

تشریح مقایسه‌ای برگ گونه‌های

Inula (Asteraceae: *Inuleae*) در ایران

Comparative leaf anatomy of the *Inula* species (Asteraceae: *Inuleae*) in Iran

سارا نریمیسا، فرخ قهرمانی‌نژاد* و مسعود شیدایی

دانشگاه تربیت معلم و دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۱۱

دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۳

چکیده

جنس *Inula* متعلق به تبار *Inuleae* از تیره کاسنی دارای حدود ۱۰۰ گونه در دنیا است. در بررسی حاضر ساختار تشریحی برگ در برش عرضی و اپیدرم از منظر سطحی مطالعه گردیده‌است. با استفاده از ۲۱ صفت، جداسازی گونه‌ها انجام شده و کلیدی به منظور شناسایی گونه‌ها تهیه شده است. سپس مهم‌ترین صفات مانند نوع کرک، شکل اپیدرم در هر دو سطح، نوع روزنه از منظر سطحی و برش عرضی، تعداد دستجات آوندی، تعداد ردیف‌های پارانشیم نردبانی و اسکلرانشیم به منظور آنالیز گونه‌ها توسط نرم‌افزار SPSS مورد استفاده قرار گرفت. براساس صفات تشریحی برگ، نه خوشه به شرح زیر شناسایی شدند: خوشه اول شامل *I. acaulis* و *I. rhizocephala*، خوشه دوم شامل گونه *I. grantioides*، خوشه سوم شامل *I. viscidula*، *I. rajamandii* و *I. oculus-christi*، خوشه چهارم شامل *I. persica* و *I. britannica*، خوشه پنجم شامل *I. thapsoides* و *I. vulgaris*، خوشه ششم شامل *I. helenium*، خوشه هفتم شامل *I. aucheriana*، خوشه هشتم شامل *I. salicina* و خوشه نهم شامل *I. montbretiana* می‌باشند. نتایج به دست آمده تا حدودی منطبق با مطالعات ریخت‌شناختی انجام شده در فلورا ایرانیکا است (Rechinger 1980).

واژه‌های کلیدی: *Inula* برگ، اپیدرم، ایران

* مسئول مکاتبه (E-mail: ghahremaninejad@tmu.ac.ir)

مقدمه

جنس *Inula* L. متعلق به تبار *Inuleae* Cass. از تیره کاسنی (Asteraceae) دارای حدود ۱۰۰ گونه در دنیا است (Anderberg 1991). در فلورا ایرانیکا (Rechinger 1980) برای جنس *Inula* ۲۳ گونه در شش بخش گزارش شده‌است که از این تعداد ۱۴ گونه در ایران می‌رویند و به شرح زیر بخش‌بندی شده‌اند:

Sect. *Corvisartia* (Mérat) Gumort: *I. helenium* L.

Sect. *Enula* Duby: *I. aucheriana* DC., *I. germanica* L., *I. viscidula* Boiss. & Ky. in Boiss., *I. salicina* L., *I. montbretiana* DC., *I. oculus-christi* L., *I. caspica* Blum. in Ledeb., *I. britannica* L.

Sect. *Aegophthalmus* Schott & Kotschy ex Benth. & Hook. f.: *I. rhizocephala* Schrenk in Fisch. & C.A. Mey.

Sect. *Breviligulatae* (Beck) Gorschkova: *I. vulgaris* (Lam.) Trevisan., *I. thapsoides* (M.B. et Willd.) Spreng., *I. angustifolia* DC.

Sect. *Limbarda* (Adans.) DC.: *I. grantioides* Boiss.

سپس آندربرگ (Anderberg 1989) گونه *I. grantioides* را به جنس *Iphiona* Cass. انتقال داد. تحقیقات و مطالعات انجام شده نسبتاً جدید (Ghahremaninejad & Narimisa 2005, 2009, Narimisa & Ghahremaninejad 2007) گونه‌های زیر را به فلور ایران افزوده است: *I. persica* F. Ghahrem & Narimisa و *I. acaulis* Schoott. & Kotschy ex Boiss. و *I. rajamandii* Narimisa & F. Ghahrem.

