متر، نعمتی (?)

۶- *A. ludoviciana* Dur: یزد: اردکان، ۱۸۰۰ متر، مظفریان (۷۷۳۹۹)

۷- *A. ludoviciana* Dur: گرگان: ات توروقلی، ۱۸۱۲ متر، Hever (۳۷۳۳)

۸- *A. sativa* L: لرستان: شولابندان (۵۰ کیلومتری جنوب غربی الیگودرز)، ۱۷۰۰ متر، Runemark & Lazari (۲۶۳۲۶)

۹- *A. wiestii* Steudel: خوزستان: رامهرمز، ایذه، آبخوگان، ۱۳۰۰ متر، ریاضی (۹۵۱۹)

۱۰- *A. wiestii* Steudel: فارس: ۳۴ کیلومتر از نورآباد تا دوگنبدان، ۷۰۰ متر، اسدی و ابوحمزه (۳۸۴۶۲)

بذر گونه‌های کشت شده نیز در موسسه نهال و بذر به شرح زیر موجود است:

۱- *A. ludoviciana*: ایلام، ۱۳۸۸ متر (TN-۰۷-۴۳۹)

۲- *A. ludoviciana*: بوشهر، دشتستان، ۸۰ متر (TN-۰۷-۴۴۰)

۳- *A. barbata*: کرمان، بافت، ۲۰۰۰ متر (TN-۰۷-۴۴۲)

۴- *A. ludoviciana*: مشهد، ۹۸۵ متر (TN-۰۷-۴۴۶)

۵- *A. ludoviciana*: خراسان، حومه طبس، ۶۵۰ متر (TN-۰۷-۴۴۷)

به منظور انجام مطالعه با میکروسکوپ نوری با استفاده از تیغ، برش‌های دستی بسیار نازک از منطقه میانی برگ سوم از بالا تهیه شد، پس از رنگ‌آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل، اسلایدهای میکروسکوپی تهیه شد، سپس با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی‌ها و عکسبرداری صورت گرفت. همچنین سطح برگ گونه‌های *A. clauda*، *A. eriantha*، *A. fatua* و *A. ludoviciana*، پس از آماده‌سازی قسمت کوچکی از برگ شامل منطقه رگبرگی و بین رگبرگی به روش Physical Vapour Deposition (P.V.D.)، با میکروسکوپ الکترونی مورد بررسی قرار گرفت.

نتیجه و بحث

- بررسی ویژگی‌های تشریحی برگ گونه‌های جنس یولاف با میکروسکوپ نوری - صفات آناتومیکی مشابه بین گونه‌های مورد مطالعه عبارتند از: (شکل‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹-۱۱)

یاخته‌های اپیدرمی در هر دو سطح فوقانی و تحتانی برگ گونه‌های مورد نظر ساده و ایزودیامتریک هستند. سطح فوقانی برگ گونه‌های مورد مطالعه حد فاصل دسته‌های آوندی دارای فرورفتگی است. در فرورفتگی‌های سطح فوقانی بافت اسکلرانسیم مشاهده نمی‌شود. روزنه‌ها در هر دو سطح فوقانی و تحتانی دمبلی شکل هستند و هم سطح یاخته‌های اپیدرمی قرار گرفته‌اند. یاخته‌های حبابی در فرورفتگی‌های سطح فوقانی اپیدرم حدفاصل دسته‌های آوندی قرار دارند. بافت مزوفیل در گونه‌های مورد مطالعه تمایز نیافته است. دسته‌های آوندی به وسیله غلاف آوندی دولایه احاطه می‌شوند. یاخته‌های غلاف داخلی کوچک هستند. یاخته‌های غلاف داخلی به طور کامل بافت چوب و آبکش را احاطه می‌کند. یاخته‌های غلاف خارجی بزرگتر از یاخته‌های غلاف داخلی و کوچکتر از یاخته‌های مزوفیل هستند. غلاف خارجی در سطح تحتانی منفصل است. نسبت دسته‌های آوندی بزرگ به کوچک نوعی همگونی نسبی و توزیع یکنواخت را نشان می‌دهد. دسته‌های آوندی کوچک و متوسط مدور و دسته‌های آوندی بزرگ مدور تا بیضوی هستند. آوند میانی و دسته‌های آوندی بزرگ توسط یاخته‌های اسکلرانشیمی به هر دو سطح اپیدرم اتصال دارند. کوچکترین دسته‌های آوندی بدون اتصال به اپیدرم هستند. آوند میانی و آوندهای بزرگ دارای ۶-۲ متازایلم هستند.

صفات آناتومیکی متفاوت بین گونه‌های جنس یولاف عبارتند از:

ضخامت کوتیکول: بیشترین ضخامت کوتیکول در گونه‌های *A. barbata* و *A. ludoviciana* به اندازه ۱۲ میکرومتر است (شکل‌های ۱ و ۹). در سه گونه *A. eriantha*، *A. clauda* و *A. fatua* حدود ۴ میکرومتر (شکل‌های ۳، ۵ و ۷) و در دو گونه *A. sativa* و *A. wiestii* حدود ۸ میکرومتر است (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

فرورفتگی سطح تحتانی اپیدرم: سطح تحتانی اپیدرم در گونه‌های *A. clauda*، *A. barbata*، *A. eriantha*، *A. ludoviciana* و *A. wiestii* صاف و بدون فرورفتگی است (شکل‌های ۱، ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۲). در دو گونه *A. sativa* و *A. fatua* دارای فرورفتگی است (شکل‌های ۷، ۱۰ و ۱۱).

