

کاربرد آناتومی برگ در شناسایی گونه‌های ریزبرگ جنس *Festuca* در ایران*

Taxonomic value of leaf anatomy in Iranian fine-leaved *Festuca*

نسرین اسلامی جوینده، فاطمه زرین کمر** و مصطفی اسدی

دانشگاه تربیت مدرس و موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

پذیرش: ۱۳۸۷/۸/۲۵

دریافت: ۱۳۸۶/۱۰/۲۳

چکیده

جنس *Festuca* گیاهی علفی، پایا، دارای ریشه‌های عمیق با بیش از ۴۵۰ گونه گیاهی متعلق به تیره Poaceae می‌باشد. گونه‌های این جنس از لحاظ ارتفاع، طول عمر و پهنای برگ با یکدیگر تفاوت دارند. براساس اندازه برگ به دو گروه ریزبرگ (*fine-leaved*) و پهن‌برگ (*broad-leaved*) تقسیم می‌شوند. طی این تحقیق، آناتومی برگ در پنج گونه از جنس *Festuca* L. به اسامی: *F. heterophylla*, *F. akhania*, *F. sulcata*, *F. valesiaca* و *F. elwendiana* از گروه ریزبرگان به منظور معرفی صفات مهم تشریحی و امکان کاربرد تاکسونومیکی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برگ گونه‌های مختلف برش‌گیری و سپس رنگ آمیزی مضاعف شد. در بررسی برش‌ها صفات کمی و کیفی مانند اندازه پهنک، نوع روزنه و کرک و میزان تراکم آن‌ها در سطوح فوقانی و تحتانی، تشخیص نوع مزوفیل و وجود یا عدم وجود بافت‌های استحکامی تعیین شد. اطلاعات حاصل از صفات تشریحی آنالیز آماری گردید و صفات مهم در شناسایی گونه‌ها تعیین و کلید شناسایی تشریحی برای گونه‌های مورد مطالعه ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: برگ، *Festuca*، تک‌لپه‌ای، کلید شناسایی

* بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر فاطمه زرین کمر، ارائه شده به دانشگاه تربیت

مدرس، تهران

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

جنس *Festuca* L. با بیش از ۴۵۰ گونه گیاهی متعلق به تیره Poaceae زیرتیره Pooideae و طایفه Poaeae می‌باشد (APG II 2003). این جنس بزرگ در فلور ایرانیکا (Bor 1970) به پنج زیرجنس تقسیم می‌شود که شامل ۲۰ گونه می‌باشد. از ۲۰ گونه یاد شده نه گونه به اسامی: *F. heterophylla* Lam.، *F. atlissima* All.، *F. rubra* L.، *F. sulcata* (Hack.) Beck، *F. pinifolia* (Hack) Bornm.، *F. drymeia* Mert & Koch و *F. gigantea* (L) Vill، *F. arundinacea* Schreb مربوط به کشور ایران می‌باشد. گونه‌هایی چون (Alexeev 1977) *F. iranica* E.B. Alexeev، (Tsvelev 1997) *F. akhanii* Tzvelev (Tzvelev 1997) (ترمه ۱۳۵۴)، (Markgraf - Dannenberg 1981) *F. elwendiana* Markgr - Dannenb. و *F. valesiaca* Schlicher ex Gaudin. از گروه ریزبرگ‌ها برای ایران گزارش شده است.

جنس *Festuca* شامل گیاهان علفی پایا با ریشه‌های عمیق می‌باشد که در مناطق معتدل شمالی اروپا و آسیا پراکنده است. گیاهان این جنس از نظر علوفه‌ای، مرتعی، سازگاری خوب به شرایط مختلف محیطی، داشتن پراکنش جغرافیایی وسیع و تعداد گونه‌های بالا (حدود ۴۵۰ گونه) بیانگر اهمیت تاکسونومی این جنس است. گونه‌های این جنس از لحاظ ارتفاع، طول عمر و پهنای برگ با یکدیگر تفاوت دارند و بر اساس اندازه برگ به دو گروه ریزبرگ (fine-leaved) و پهن‌برگ (broad-leaved) تقسیم می‌شوند (حیدری و دری ۱۳۸۳).