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی ارزش صفات تشریحی جنس *Inula* و کاربرد ویژگی‌های ثابت تشریحی به منظور شناسایی و رده‌بندی بهتر گونه‌های این جنس در ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

از برگ‌های میانی ساقه گل‌دار نمونه‌برداری انجام شد. به منظور نگهداری نمونه‌ها از محلول گلیسرین و الکل ۷۰٪ به نسبت برابر استفاده شد. برش‌گیری با دست و توسط تیغ معمولی انجام شد. سپس برش‌ها به ترتیب در آب ژاول به مدت ۵ تا ۷ دقیقه و اسید استیک ۵٪ به مدت پنج دقیقه قرار گرفتند. در پی آن نمونه‌ها برای چند ثانیه در سبز متیل ۱٪ و کارمن ۱٪ به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. بین تمام مراحل آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی نمونه‌ها به مدت دو دقیقه با آب شستشو داده شدند. جهت جداسازی اپیدرم از مزوفیل برگ، محلول ۷٪ KOH و آب اکسیژنه ۱۰٪ به نسبت مساوی استفاده شد. سپس نمونه‌های تهیه شده به مدت لازم در این محلول نگهداری شدند. سپس با استفاده از استریومیکروسکوپ به دقت اپیدرم از مزوفیل جدا شد. نمونه‌برداری از سطح تحتانی و فوقانی برگ انجام گردید.

جهت رنگ‌آمیزی دیواره‌های سلولی از محلول سافرانی (یک گرم سافرانی در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل ۵۰٪) یا کارمن ۱٪ استفاده شد. نمونه‌های تهیه شده به وسیله میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. مشخصات نمونه‌های مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

در این نمونه‌ها از برگ‌های میانی ساقه، تعداد دو عدد جدا شده و از بخش میانی برگ به تعداد ۳۰ تا ۴۰ برش تهیه گردید. به منظور مطالعه نمونه‌های مختلف از ۱۵ تا ۲۰ سلول اندازه‌گیری به عمل آمد و میانگین محاسبه شد.

در بررسی تاکسونومی عددی گونه‌ها از ۱۱ صفت متعلق به ۱۴ گونه استفاده شد. کلیه صفات طبق جدول ۲ کدگذاری شدند. صفات مورد استفاده برای تاکسونومی عددی گونه‌ها صفات کمی و کیفی براساس ویژگی‌های تشریحی پهنک، رگبرگ اصلی، شکل سلول‌های اپیدرمی و کرک بود.

به منظور تایید نتایج به دست آمده در این بخش، از گونه *I. oculus-christi* در سه مکان متفاوت ذکر شده در جدول ۳، برش‌گیری صورت گرفت.

برای انجام آنالیز کلاستر، از روش‌های خوشه‌بندی UPGMA استفاده شده است. رسته‌بندی گونه‌های مطالعه شده براساس مؤلفه‌های اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌ها (PCA) انجام شد. برای آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS-PC استفاده شد.