تعداد یاخته‌های حبابی: بیشترین تعداد یاخته‌های حبابی در گونه *A. barbata* به تعداد ۸-۴ یاخته وجود دارد (شکل ۱، B-D). دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* دارای ۶-۴ یاخته حبابی (شکل‌های ۳، B و ۵، B-D)، گونه *A. sativa* دارای ۶-۳ یاخته حبابی (شکل ۱۰، B-D) و سه

گونه *A. fatua*، *A. ludoviciana* و *A. wiestii* دارای ۵-۳ یاخته حبابی می‌باشند (شکل‌های ۷، ۹؛ B-D و ۱۱، B-D).

دیواره یاخته‌های حبابی: در گونه‌های *A. barbata*، *A. eriantha* و *A. ludoviciana* صاف (شکل‌های ۱، B-D؛ ۵، B-D و ۹، B-D)، در گونه‌های *A. clauda*، *A. fatua* و *A. wiestii* ناصاف (شکل‌های ۳، B؛ ۷، B و ۱۱، B-D) و در گونه *A. sativa* به صورت صاف و ناصاف است (شکل ۱۰، B-D).

ضخامت پهنک: بیشترین ضخامت پهنک در گونه *A. ludoviciana* با ضخامت ۲۸۲-۲۲۲ میکرومتر (شکل ۹، D) و کمترین ضخامت در گونه *A. fatua* با ضخامت ۹۰ میکرومتر است (شکل ۷، B).

تعداد دسته‌های آوندی از آوند میانی تا حاشیه برگ: بیشترین تعداد دسته‌های آوندی در دو گونه *A. ludoviciana* و *A. sativa* وجود دارد، گونه *A. ludoviciana* دارای ۱۹-۱۰ آوند و گونه *A. sativa* دارای ۱۷-۱۲ آوند است. تعداد دسته‌های آوندی در دو گونه *A. barbata* و *A. clauda* ۱۲-۱۰ عدد، در گونه *A. eriantha* ۱۰-۸ عدد، در گونه *A. fatua* ۱۲-۷ عدد و در گونه *A. wiestii* ۱۲-۵ عدد است.

برجستگی آوند میانی: آوند میانی در گونه *A. ludoviciana* دارای برجستگی قابل توجه (۳۴۴-۳۷۷ میکرومتر) و در دو گونه *A. fatua* و *A. sativa* دارای برجستگی است. در سایر گونه‌ها آوند میانی غیر برجسته است.

ضخامت آوند میانی: بیشترین ضخامت آوند میانی در گونه‌های *A. ludoviciana*، *A. sativa* و *A. fatua* مشاهده می‌شود. در گونه *A. ludoviciana* ضخامت آوند میانی حدود ۳۴۴-۳۷۷ میکرومتر، در گونه *A. sativa* ضخامت آوند میانی حدود ۲۸۲-۲۱۶ میکرومتر و در گونه *A. fatua* حدود ۲۰۵-۱۶۴ میکرومتر است. کمترین ضخامت آوند میانی در دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* به میزان حدود ۱۶۴ میکرومتر است.

تعداد متازایلیم در آوند میانی و آوندهای بزرگ: تعداد متازایلیم در گونه *A. ludoviciana* ۶-۳ عدد (شکل ۹، D)، در دو گونه *A. fatua* و *A. sativa* ۳-۲ عدد (شکل‌های ۷، B و ۱۱، B-C) و در گونه‌های *A. barbata*، *A. clauda*، *A. eriantha* و *A. wiestii* ۲ عدد است (شکل‌های ۱، C-D؛ ۳، B؛ ۵، C و ۱۱، C-D).

اتصال دسته‌های آوندی متوسط به اپیدرم: در گونه *A. eriantha* دسته‌های آوندی متوسط به هر دو سطح اپیدرم (شکل ۵، A)، در گونه‌های *A. clauda*، *A. fatua*، *A. sativa* و *A. wiestii* تعدادی از دسته‌های آوندی متوسط به هر دو سطح اپیدرم و تعدادی از دسته‌های آوندی متوسط به یکی از دو سطح اپیدرم اتصال دارند (شکل‌های ۳، A؛ ۷، A؛ ۱۰، A و ۱۱، A) و در

دو گونه *A. barbata* و *A. ludoviciana* دسته‌های آوندی متوسط بدون اتصال به اپیدرم هستند (شکل ۱، *A* و ۹، *A*).

- بررسی سطح برگ چهار گونه از جنس یولاف با میکروسکوپ الکترونی

صفات آناتومیکی مشابه در گونه‌های مورد مطالعه عبارتند از (شکل‌های ۲، ۴، ۶ و ۸): رگبرگ‌ها و روزنه‌ها در ردیف‌های موازی قرار گرفته‌اند. کرک خاری (prickle) روی آوندها و یا حد فاصل آوندها در هر دو سطح فوقانی و تحتانی اپیدرم برگ وجود دارد، کرک کوتاه (micro-hair) در سطح اپیدرم برگ مشاهده نمی‌شود. اجسام سیلیسی روی آوندها به صورت منفرد وجود دارند و تزیینات سیلیسی در هر دو سطح اپیدرم بویژه سطح فوقانی مشاهده می‌شوند.

صفات آناتومیکی متفاوت در گونه‌های مورد مطالعه عبارتند از:

وجود کرک بلند: کرک بلند (macro-hair) در دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* روی رگبرگ‌ها و در حاشیه برگ مشاهده می‌شود (شکل‌های ۲، *A-D* و ۴، *A-C*)، دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* فاقد کرک بلند می‌باشند (شکل‌های ۶، *A-C* و ۸، *A-D*). آرایش کرک خاری: در دو گونه *A. clauda* و *A. ludoviciana* به صورت منفرد (شکل‌های ۲، *A-D* و ۸، *A-D* و در دو گونه *A. eriantha* و *A. fatua* به هر دو صورت منفرد و جفت است (شکل‌های ۴، *A-C* و ۶، *A-C*).