بیش از یک قرن است که از صفات تشریحی برگ برای تکمیل صفات ریخت‌شناسی در *Festuca* استفاده می‌شود، استفاده از آناتومی برگ برای شناسایی گونه‌های *Festuca* با کارهای هکل (Hackel 1882) آغاز شد و از آن زمان به بعد به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفت. متکالف (Metcalfe 1960) در کتاب آناتومی تک‌لپه‌ای‌ها صفات تشریحی برگ را در مورد تعدادی از گونه‌های *Festuca* و هیبریدهای بین دو جنس *Lolium* و *Festuca* بررسی نموده است. در بررسی مقاطع برگ در گونه‌های *F. arundinacea* و *F. pratensis* ویژگی‌هایی مانند مقدار اسکلرانشیمی شدن، اندازه دسته‌های آوندی و زاویه بین دو نیمه پهنک اساس شناسایی تاکسونومیک است (Badox 1971). استفاده از ساختار تشریحی برگ روشی مناسب برای تعیین تفاوت‌های مهم بین تاکسون‌ها در بخش‌های Bovinea و Scariosae از جنس *Festuca* معرفی شده است (Borrill 1972). در نگارش فلور اروپا، همچنین در شناسایی گونه‌های جنس *Festuca* در شمال آمریکا و در روسیه از خصوصیات تشریحی برگ به عنوان یک ابزار سیستماتیکی قابل استناد استفاده شده است (Tzvelev 1976, Alexeev 1972, Markgraf-Dannenberg 1980).

در ایران هنوز مطالعه جامعی روی این جنس مهم مرتعی صورت نگرفته است. به همین دلیل طی این تحقیق با استفاده از صفات تشریحی برگ به مطالعه تاکسونومی گروه ریزبرگ از زیرجنس *Festuca* پرداخته شده است.

روش بررسی

- مطالعات تشریحی

در این تحقیق ساختار تشریحی برگ در پنج گونه از گروه ریز برگ *Festuca* با نام‌های: *F. akhania* Tzvelev, *F. valesiaca* Schleicher ex Gaudin, *F. heterophylla* Lam. و *F. elwendiana* Markgr-Dannenb. با تکرارهای متفاوت (جدول ۱) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها بر اساس فلورهای مختلف از جمله فلور ایرانیکا (Bor 1970)، فلور پارسا (Flora de l' Iran, 1950)، فلور شرق (Boissier 1875) و کتاب Grasses of the Soviet Union از تزولف (Tsvelev 1976) مورد مطالعه و شناسایی دقیق قرار گرفت.

به منظور بررسی ساختار تشریحی، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در محلول الکل ۷۰ درصد قرار گرفت سپس به وسیله میکروتوم مینوت و با دست از قسمت یک سوم پایینی برگ برش تهیه شد، برش‌ها با سبزمیل و کارمن‌زاجی رنگ‌آمیزی مضاعف شدند. از برش‌ها آگیری و لام دایم تهیه گردید. نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری مدل Olympus بررسی و جدول صفات کمی و کیفی از ساختار تشریحی برگ برای هر نمونه تهیه گردید و سپس با بزرگنمایی‌های مختلف چهار برابر، ۲۰ برابر و ۴۰ برابر عکسبرداری شد. در این تحقیق از نمونه‌های تازه جمع‌آوری شده و نمونه‌های موجود در هرباریوم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور ("TARI") استفاده شد (جدول ۱). نمونه‌های جمع‌آوری شده در هرباریوم فوق‌الذکر نگهداری می‌شوند.

جدول ۱- رویشگاه‌های گونه‌های مورد مطالعه در جنس *Festuca*

ردیف	رویشگاه‌ها	گونه‌ها
۱	گلستان: جنگل گلستان، ۱۶۰۰ متر، باقری (TARI 90264)	<i>F. akhania</i>
۲	همدان: کوه الوند، ۲۳۰۰ متر، کلوندی و باقری (TARI 90265)	<i>F. elwendiana</i>
۳	همدان: نزدیک گنج نامه، ۲۱۰۰ متر، اسدی و مظفریان (TARI 36729)	<i>F. elwendiana</i>
۴	همدان: کوه الوند، ۲۹۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	<i>F. elwendiana</i>
۵	همدان: نزدیک گنج نامه، ۲۱۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	<i>F. elwendiana</i>