جدول ۱- اطلاعات گونه‌های مورد بررسی در مطالعات تشریحی جنس *Inula*

اسامی گونه‌ها	اطلاعات گونه‌های مورد بررسی	ردیف
<i>I. acaulis</i>	خراسان: کوه بینالود، بین چشمه سبز و بوژان، ۱۳۴۰ متر، راشد و آیت‌اللهی ۱۳۴۲۰	۱
<i>I. aucheriana</i>	آذربایجان: ارومیه، یوقان‌آباد، ۱۱۹۰ متر، ایزدپناه و طاهری ۶۸۳۲۹	۲
<i>I. britanica</i>	زنجان: ابهر، روستای علی‌آباد، ۱۸۵۰ متر، علی اکبری ۱۶۶۹۱	۳
<i>I. grantioides</i>	هرمزگان: باشاگارد، ۱۱ کیلومتری باشاگارد به داربان، ۴۵۰ متر، مظفریان ۳۹۲۴۶	۴
<i>I. helenium</i>	آذربایجان شرقی: میانه، خانقاه، ۲۱۰۰ متر، ایزدیار ۱۰۳۶۹	۵
<i>I. montbretiana</i>	آذربایجان غربی: ماکوه، خان‌علی، ۲۵۰۰ متر، صیامی ۸۰۸۱	۶
<i>I. oculus-christi</i>	قزوین: ۳۹ کیلومتری قبل از معلم کلایه، ۲۱۲۰ متر، قهرمانی‌نژاد و نریمیا ۴۵۰۱۶	۷
<i>I. rajamandii</i>	آذربایجان غربی: ترگور، دره پسان چای، ۱۶۰۰ متر، کوه‌افکن، زهراد و راجرز ۷۷۶۸	۸
<i>I. persica</i>	کرمان: بردسیر، روستای لاله‌زار، ۲۵۰۰ متر، صباحی و هروی ۷۴۵	۹
<i>I. rhizocephala</i>	خراسان: رباط سفید، ۲۱۰۰ متر، قهرمانی‌نژاد و نریمیا ۴۵۴۲۶	۱۰
<i>I. salicina</i>	خراسان: درکش، ۱۵۰۰ متر، قهرمانی‌نژاد و نریمیا ۴۲۹۰۲۳	۱۱
<i>I. thapsoides</i>	قزوین: ۳۹ کیلومتر قبل از معلم کلایه، ۲۱۲۰ متر، قهرمانی‌نژاد و نریمیا ۴۵۰۱۵	۱۲
<i>I. viscidula</i>	آذربایجان شرقی: مرند، روستای یم، کوه میشوداغ، ۱۹۵۰ متر، قهرمانی ۶۰۵۷	۱۳
<i>I. vulgaris</i>	آذربایجان شرقی: کلیبر، روستای زیوه، ۱۴۰۰ متر، مظفریان ۱۶۸۳	۱۴

جدول ۲- صفات مورد استفاده برای تشریح جنس *Inula* و شکل صفات و کدبندی آن‌ها در گونه‌های مطالعه شده

ردیف	صفات	شکل صفات و کدبندی آن‌ها
۹	ردیف اسکلرانسیم رویی برگ	ندارد (۰)، ۱/۵-۲ (۱)، ۲/۵-۳/۵ (۲)، ۳/۵ > (۳)
۱۰	ردیف اسکلرانشم پشت برگ	ندارد (۰)، ۱/۵-۲ (۱)، ۲/۵-۳/۵ (۲)، ۳/۵ > (۳)
۱۳	شکل مزوفیل	اکویی فیشال (۱)، پشتی-شکمی (۲)
۱۴	حفره در رگبرگ اصلی	ندارد (۱)، دارد (۲)
۱۵	نوع روزنه در برش عرضی	هم‌سطح (۱)، برجسته (۲)
۱۶	ردیف پارانشیم نرده‌ای	یک ردیفه (۱)، دو ردیفه (۲)
۱۷	تعداد دستجات آوندی	شماره کدها بر مبنای تعداد دستجات
۱۸	نوع کرک	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه (۱)، چند سلولی غده‌دار (۲)، بدون کرک (۳)
۱۹	شکل اپیدرم	چند وجهی و نامنظم (۱)، سینوسی و نامنظم (۲)، سینوسی (۳)
۲۰	یافت اسکلرانشیمی	ندارد (۱)، دارد (۲)
۲۱	چگونگی حضور روزنه در سطح بالایی و پایینی برگ	آمفی‌استمات (۱)، هیپو‌استمات (۲)

جدول ۳- نمونه‌های مطالعه شده از گونه *Inula oculus-christi*

نمونه	نشانی
۱	آذربایجان شرقی: کلبر، خدا آفرین، ارسباران، ۱۳۱۰ متر، کاسبی و آمینی ۶۵۴۲
۲	آذربایجان شرقی: کلبر، خدا آفرین، غسل اندوز، ۱۰۰۰ متر، قهرمانی و تال ۲۳۷۴
۳	مازندران: نوشهر، کوه‌های کجور، ۱۲۰۰ متر، ربیعی ۲۹۲۰۶

نتیجه و بحث

مطالعات انجام شده روی تشریح برگ گونه‌های جنس *Inula* L. نشان می‌دهد، اطلاعات به دست آمده آرایه شده در جدول ۴ به منظور مطالعات تاکسونومیک در این جنس تا حدودی مفید می‌باشند.