شکل یاخته‌های قاعده‌ای کرک‌های خاری: در دو گونه *A. eriantha* و *A. fatua* قاعده کرک‌های خاری به صورت دایره‌ای و مستطیل (شکل‌های ۴، *A-C* و ۶، *A-C*)، در گونه *A. ludoviciana* به صورت مثلث و دایره‌ای (شکل ۸، *A-D*) و در گونه *A. clauda* به صورت دایره‌ای است (شکل ۲، *A-D*).

دیواره یاخته‌های بلند: در دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* به صورت صاف (شکل‌های ۲، *A-D* و ۴، *A-C*) و در دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* سینوسی است (شکل‌های ۶، *A-C* و ۹، *A-D*).

نحوه توزیع روزنه‌ها: در گونه *A. clauda* به دو صورت زیگزاک و غیرزیگزاک (شکل ۲، *A-D*)، در گونه *A. eriantha* به صورت زیگزاک (شکل ۴، *A-C*) و در دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* به صورت غیرزیگزاک است (شکل‌های ۶، *A-C* و ۸، *A-D*).

پراکنش روزنه‌ها: در دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* به دو صورت منفرد و جفت (شکل‌های ۲، *A-D* و ۴، *A-C*) و در دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* به صورت منفرد مشاهده می‌شوند (شکل‌های ۶، *A-C* و ۸، *A-D*).

تزیینات سیلیسی در سطح اپیدرم دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* سطحی کاملاً ناصاف و نامنظم تشکیل می‌دهد. در دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* سطح اپیدرم نسبتاً صاف و هموار است.

بر اساس مطالعه سطح برگ با میکروسکوپ الکترونی می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌های *A. clauda* و *A. eriantha* از نظر صفاتی مانند وجود کرک بلند در سطح اپیدرم، نحوه توزیع زیگزاکی روزنه‌ها، وجود روزنه‌ها به دو صورت منفرد و جفت و صاف بودن دیواره یاخته‌های بلند از دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* قابل تفکیک می‌باشند. دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* از نظر صفاتی مانند شکل یاخته قاعده‌ای کرک‌های خاری، منفرد و جفت بودن کرک‌های خاری و زیگزاکی بودن روزنه‌ها از یکدیگر قابل تشخیص هستند.

دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* بر اساس شکل قاعده کرک‌های خاری، منفرد و جفت بودن کرک‌های خاری از یکدیگر تفکیک می‌شوند. بر اساس مجموعه بررسی‌های آناتومیکی سطح برگ با میکروسکوپ الکترونی، می‌توان نتیجه گرفت که دو گونه *A. fatua* و *A. ludoviciana* با یکدیگر و دو گونه *A. clauda* و *A. eriantha* نیز با یکدیگر شباهت بیشتری از نظر ویژگی‌های بررسی شده در سطح اپیدرم خود نشان می‌دهند.

صفات متعددی در گونه‌های جنس یولاف نشان دهنده خشکی پسند بودن و سازش این گیاهان با خشکی است. از این صفات می‌توان به وجود کرک در سطح برگ، وجود یاخته‌های حبابی، وجود تزیینات سیلیسی و اجسام سیلیسی، وجود بافت اسکلرانشیم توسعه یافته اطراف دسته‌های آوندی اشاره کرد. این صفات در تعدادی از گونه‌ها برجسته‌تر می‌باشند که نشان دهنده سازش‌پذیری بیشتر این گونه‌ها با شرایط محیطی خشک است. یاخته‌های حبابی نسبت به سایر یاخته‌های اپیدرمی بزرگتر و متورم هستند، در شرایط کمبود آب یاخته‌های حبابی آب از دست می‌دهند و سبب پیچیدن و جمع شدن برگ و در نتیجه منجر به کاهش تعرق سطحی از سطح برگ می‌شوند (Zarinkamar Viera et al. 2002, Esua 1977). (2002).

صفاتی مانند وجود کرک در سطح برگ، وجود بافت اسکلرانشیم اطراف دسته‌های آوندی از ویژگی‌های گیاهان خشکی پسند است (Fahn 1990). بررسی سطح برگ گونه‌های جنس یولاف با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که به طور معمول هر کرک خاری در راستای یک روزنه قرار می‌گیرد که نشان دهنده نقش محافظتی کرک در برگ است و می‌تواند عامل محافظتی در برابر تابش شدید نور خورشید باشد. کرک‌های خاری در حفاظت از سطح برگ نقش دارند، مضافاً به این که رسوب سیلیس یکی از ویژگی‌های مهم در تیره گندمیان است (Motomura 2004).

سیلیس نقش مهمی در توازن آبی گیاه، تغییرات دما و بازتاب نور ایفاء می‌کند (Viera *et al.* 2002). وجود تزیینات سیلیسی در سطح برگ بویژه سطح فوقانی سبب بازتاب امواج نور می‌شود و می‌تواند عامل محافظتی در برابر تابش نور شدید خورشید باشد.