<i>F. elwendiana</i>	همدان: نزدیک گنج نامه، ۲۷۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۶
<i>F. elwendiana</i>	همدان: نزدیک گنج نامه، ۲۶۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۷
<i>F. heterophylla</i>	تهران: دره لار، ۲۴۲۰ تا ۲۵۵۰ متر، وندلیو و اسدی (TARI 13348)	۸
<i>F. heterophylla</i>	آذربایجان شرقی: ۴۵ کیلومتری سیلان، ۲۹۰۰ متر، مظفریان (TARI 9319)	۹
<i>F. heterophylla</i>	خراسان: بین شیروان به بجنورد ایستگاه تحقیقات دیم، ۱۷۰۰ متر، جوهرچی (FMUH 76674)	۱۰
<i>F. sulcata</i>	آذربایجان شرقی: منطقه حفاظت شده ارسباران، ۲۵۰۰ متر، اسدی (TARI 23910)	۱۱
<i>F. sulcata</i>	آذربایجان شرقی: منطقه حفاظت شده ارسباران، دهکده دوقرول، ۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰ متر، اسدی و سردابی (TARI 23997)	۱۲
<i>F. sulcata</i>	خراسان: باخز، کوه‌های ازنه، ۱۷۰۰ متر، جوهرچی و زنگویی (FMUH 17921)	۱۳
<i>F. valesiaca</i>	گلستان: جنگل گلستان، یاخته کلان، ۲۱۰۰ متر، باقری (TARI 90262)	۱۴
<i>F. valesiaca</i>	گلستان: جنگل گلستان، شارلق، ۲۲۰۰ متر، باقری (TARI 90263)	۱۵
<i>F. valesiaca</i>	تهران: جاده هراز، ۸ کیلومتری آبگرم، ۴۲۰۰ متر، باقری (TARI 90266)	۱۶
<i>F. valesiaca</i>	مازندران: کجور، دشت لاشک، ۱۳۰۰ متر، باقری و امینی (TARI 90268)	۱۷
<i>F. valesiaca</i>	آذربایجان شرقی: بین میانه و بستان آباد، ۲۵۰۰ متر، باقری (TARI 90269)	۱۸
<i>F. valesiaca</i>	چهارمحال و بختیاری: ۱۵ کیلومتری شرق حوسیم، ۱۹۰۰ متر، حمزه (TARI 976)	۱۹
<i>F. valesiaca</i>	ایلام: ۱۳۵۰ متر، میرعبداللهی، آتشی و زورحاتمی (TARI 2091)	۲۰
<i>F. valesiaca</i>	چهارمحال و بختیاری: بروجن به دورامان، گردنه کبک، ۲۱۸۰ متر، مظفریان (TARI 57204)	۲۱
<i>F. valesiaca</i>	همدان: آوج، ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، مظفریان (TARI 64435)	۲۲
<i>F. valesiaca</i>	مازندران: سنگده، ۱۶۰۰ تا ۲۲۰۰ متر، اسدی (TARI 73259)	۲۳
<i>F. valesiaca</i>	کرمانشاه: روستای بوامه، ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متر، اسدی (TARI 78819)	۲۴

جدول ۱ (ادامه)

<i>F. valesiaca</i>	اصفهان: ۳۰۰۰ متر، اسدی و رنجیر (TARI 83049)	۲۵
<i>F. valesiaca</i>	تهران: کوه دماوند، ۳۷۰۰ تا ۴۳۵۰ متر، اسدی (TARI 85762)	۲۶
<i>F. valesiaca</i>	آذربایجان شرقی: ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری ماسوله، ۲۱۰۰ متر، اسدی (TARI 86475)	۲۷
<i>F. valesiaca</i>	اردبیل: آبگرم، ۱۷۵۰ تا ۲۰۰۰ متر، اسدی (TARI 86583)	۲۸
<i>F. valesiaca</i>	همدان: کوه الوند، ۳۰۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۲۹
<i>F. valesiaca</i>	همدان: کوه الوند، ارتفاعات گنج نامه، ۳۰۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۳۰
<i>F. valesiaca</i>	همدان: مسیر توپسرکان، ۳۰۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۳۱
<i>F. valesiaca</i>	همدان: کوه الوند، ۲۶۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۳۲
<i>F. valesiaca</i>	همدان: مسیر توپسرکان، ۲۷۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۳۳
<i>F. valesiaca</i>	همدان: توپسرکان، ۳۰۰۰ متر، اسلامی و نوربخش	۳۴

- تجزیه و تحلیل آماری

مطالعات آماری شامل دو آنالیز خوشه‌ای (Cluster Analysis) و تجزیه به مولفه‌های اصلی (Principle Component Analysis) PCA می‌باشد. داده‌ها که شامل ۳۰ صفت کمی و ۳۵ صفت کیفی است، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار SPSS، ver. 9 مورد آنالیز خوشه‌ای به دو روش (Minimum Spherical Cluster Method) WARD و (Unweighted Paired Group with Arithmetic Average) UPGAA قرار گرفت و سپس به منظور دست‌یابی به مهمترین صفات تشریحی برای رده‌بندی و شناسایی گونه‌ها، داده‌های حاصل از مطالعه مورد آنالیز آماری PCA قرار گرفت. صفات مهم در شناسایی گونه‌ها ارابه و نمودار رسته‌بندی (Ordination) OTU و ارتباط بین آن‌ها در یک فضای چند بعدی متشکل از مولفه‌های اصلی تعیین گردید.

نتیجه و بحث

طی مطالعات تشریحی که روی گونه‌های مختلف زیرجنس *Festuca L.* انجام گردید، صفات مهم تشریحی به دو دسته صفات مشترک در تمام گونه‌ها و صفات اختصاصی مربوط به هر گونه تقسیم‌بندی شد. صفات مشترک: گونه‌های ریزبرگ دارای برگ‌هایی با کمتر از دو میلی‌متر پهنا (در برخی منابع تا چهار میلی‌متر نیز آورده شده است) در زمان حیات می‌باشند. بارزترین صفت تشریحی در

این گروه، شکل مقطع برگ است. که غالباً حالت ۷ شکل دارد که نشان‌دهنده برگ‌های لوله‌ای یا تا شده می‌باشد.