در گونه‌های مورد مطالعه، مزوفیل معمولاً به صورت پشتی-شکمی (dorsiventral) است. تنها استثناء در گونه *I. montbretiana* دیده می‌شود که مزوفیل به صورت اکویی‌فیشال (equifacial) می‌باشد (شکل ۱-A). در بعضی از گونه‌ها مانند *I. viscidula* و *I. aucheriana* *I. grantioides* *I. rajamandii* (palisade parenchyma) یک ردیفه است. در گونه‌های *I. acaulis* *I. rhizocephala* و *I. grantioides* پارانشیم نرده‌ای به صورت دو ردیفه دیده می‌شود.

گونه *I. helenium* در بین سلول‌های پارانشیمی رگبرگ میانی دارای یک تا سه حفره

است.

ضخامت کوتیکول در گونه‌های مختلف از ۲/۵ میکرومتر در *I. britanica* و تا ۱۵ میکرومتر در *I. acaulis* متغیر است. ضخامت کوتیکول در سطح رویی و زیرین برگ در بعضی از گونه‌ها برابر و در تعدادی نابرابر است.

ارتفاع سلول‌های اپیدرمی از ۶/۲۵ میکرومتر در *I. oculus-christi* تا ۲۱/۲۵ میکرومتر در *I. salicina* متغیر است. در همه گونه‌های مورد بررسی، به جز *I. grantioides* که ارتفاع سلول‌های اپیدرم رویی و زیرین با هم برابر است، ارتفاع سلول‌های اپیدرم رویی بیش از اپیدرم زیرین است.

طول سلول‌های اپیدرمی نیز از ۱۱/۲۵ میکرومتر در *I. britanica* تا ۴۸ میکرومتر در *I. acaulis* متغیر است. در این بررسی نیز طول سلول‌های اپیدرم رویی نسبت به اپیدرم زیرین بیشتر می‌باشد.

شکل سلول‌های اپیدرمی از نمای سطحی در گونه‌های مختلف متنوع بوده و به شکل‌های چند ضلعی منظم (regular polygonal)، چند ضلعی نامنظم (irregular polygonal) یا سینوسی (sinuous shape) دیده می‌شود. گاهی این شکل‌ها حتی تواما در یک گونه مشاهده می‌شوند (شکل‌های B-۱ و C-۱).

نوع کرک در گونه‌های مورد بررسی به صورت ساده (simple) و چندسلولی (multicellular) است. در اکثر گونه‌ها کرک‌های چندسلولی به صورت دو نوع یک ردیفه (uniseriate) و دو ردیفه (biseriate) دیده می‌شود (شکل‌های A-۱، I-۲، K-۲ و L-۲).

نوع کرک در گونه *I. grantioides* چندسلولی دو ردیفه و غده‌دار است. در گونه‌های *I. salicina*، *I. viscidula* و *I. acaulis* سطح برگ بدون کرک است.

روزنه در گونه‌های مورد بررسی به طور یکنواختی از نوع آنموسیتیک است. در برش عرضی نوع روزنه به جز در گونه‌های *I. montbretiana* و *I. persica* که دارای روزنه برجسته (prominent stomata) هستند از نوع هم‌سطح می‌باشد (شکل D-۱). به استثناء گونه *I. salicina* که در آن برگ از نوع هیپوستماتیک (hypostomatic) است در بقیه گونه‌ها برگ‌ها از نوع آمفی‌استماتیک (amphistomatic) هستند. طول روزنه‌ها بین ۲۰ تا ۳۲/۵ میکرومتر متغیر است. طول روزنه‌های سطح رویی و زیرین برگ در بعضی گونه‌ها با هم برابر و در بعضی نابرابر هستند.