کلید شناسایی گونه‌های جنس یولاف بر اساس صفات آناتومیکی برگ

- ۱- رگبرگ میانی در برش عرضی برجسته، تعداد وسل متا ۲ یا بیشتر..... ۲
 - رگبرگ میانی در برش عرضی غیربرجسته، تعداد وسل متا ۲ عدد..... ۴
 - ۲- تعداد وسل متا ۳-۶ عدد، سطح تحتانی اپیدرم فاقد فرورفتگی، اتصال آوندهای متوسط به اپیدرم به صورت یک طرفه..... *A. ludoviciana*
 - تعداد وسل متا ۲-۳ عدد، سطح تحتانی اپیدرم دارای فرورفتگی، اتصال آوندهای متوسط به اپیدرم به صورت یک طرفه و دو طرفه..... ۳
 - ۳- دیواره یاخته‌های حبابی ناصاف..... *A. fatua*
 - دیواره یاخته‌های حبابی صاف و ناصاف..... *A. sativa*
 - ۴- ضخامت آوند میانی کمتر از ۲۰۰ میکرومتر..... ۵
 - ضخامت آوند میانی بیشتر از ۲۰۰ میکرومتر..... ۶
 - ۵- اتصال آوندهای متوسط به اپیدرم دوطرفه، دیواره یاخته‌های حبابی صاف..... *A. eriantha*
 - اتصال آوندهای متوسط به اپیدرم یک طرفه و دوطرفه، دیواره یاخته‌های حبابی ناصاف..... *A. clauda*
 - ۶- دیواره یاخته‌های حبابی صاف، تعداد یاخته‌های حبابی ۴-۸ عدد..... *A. barbata*
 - دیواره یاخته‌های حبابی ناصاف، تعداد یاخته‌های حبابی ۳-۵ عدد..... *A. wiestii*
- کلید شناسایی گونه‌های جنس یولاف بر اساس صفات آناتومیکی تا حدودی موقعیت گونه‌ها را در فلور ترکیه تأیید می‌کند. با توجه به کلید آناتومیکی می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌های نزدیک به هم از نظر مورفولوژی، از نظر آناتومیکی نیز کنار هم قرار می‌گیرند.

جدول ۱- صفات آناتومیکی اپیدرم برگ در گونه‌های جنس یولاف

Table 1. Anatomical characters of leaf epidermis in *Avena* species

| Name of Taxa | Epi. cel. sh | Cth | Adx. f | Abx. f | Scl | Sp | Bul. cel | Bul. cel. n | Bul. cel. w |
|-----------------------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----|----|-------------|----------------|----------------|
| <i>A. barbata</i> | 1 | 12 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4-8 | 1 |
| <i>A. clauda</i> | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4-6 | 2 |
| <i>A. eriantha</i> | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4-6 | 1 |
| <i>A. fatua</i> | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3-5 | 2 |
| <i>A. ludoviciana</i> | 1 | 10-12 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3-5 | 1 |
| <i>A. sativa</i> | 1 | 8 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3-6 | 3 |
| <i>A. wiestii</i> | 1 | 8 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3-5 | 2 |

Epi. cel. sh, shape of epidermal cell (1= simple, 2= compound); Cth, cuticle thickness (μ); Adx. f, adaxial furrow (1= present, 2= not present); Abx. f, abaxial furrow (1= present, 2= not present); Scl, sclerenchyma in epidermal furrow (1= present, 2= not present); Sp, position of stomata (1= superficial, 2= non-superficial); Bul. cel, bulliform cells (1= present, 2= not present); Bul. cel. n, number of bulliform cells; Bul. cel. w, bulliform cells wall (1= smooth, 2= rough, 3= smooth and rough).

جدول ۲- صفات آناتومیکی مزوفیل برگ در گونه‌های جنس یولاف

Table 2. Anatomical characters of leaf mesophyll in *Avena* species

| Name of Taxa | Meso. | Mth | Mid | Midth | Midc | Bsh | Obsh | Ibsh | Vbn |
|-----------------------|-------|---------|-----|---------|------|-----|------|------|-------|
| <i>A. barbata</i> | 2 | 161 | 2 | 205 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10-12 |
| <i>A. clauda</i> | 2 | 145 | 2 | 164 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10-12 |
| <i>A. eriantha</i> | 2 | 137-161 | 2 | 164 | 1 | 1 | 2 | 1 | 8-10 |
| <i>A. fatua</i> | 2 | 90 | 1 | 164-205 | 1 | 1 | 2 | 1 | 7-12 |
| <i>A. ludoviciana</i> | 2 | 222-282 | 1 | 344-377 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10-19 |
| <i>A. sativa</i> | 2 | 140-160 | 1 | 216-224 | 1 | 1 | 2 | 1 | 12-17 |
| <i>A. wiestii</i> | 2 | 205-237 | 2 | 237 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5-12 |

Table 2. (contd.)

جدول ۲ (ادامه)

| Name of Taxa | Lvb. sh | Lvbc | Mvb. sh | Mvbc | Svb. sh | Svbc | Mxn |
|-----------------------|------------|------|------------|------|------------|------|-----|
| <i>A. barbata</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>A. clauda</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>A. eriantha</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>A. fatua</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2-3 |
| <i>A. ludoviciana</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3-6 |
| <i>A. sativa</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2-3 |
| <i>A. wiestii</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |

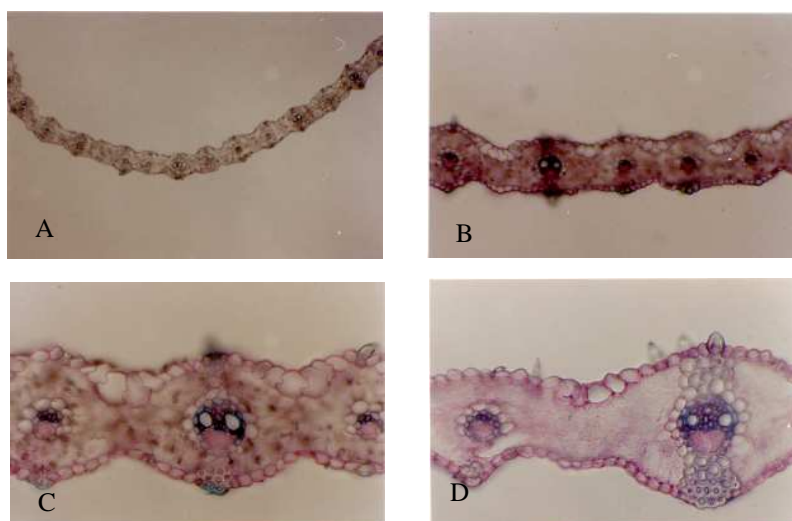
Meso, mesophyll (1= differentiated, 2= not differentiated); Mth, mesophyll thickness (μ); Mid, midrib (1= protuberance, 2= non-protuberance); Midth, midrib thickness (μ); Midc, midrib connection to epiderm (1= 2 side, 1= 1 side); Bsh, bundle sheath (1= 2 layer, 2= 1 layer); Obsh, outer bundle sheath (1= connective, 2= non-connective); Ibsh, inner bundle sheath (1= connective, 2= non-connective); Vbn, vascular bundle number from midrib to margin; Lvb. sh, large vascular bundle shape (1= round to ovate, 2= other shapes); Lvbc, large vascular bundle connection to epiderm (1= 2 side, 2= 1 side), Mvb. sh, medium vascular bundle shape (1= round, 2= other shapes); Mvbc, medium vascular bundle connection to epiderm (1= 2 side, 2= 1 side); Svbc. sh, small vascular bundle shape (1= round, 2= other shapes), Svbc, small vascular bundle connection to epiderm (1= connective, 2= non-connective); Mxn, metaxylem number.

جدول ۳- صفات آناتومیکی برگ در گونه‌های جنس یولاف در مطالعه با میکروسکوپ الکترونی

Table 3. Anatomical characters of leaf in *Avena* species with scanning electron microscope (SEM)

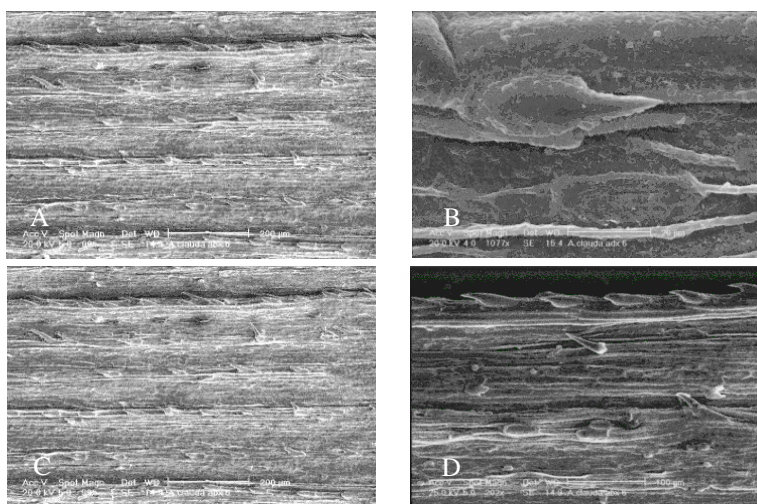
| Name of Taxa | V | Sa | Sd | L. cel. w | Si. b | Si. b. a | Mac. h | Mic. h | P. h | P. h. a | P. h. b |
|-----------------------|---|----|----|-----------|-------|----------|--------|--------|------|---------|---------|
| <i>A. clauda</i> | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| <i>A. eriantha</i> | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| <i>A. fatua</i> | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| <i>A. ludoviciana</i> | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 |

V, veins (1= parallel, 2= non-parallel); Sa, arrangement of stomata (1= zigzag, 2= non-zigzag, 3= zigzag and non-zigzag), Sd, distribution of stomata (1= solitary, 2= pair, 3= solitary and pair); L. cel. w, long cell wall (1= smooth, 2= sinusal); Si. b, silica body (1= present, 2= not present); Si. b. a, arrangement of silica body (1= solitary, 2= pair); Mac. h, macro hair (1= present, 2= not present); Mic. h, micro hair (1= present, 2= not present); P. h, prickle hair (1= present, 2= not present); P. h. a, arrangement of prickle hair (1= solitary, 2= pair, 3= solitary and pair); P. h. b, base of prickle hair (1= round, 2= oblong, 3= triangle, 4= round and oblong, 4= round and oblong and triangle).



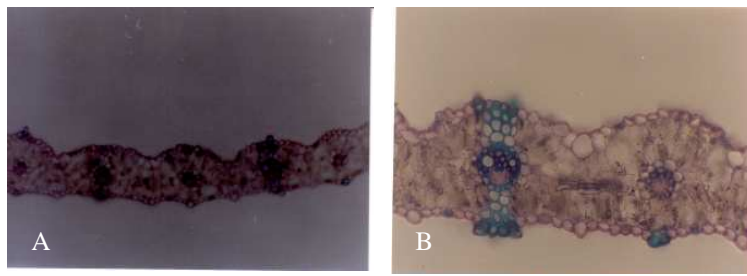
شکل ۱- برش عرضی برگ گونه *A. barbata*: A. نمای کلی برگ (۴x)، B. مزوفیل (۱۰x)، C-D. آوند میانی (۲۰x).

Fig. 1. Leaf of *A. barbata* in T.S.: A. General aspect (4x), B. Mesophyll (10x), C-D. Midrib (20x).