سلول‌های اپیدرمی: در هر دو سطح فوقانی و تحتانی ساده و ایزودیامتریک هستند. سلول‌های اپیدرم تحتانی به شکل چهارگوش (به ندرت بیضوی) بزرگتر و یکنواخت‌تر از سلول‌های اپیدرم فوقانی می‌باشند و اپیدرم فوقانی در حد فاصل رگبرگ‌ها دارای فرورفتگی است. در گونه *F. akhaniai* تعداد فرورفتگی‌ها کمتر و تنها در کنار دسته آوند مرکزی مشاهده می‌شود. در قاعده هر فرورفتگی سلول‌های حبابی شکل که غالباً دارای سه تا پنج سلول هستند، دیده می‌شوند. روزنه تنها در سطح اپیدرم فوقانی با تراکم بالا در محل فرورفتگی‌ها دیده می‌شوند. سطح اپیدرم تحتانی صاف و فاقد روزنه می‌باشد. کرک‌ها خاری شکل از نوع تک‌سلولی کوتاه یا بلند می‌باشند که گاهی از هر دو نوع کرک در سطح اپیدرم فوقانی وجود دارد. سطح اپیدرم تحتانی در بسیاری از گونه‌ها فاقد کرک است. ویژگی بارز دیگر وجود بافت اسکلرانشیمی در زیر لایه اپیدرم تحتانی است که در تمایز گونه‌ها حایز اهمیت می‌باشد. بافت اسکلرانشیمی در نوک برگ و در زیر محل قرارگیری دسته‌های آوندی قرار دارند.

در بافت مزوفیل برگ پارانشیم نردبانی و اسفنجی غیرقابل تفکیک می‌باشند. دسته‌های آوندی در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ و در برخی گونه‌ها در دو اندازه کوچک و بزرگ وجود دارند. تعداد رگبرگ‌های فرعی از آوند مرکزی تا حاشیه برگ دو تا پنج آوند است. آوند مرکزی برجسته و فاقد پیوستگی در بالا و پایین می‌باشد. شکل دسته‌های آوندی دایره‌ای شکل تا بیضوی می‌باشند. دسته آوند مرکزی دارای سه تا چهار متاوسل است، تنها در گونه *F. valesiaca* تعداد متاوسل‌ها به پنج عدد نیز می‌رسد. غلاف آوندی دو لایه است. سلول‌های داخلی در غلاف آوندی کوچک و به شدت اسکلرانشیمی هستند و به طور کامل چوب و آبکش را احاطه می‌کنند. سلول‌های لایه خارجی غلاف آوندی بزرگتر از سلول‌های داخلی هستند و در سطح تحتانی دارای انفصال هستند و به طور کامل لایه داخلی را احاطه نمی‌کنند.

صفات اختصاصی در هرگونه: صفات تشریحی اختصاصی مورد مطالعه به دو دسته مفید و غیرمفید تقسیم گردید. صفات تشریحی غیر مفید دارای دامنه تغییرات زیادی در تکرارهای متفاوت از یک گونه بودند که در جدول ۲ آورده شده است و از این صفات در آنالیز آماری صرفنظر گردید.

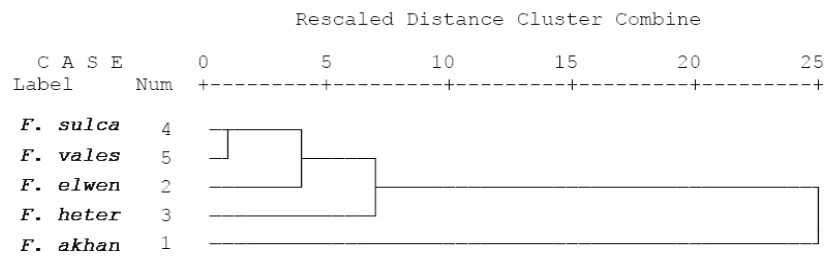
جدول ۲- صفات آناتومیکی متغیر در هر گونه در زیستگاه‌های مختلف