تعداد دستجات آوندی در رگبرگ میانی برگ از یک عدد در *I. salicina*، *I. persica* و *I. montbretiana* تا پنج عدد در *I. rajamandii* متغیر است و معمولاً با قطر ساقه ارتباط مستقیم دارد (شکل E-۱).

دستجات آوندی در همه گونه‌ها از نوع یک جانبه (collateral) است. طول بافت آبکش از ۱۲/۵ میکرومتر در *I. persica* تا ۶۵ میکرومتر در *I. thapsoides* متغیر است. طول بافت چوب از ۳۷/۵ میکرومتر در *I. persica* تا ۱۵۰ میکرومتر در *I. britanica* تغییر می‌کند. در گونه‌های *J. vulgaris* *J. salicina* *J. viscidula* *J. rajamandii* *J. oculus-christi* و *I. helenium* و *I. thapsoides* روی بافت آبکش، کلاه اسکلرانشیمی (sclerenchyma cap) با دیواره‌های ضخیم لیگنینی شده به طور مشخص و واضح دیده می‌شوند (شکل‌های ۱-E، ۲-I، ۲-J، ۲-K و ۲-L).

با وجود کامل شدن دستجات آوند چوب‌آبکش، در گونه‌های *I. grantioides* *I. acaulis* *J. aucheriana* و *I. rhizocephala* دیواره اسکلرانشیمی اندکی لیگنینی می‌شود (شکل‌های ۲-J و ۲-H). همچنین در گونه‌های *I. persica* *J. britanica* و *I. montbretiana* با وجود کامل شدن دستجات آوند چوب‌آبکش، دیواره اسکلرانشیمی بسیار اندک لیگنینی می‌شود یا اصلاً بافت اسکلرانشیمی مشخصی مشاهده نمی‌شود (شکل ۱-F).

در *I. grantioides* رگبرگ اصلی از پهنک مجزا نیست و دستجات آوندی مرکزی به طور مشخص قابل تفکیک نیستند و ساختار برگ در برش عرضی تا حدودی با وضعیت برگ در تک‌لپه‌ای‌ها قابل مقایسه است (شکل ۲-G). این ویژگی منحصر به فرد این گونه را از سایر گونه‌ها کاملاً جدا می‌کند. قابل توجه است که آندربرج (Anderberg 1989) گونه مذکور را از این جنس خارج نموده است. در گونه‌های *I. acaulis* و *I. rhizocephala* وسعت پارانشیم ذخیره‌ای نسبتاً زیاد است (شکل ۲-H). در رگبرگ اصلی برجستگی کمتری نسبت به گونه نزدیک خود *I. salicina* دارد (شکل‌های ۲-I و ۲-J). وسعت رگبرگ اصلی در *I. persica* نسبت به سایر گونه‌ها کمتر است (شکل ۱-F). سطح زیرین رگبرگ میانی در گونه‌های *J. oculus-christi* *J. rajamandii* و *I. thapsoides* دارای سه لب است، به طوری که لب میانی برجسته‌تر دیده می‌شود، در حالی که در سایر گونه‌ها سطح زیرین تک‌لپه می‌باشد (شکل‌های ۱-E، ۲-I، ۲-K و ۲-L).