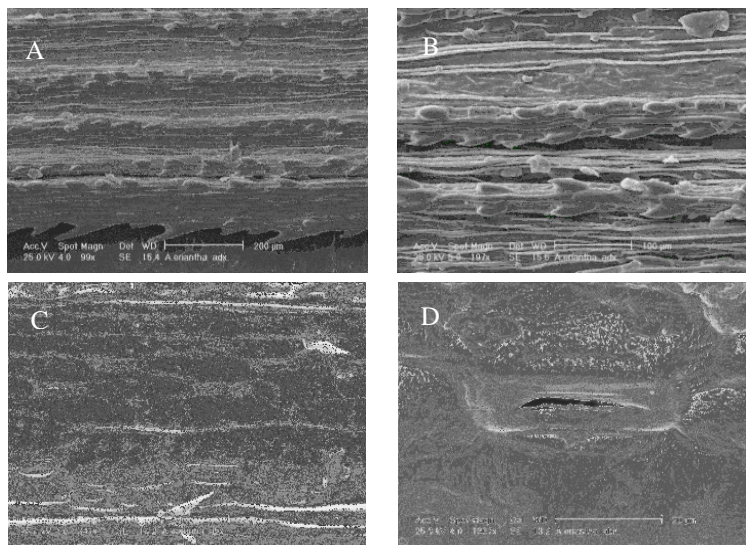


شکل ۲- سطح اپیدرم برگ گونه *A. clauda*: A-B. سطح فوقانی اپیدرم، B. کرک خاری و روزنه، C-D. سطح تحتانی اپیدرم.

Fig. 2. Epidermis in superficial view of *A. clauda*: A-B. Adaxial surface, B. Prickle and stomata, C-D. Abaxial surface.

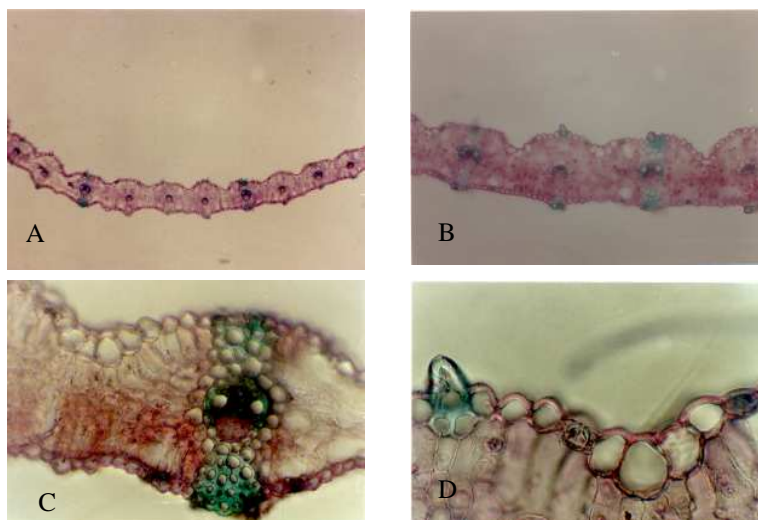


شکل ۳- برش عرضی برگ گونه *A. clauda*: A. نمای کلی (۱۰x)، B. آوند میانی (۲۰x).
 Fig. 3. Leaf of *A. clauda* in T.S.: A. General aspect (10x), B. Midrib (20x).



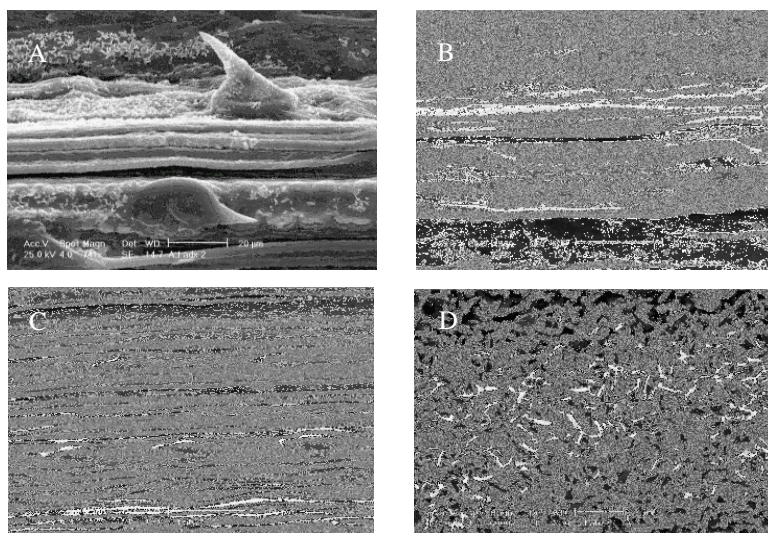
شکل ۴- سطح اپیدرم برگ گونه *A. eriantha*: A-B. سطح فوقانی، C-D. آرایش روزنه‌ها در سطح تحتانی.

Fig. 4. Epidermis in superficial view of *A. eriantha*: A-B. Adaxial surface, C-D. Stoma in abaxial surface.



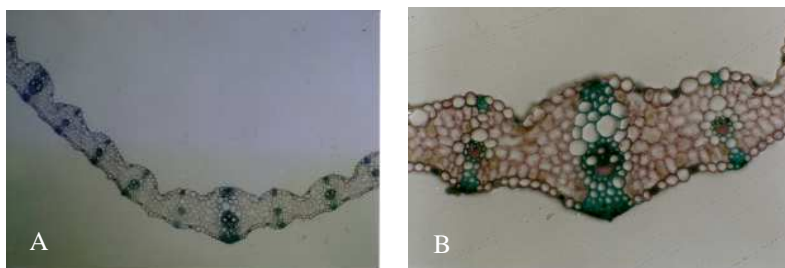
شکل ۵- برش عرضی برگ گونه *A. eriantha*: A. نمای کلی برگ (۴x)، B. مزوفیل (۱۰x)، C. آوند میانی (۲۰x)، D. یاخته‌های حبایی، روزنه و کرک (۴۰x).

Fig. 5. Leaf of *A. eriantha* in T.S.: A. General aspect (4x), B. Mesophyll (10x), C. midrib (20x), D. Bulliform cells, stomata and trichome (40x).