دامنه تغییر	صفات آناتومیکی
۱۰۰-۲۰۰ میکرومتر	اندازه نیمه پهنک
۱۰۰-۱۵۰ میکرومتر	طول بین اپیدرم تحتانی زیر دسته آوند مرکزی و بالاترین سلول اپیدرمی در نوک برگ
۱۰۰-۱۶۰ میکرومتر	ضخامت عرضی پهنک در ناحیه دسته آوند مرکزی
۱۰۰ میکرومتر	ضخامت پهنک در ناحیه فرورفته نزدیک دسته آوند مرکزی
۵۰-۱۰۰ میکرومتر	اندازه دسته آوند مرکزی
۳۰-۸۰ میکرومتر	عمق شیار در سطح فوقانی
۱۰-۲۰ میکرومتر	اندازه متازایلیم در دسته آوند مرکزی
۲-۳	تعداد متازایلیم در دسته آوند متوسط
۲-۶	تعداد لایه‌های اسکلرانشیمی در زیر دسته آوند مرکزی
۲-۳	تعداد لایه‌های اسکلرانشیمی در زیر دسته آوند فرعی بزرگتر
۰-۳	تعداد لایه‌های اسکلرانشیمی در زیر دسته آوند فرعی کوچک
۱-۲	تعداد لایه‌های اسکلرانشیمی در نوک برگ
۱-۲	تعداد متازایلیم در دسته آوند مرکزی
کم-متوسط-زیاد	تراکم کرک در اپیدرم تحتانی برگ
دایره‌ای-بیضوی-تخم‌مرغی	شکل دسته آوند مرکزی

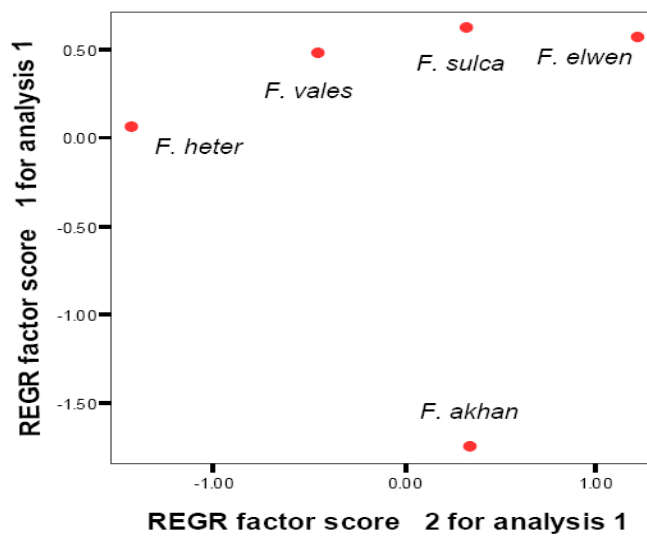
برگ در برش عرضی در بسیاری از گونه‌ها غالباً V شکل است و انتهای پهنک به داخل برگشته است. در گونه *Festuca heterophylla* در سطح زیرین در محل به داخل برگستگی دارای زاویه می‌باشد (شکل D ۴). در گونه *F. sulcata* شکل مقطع برگ اندکی متفاوت و به صورت تخم‌مرغی و گرد است، در سطح تحتانی در دو طرف دسته آوند مرکزی فرورفتگی‌هایی دیده می‌شود (شکل A ۴). اندازه هر نیمه پهنک (فاصله بین آوند مرکزی و حاشیه برگ) در گونه‌های مختلف از یک میلی‌متر تجاوز نمی‌کند کمترین مقدار آن در نمونه‌هایی از *F. sulcata* (۵۰۰ میکرومتر) دیده می‌شود. سلول‌های اپیدرم فوقانی در نمونه‌های مختلف مورد مطالعه به اشکال گوناگون دایره‌ای، تخم‌مرغی شکل و بیضوی با پهنای متفاوت شش، هشت تا ۱۶ میکرومتر دیده می‌شوند. داشتن سلول‌های اپیدرم فوقانی با شکل‌های متنوع و اندازه‌های مختلف از بارزترین صفات تشریحی در گونه *F. heterophylla* می‌باشد

(شکل E ۴). در سطح اپیدرم فوقانی گونه‌های مورد بررسی غالباً دارای چهار فرورفتگی در مجاورت دسته‌های آوندی می‌باشند، اما گونه *F. akhanii* تنها در مجاورت دسته آوند مرکزی دارای دو فرورفتگی با عمق بسیار کم (۶۰ میکرومتر) می‌باشد (شکل D ۳). در قاعده هر فرورفتگی سلول‌های حبابی شکل با شکل‌های متفاوت مشاهده می‌شوند. روزنه‌ها در سطح اپیدرم فوقانی، دمبلی شکل و هم سطح با سلول‌های اپیدرمی با تراکم بیشتر در فرورفتگی‌ها دیده می‌شوند (شکل C و I ۳). در گونه‌های *F. akhanii* و *F. heterophylla* روزنه از نوع فرورفته می‌باشد (شکل F ۴). کرک‌ها در گونه *F. elwendiana* در هر دو سطح اپیدرم فوقانی و تحتانی از نوع میکروکرک و ماکروکرک هستند. در گونه *F. valesiaca* نیز کرک‌های خاری در سطح تحتانی برگ تنها در محل قرارگیری دسته‌های آوندی و نوک برگ مشاهده می‌شود. در گونه‌های دیگر کرک تنها در اپیدرم فوقانی مشاهده می‌شود. در دو گونه *F. akhanii* و *F. sulcata* کرک از نوع تک‌سلولی کوتاه و در گونه‌های *F. heterophylla* و *F. valesiaca* از هر دو نوع میکروکرک و ماکروکرک می‌باشند. در سطح تحتانی گونه *F. akhanii* برآمدگی‌های زگیل مانندی در سراسر سطح مشاهده می‌شود که مختص به این گونه می‌باشد. تعداد دسته‌های بافت اسکلرانشیمی و محل قرارگیری آن در زیر لایه اپیدرم تحتانی در تمایز گونه‌ها حایز اهمیت می‌باشد. بافت اسکلرانشیمی در گونه‌های *F. akhanii* و *F. heterophylla* دارای هفت دسته مجزا در نوک برگ و در زیر دسته‌های آوندی می‌باشد. در گونه *F. akhanii* کشیدگی اسکلرانشیمی از سطح تحتانی به فوقانی در محل دسته‌های آوندی متوسط و برخی دسته‌های آوندی کوچک دیده می‌شود که مهمترین علت تمایز این گونه از سایر گونه‌های ریزبرگ موجود در این مطالعه می‌باشد. در گونه‌های *F. valesiaca*، *F. sulcata* و *F. elwendiana* سه دسته بافت اسکلرانشیمی دیده می‌شود. دسته‌های اسکلرانشیمی در گونه‌های *F. valesiaca* و *F. sulcata* تنها در زیر دسته آوند مرکزی و در نوک برگ قرار دارند، در گونه *F. elwendiana* دسته‌های اسکلرانشیمی در نوک برگ و در زیر دسته‌های آوندی متوسط به هم پیوسته‌اند. در تعداد رگبرگ‌های فرعی از آوند مرکزی تا حاشیه برگ دو آوند است، اما در گونه‌های *F. elwendiana* و *F. akhanii* از سه تا پنج رگبرگ فرعی دیده می‌شود که نشان‌دهنده سطح بیشتر برگ نسبت به گونه‌های دیگر می‌باشد. از صفات تشریحی مفید در آنالیز خوشه‌ای و PCA استفاده شد. آنالیز خوشه‌ای به دو روش UPGMA و WARD انجام شد که دندروگرام حاصل از هر شیوه مشابه هم بودند (شکل ۱). نتایج حاصل از PCA نشان می‌دهد که چهار فاکتور اول حدود ۱۰۰ درصد کل تنوع را تبیین می‌کند. نمودار رسته‌بندی گونه‌های مطالعه شده بر اساس دو مولفه اصلی PCA صفات آناتومیک در گونه‌های جنس *Festuca* L. ترسیم شد (شکل ۲). معتبرترین صفات آناتومیک برای شناسایی گونه‌ها بر اساس آنالیز PCA شامل صفات کیفی از جمله پیوستگی دسته‌های اسکلرانشیمی در مقطع برگ،

پیوستگی لایه‌های اسکلرانشیمی در نوک برگ با دسته آوند جانبی، پیوستگی غلاف آوندی در پایین دسته آوند فرعی کوچک، وجود لایه‌های اسکلرانشیمی در بالای دسته آوند فرعی متوسط، وجود و نوع کرک در سطح فوقانی برگ، شکل فرورفتگی‌ها در سطح فوقانی، وجود و نوع کرک در سطح تحتانی برگ، وجود کریستال و صفات کمی از جمله تعداد دسته‌های اسکلرانشیمی در مقطع برگ، تعداد دسته آوند فرعی در هر نیمه پهنک، تعداد دسته آوند فرعی بزرگ، متوسط و کوچک در هر نیمه پهنک، تعداد برآمدگی و فرورفتگی در اپیدرم فوقانی و تعداد لایه‌های اسکلرانشیمی در بالا و پایین دسته آوند فرعی متوسط می‌باشد (شکل‌های ۳ و ۴).