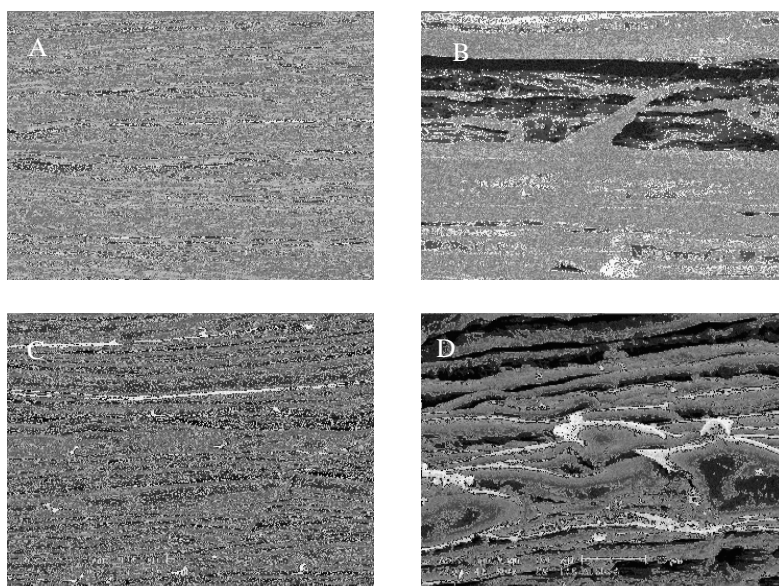


شکل ۶- سطح اپیدرم برگ گونه *A. fatua*: A-B. سطح فوقانی برگ، B. کرک خاری و یاخته‌های بلند، C-D. سطح تحتانی، C. آرایش کرک‌ها، D. تزینات سیلیسی.

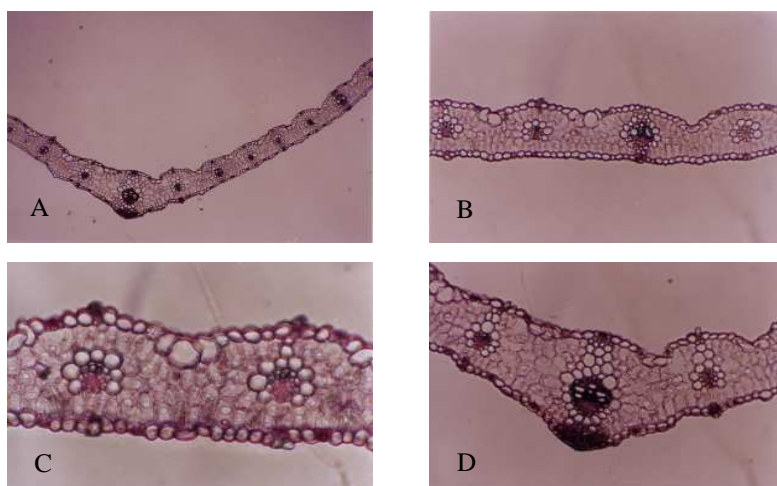
Fig. 6. Epidermis in superficial view of *A. fatua*: A-B. Adaxial surface, B. Prickle and long cells, C-B. Abaxial surface, C. Trichomes, D. Silica deposition.



شکل ۷- برش عرضی برگ گونه *A. fatua*: A. نمای کلی برگ (۴x)، B. آوند میانی (۲۰x).
 Fig. 7. Leaf of *A. fatua* in T.S.: A. General aspect (4x), B. Midrib (20x).

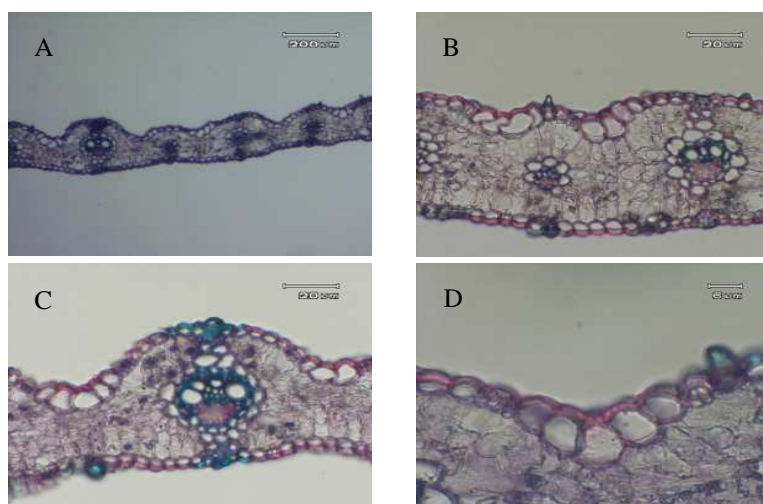


شکل ۸- سطح اپیدرم برگ گونه *A. ludoviciana*: A-B. سطح فوقانی، B. کرک خاری،
 C-D. سطح تحتانی، D. کرک‌های خاری.
 Fig. 8. Epidermis in superficial view of *A. ludoviciana*: A-B. Adaxial surface,
 B. Prickle, C-D. Abaxial surface, D. Prickles.