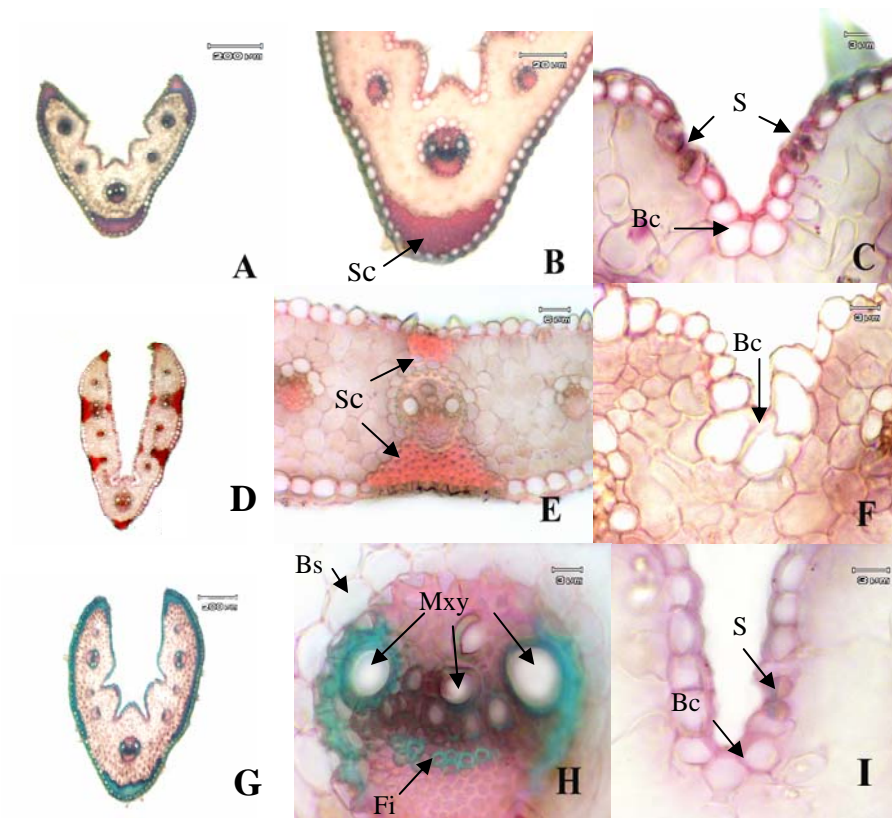


شکل ۱- دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای UPGMA.
 Fig. 1. Dendrogram using average linkage (between groups).



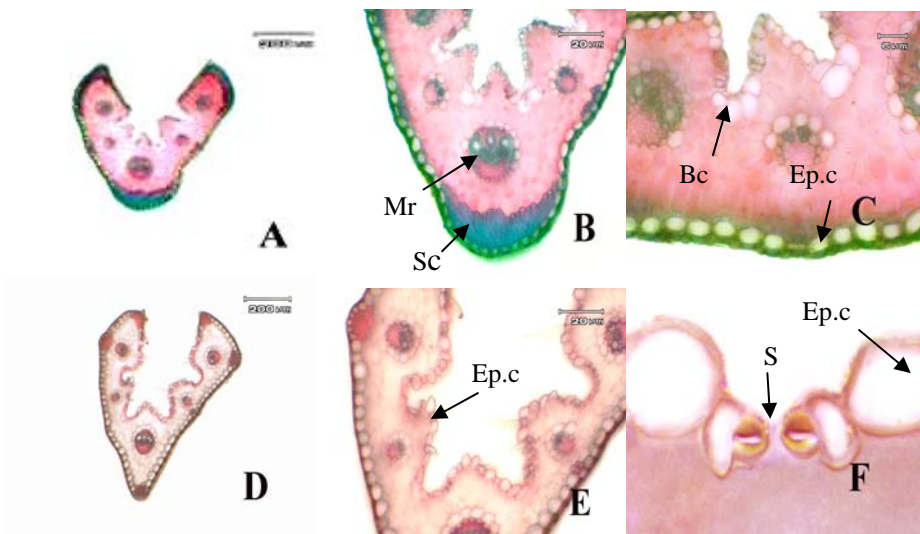
شکل ۲- نمودار رسته‌بندی گونه‌های مطالعه شده بر اساس دو مولفه اصلی PCA صفات آناتومیک در گونه‌های جنس *Festuca*.

Fig. 2. Principal component analysis in *Festuca* species.



شکل ۳- مقطع عرضی برگ گونه‌های جنس *Festuca*: A-C. *F. valesiaca*, D-F. *F. akhanii* و *F. elwendiana* G-I
 Fig. 3. T.S. of leaf blade of *Festuca*: A-C. *F. valesiaca*, D-F. *F. akhanii*, G-I. *F. elwendiana*.

S= stomata, Bc= bulliform cell, Sc= sclerenchyma, Mxy= metaxylem, Fi= fiber, Bs= bundle sheat.



شکل ۴- مقطع عرضی برگ گونه‌های جنس *Festuca*

Fig. 4. T.S. of leaf blade of *Festuca*: A-C. *F. sulcata*, D-F. *F. heterophylla*.
S= Stomata, Bc= Bulliform cell, Mr= Midrib, Ep.c= Epidermal cell, Mr= midrib