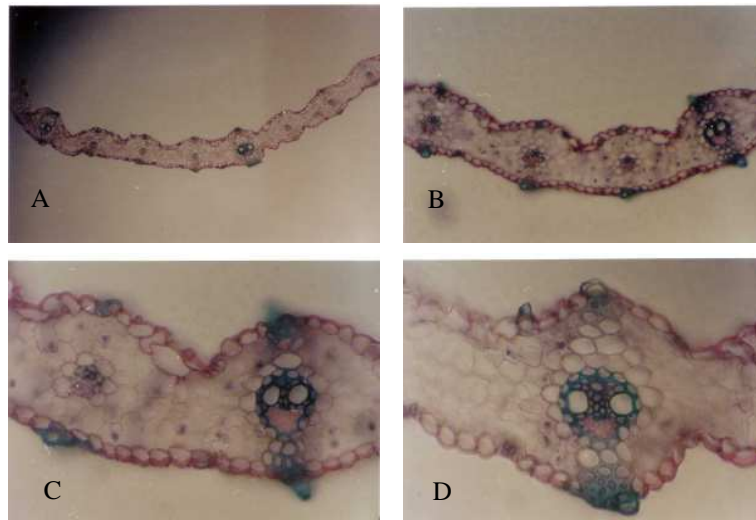
شكل ۹- برش عرضى برگ گونه *A. ludoviciana*: A. نماى کلی برگ (۴x)، B. مزوفیل (۱۰x)، C. آوندهاى كوچك و ياخته‌هاى حبابى (۲۰x)، D. آوند میانی (۲۰x).

Fig. 9. Leaf of *A. ludoviciana* in T.S.: A. General aspect (4x), B. Mesophyll (10x), C. Small veins and bulliform cells (20x), D. Midrib (20x).



شكل ۱۰- برش عرضى برگ گونه *A. sativa*: A. نماى کلی برگ (۴x)، B. مزوفیل (۱۰x)، C. آوند میانی (۲۰x)، D. ياخته‌هاى حبابى، روزنه‌ها و کرک (۴۰x).

Fig. 10. Leaf of *A. sativa* in T.S.: A. General aspect (4x), B. Mesophyll (10x), C. Midrib (20x), D. Bulliform cells, stoma and trichome (40x).



شکل ۱۱- برش عرضی برگ گونه *A. wiestii*: A. نمای کلی برگ (۴x)، B. مزوفیل (۱۰x)، C. آوندهای بزرگ و کوچک (۲۰x)، D. آوند میانی (۲۰x).

Fig. 11. Leaf of *A. wiestii* in T.S.: A. General aspect (4x), B. Mesophyll (10x), C. Large and small veins (20x), D. Midrib (20x).

منابع

جهت ملاحظه منابع به متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: زهره سیفی و دکتر فاطمه زرین کمر، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی ۱۷۵-۱۴۱۱۵، تهران.

ANATOMICAL STUDIES OF SOME *AVENA* SPECIES IN IRAN

Z. SEIFI* and F. ZARINKAMAR

Faculty of Basic Science, Tarbiat Modares University

Received: 15.09.2007

Accepted: 26.12.2007

In this research foliar anatomy of seven species of *Avena* are studied under the light microscope and the scanning electron microscope (SEM). This study includes seven species, namely, *A. barbata*, *A. clauda*, *A. eriantha*, *A. fatua*, *A. ludoviciana*, *A. sativa* and *A. wiestii*. Different anatomical characters such as number of bulliform cells, mesophyll thickness, midrib, number of vascular bundles from midrib to margin and some other characters are efficient in identification of species. Anatomical results are applied in separation of species from each other. The identification key based on anatomical characters is also presented. It is concluded that, the identification key based on morphological characters supports the relation between species based on anatomy.

Key words: *Avena*, Foliar anatomy, Poaceae

To observe the figures and tables, please refer to the Persian text.

* Corresponding author (E-mail: z.seifi@modares.ac.ir)

References

- BAUM, B.R. 1977. Oats: wild and cultivated. A monograph of the genus *Avena* L. (Poaceae). Canada. Monogr. 14. 463pp.
- DAVIS, P.H. 1985. Flora of Turkey. Vol. 9. Edinburgh at the University Press. 724. pp. Edinburg.
- ESAU, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. Wiley. 360-368.
- ELLIS, R.P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II: the epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12(4): 641-671.
- FAHN, A. 1990. Plant Anatomy. 4th ed. Oxford: Pergamon Press.
- JUDD, W., CAMPABELAND, C.S., KELLOGG, E.A. and STERENS, P.F. 1999. Plant systematic; a phylogenetic approach. U.S.A. Sinauer Associates, Inc. 210-216.
- METCALF, C.R. 1960. Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae. Oxford: Clarendon Press.
- MOTOMURA, H., FUJII, T. and SUZUKI, M. 2004. Silica deposition in relation to ageing of leaf tissues in *Sasa veitchii* (Carriere) Rehder (Poaceae: Bambusoideae). *Annals of Botany* 93: 235-248.
- SHEIDAI, M., KOOBAZ, P., TERMEH, F. and ZEHZAD, B. 2002. Phyletic studies in *Avena* species and populations of Iran. *J. Sci. I. R. Iran* 13(1): 19-28.
- SHEIDAI, M., KOOBAZ, P. and ZEHZAD, B. 2003. Meiotic studies of some *Avena* species and populations of Iran. *J. Sci. I. R. Iran* 14(2): 121-131.
- VIERA, R.C., GOMES, D.M.S., SARAHYBA, L.S. and ARRUDA, R.C.O. 2002. Leaf anatomy of three herbaceous Bamboo species. *Brazilian Journal of Biology* 62: 1-18.
- WATSON, L. and DALLWITZ, M.J. 2003. Grass genera of the world. <http://deltaintkey.com>
- ZARINKAMAR, F. 2002. Foliar anatomy of *Carex* in Arasbaran. *Iran. Journ. Bot.* 9(2): 261- 270.

Address of the authors: Z. SEIFI and Dr. F. ZARINKAMAR, Faculty of Basic Science, Tarbiat Modares University, P.O. Box: 14115-175, Tehran, Iran.