کلید شناسایی با استفاده از صفات تشریحی برای جنس *Festuca*

- ۱- دارای کشیدگی اسکلرانشیمی از سطح تحتانی به فوقانی در محل دسته آوندهای متوسط،
F. akhania دارای دو شیار در سطح فوقانی
- فاقد کشیدگی اسکلرانشیمی از سطح تحتانی به فوقانی در محل دسته آوندهای متوسط،
دارای چهار شیار یا بیشتر در سطح فوقانی ۲
- ۲- دارای سه دسته بافت اسکلرانشیمی در پهنک برگ ۳
- دارای پنج دسته بافت اسکلرانشیمی در مقطع برگ، برگ در حاشیه به داخل برگشته،
در محل برگستگی دارای زاویه *F. heterophylla*
- ۳- دارای دو فرورفتگی در سطح اپیدرم تحتانی در دو طرف دسته آوند مرکزی *F. sulcata*
- فاقد فرورفتگی در سطح اپیدرم تحتانی ۴
- ۴- دارای بافت اسکلرانشیمی پیوسته در نوک برگ و زیر دسته آوند متوسط و کوچک در مقطع
برگ، دارای میکروکرک و ماکروکرک در هر دو سطح فوقانی و تحتانی *F. elwendiana*
- دارای بافت اسکلرانشیمی ناپیوسته، در سطح پشتی در زیر دسته آوندها دارای کرک‌های ریز
F. valesiaca

منابع

جهت ملاحظه منابع به متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: نسرين اسلامي جوينده، دانشجوي کارشناسي ارشد علوم گياهي دانشگاه تربيت مدرس، دکتري فاطمه زرین کمر، گروه علوم گياهي، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربيت مدرس، تهران، صندوق پستی ۱۴۱۱۵-۱۷۵ و دکتري مصطفي اسدي، بخش گياه‌شناسي، موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.

TAXONOMIC VALUE OF LEAF ANATOMY IN IRANIAN FINE-LEAVED *FESTUCA*

N. ESLAMI, F. ZARINKAMAR* and M. ASSADI

Tarbiat Modares University and
Research Institute of Forest & Rangelands

Received: 13.01.2008

Accepted: 15.10.2008

Festuca L. comprises perennial herbs and about 450 species. It belongs to the tribe Poeae R. Br. (= Festucaceae Dumort), subfamily Pooideae of Poaceae. These species are different in leaf size, life duration and lamina width. The genus is divided into two groups based on lamina width: fine-leaved and broad-leaved. In this study, leaf anatomy of *F. akhaniai*, *F. elwendiana*, *F. heterophylla*, *F. sulcata* and *F. valesiaca* belonging to the fine-leaved group are investigated. Leaf sections are made with microtome and then double-stained. Quantitative and qualitative anatomical features of the leaves, such as density of stomata and trichome, type of mesophyll and mechanical tissues are studied and their taxonomic value were verified in order to classify different species. These features are used for multivariate analysis. Leaf anatomy shows useful characteristics within the genus which assists to make the identification key.

Key words: Leaf, *Festuca*, Monocotyledon, Identification key

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

Figures and tables are given in the Persian text.

References

- ALEXEEV, E.B. 1977. Byull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prir., Biol. 82(3): 101.
- BADOX, S 1971. Sur l'anatomie de feuille de *Festuca arundinaceae* Schreb., *Festuca pratensis* Huds., *Lolium multiflorum* Lam. Et leurs hybrids. Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. 71: 15–22.
- BOISSIER, E. 1875. Flora Orientalis. Vol. 5. pp: 616–627.
- BOR, N. 1970. Gramineae in Flora Iranica. In: K.H. Rechinger (ed.). Akademische Druck-U. Verlagsanstalt Graz-Austria.
- BORRILL, M. 1972. Studeis in *Festuca*. III. The contribution of *F. scariosa* to evolution of polyploids in section *Bovinae* and *Scariosa*. New Phytol. 71: 523–532.
- HACKEL, E. 1882. Monographia Festucarum Europearum.-Verlag von Fischer, Berlin.
- HEIDARI, H. and DORRY, M.A. 2003. Forage grasses. Research Institute of Forests & Rangelands. pp. 157–170.
- MARKGRAF-DANNENBERG, I. 1980. Genus *Festuca*. Pp. 125–153 In: Tutin, T.G. *et al.* (eds). Flora Europaea, 5. Cambridge.
- MARKGRAF-DANNENBERG, I. 1981. Willdenowia 11(2): 208.
- METCALFE, C.R. 1960. Anatomy of the monocotyledons I. Oxford University Press. pp. 209–217.
- PARSA, A. 1950. *Festuca* L. In: Parsa. A. (ed.). Flore de l' Iran. 5. pp. 736–745. Danesh Press, Tehran.
- SPSS for Windows. Version 9. 1998. SPSS Inc.
- TERMEH, F. 1975. New grasses and geographical distribution in Iran. Plant Pests & Diseases Research Institute. Vol. 5. Tehran.
- TZVELEV, N.N. 1976. Grasses of the Soviet Union. Zlaki SSSR. Naukova Dumka, Leningrad.
- TZVELEV, N.N. 1997. Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 82(4): 118 pp.

Addresses of the authors: N. ESLAMI and Dr. F. ZARINKAMAR, Department of Plant Biology, Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, P.O. Box: 14115-175, Tehran and Dr. M. ASSADI, Department of Botany, Research Institute of Forest & Rangelands, Tehran, Iran.