جدول ۴- نتایج تشریح جنس *Inula*

ردیف	اسامی گونه‌ها	ضخامت کوتیکول پایینی	ضخامت کوتیکول بالایی	ارتفاع سلول اپیدرم بالایی	ارتفاع سلول اپیدرم پایینی	طول سلول اپیدرم بالایی	طول سلول اپیدرم پایینی	طول بافت آبکش	طول بافت چوب	ردیف اسکراشیم پشت برگ	ردیف اسکراشیم روی برگ	طول روزنه بالایی	طول روزنه پایینی	ردیف پارانشیم ترده‌ای در سطح برگ	سطح زیرین رگبرگ میانی	تعداد دستجات آوندی	نوع روزنه در برش عرضی	حفره رگبرگ میانی
۱	<i>I. persica</i>	۴/۵	۵	۱۳/۸	۸/۸	۲۳/۳	۲۰	۱۲/۵	۳۷/۵	ندارد	ندارد	۸/۸	۲۰	یک ردیفه	بدون لب	۱ عدد	سطح	ندارد
۲	<i>I. britanica</i>	۳/۲	۲/۵	۱۲/۵	۱۰	۱۵	۱۱/۳	۵۰	۱۵۰	۱-۲	ندارد	۲۸	۲۵	یک ردیفه	بدون لب	۱ تا ۲ عدد	سطح	ندارد
۳	<i>I. oculus-christi</i>	۳/۸	۵	۱۰	۶/۲۵	۲۲/۵	۱۲/۵	۵۰	۱۱۲/۵	۳-۴	۳-۴	۲۰	۲۰	یک ردیفه	لب‌دار	۲ تا ۳ عدد	سطح	ندارد
۴	<i>I. montbretiana</i>	۵	۷/۵	۱۰	۷/۵	۳۰	۲۵	۳۰	۶۷/۵	۲-۳	۱-۲	۲۳	۲۳/۸	یک ردیفه	بدون لب	۱ عدد	برجسته	ندارد
۵	<i>I. rajamandii</i>	۳/۲	۵	۱۱/۳	۸/۸	۲۴/۲	۱۷/۵	۳۰	۱۳۱	۴-۵	۴-۵	۲۳/۷	۲۳/۸	یک ردیفه	لب‌دار	۳ تا ۵ عدد	سطح	ندارد
۶	<i>I. aucheriana</i>	۷/۵	۱۰	۱۳/۸	۱۸/۸	۴۸/۳	۴۰	۵۰	۱۱۲/۵	۴-۵	۴-۵	۲۵	۲۵	یک ردیفه	بدون لب	۱ تا ۲ عدد	سطح	ندارد
۷	<i>I. viscidula</i>	۵	۱۰	۱۶/۳	۱۱/۳	۳۵	۱۶/۳	۵۰	۱۲۵	۳-۴	۳-۴	۳۰	۲۵	یک ردیفه	بدون لب	۱ تا ۲ عدد	سطح	ندارد
۸	<i>I. salicina</i>	۵	۶/۳	۲۱/۳	۱۱/۳	۳۲/۵	۲۱/۳	۳۵	۷۵	۳-۴	۳-۴	ندارد	۲۵	یک ردیفه	بدون لب	۱ عدد	سطح	ندارد
۹	<i>I. vulgaris</i>	۵	۷/۵	۲۰	۱۲/۵	۳۳/۷	۲۰	۵۰	۱۴۰	۲-۳	۱-۲	۳۵	۲۴	یک ردیفه	بدون لب	۱ تا ۳ عدد	سطح	ندارد
۱۰	<i>I. thapsoides</i>	۴/۴	۵/۷	۱۵	۸/۷۵	۳۰	۱۱/۲	۶۵	۱۲۵	۳-۴	۱-۲	۲۵	۲۰	یک ردیفه	لب‌دار	۱ تا ۳ عدد	سطح	ندارد
۱۱	<i>I. rhizocephala</i>	۶/۳	۱۰	۳۱/۳	۱۷/۵	۴۳/۷	۲۳/۷	۵۰	۱۰۰	ندارد	ندارد	۲۷/۵	۲۷/۵	دو ردیفه	بدون لب	۳ عدد	سطح	ندارد
۱۲	<i>I. acaulis</i>	۱۵	۱۲/۵	۱۸/۸	۱۶/۳	۳۰	۲۲/۵	۲۵	۸۷/۵	ندارد	ندارد	۳۲/۵	۲۵	دو ردیفه	بدون لب	۱ تا ۳ عدد	سطح	ندارد
۱۳	<i>I. grantioides</i>	۵	۵	۱۱/۳	۱۱/۳	۲۸/۷۵	۲۷/۵	۱۲/۵	۱۰۰	ندارد	ندارد	۲۸/۸	۲۰	دو ردیفه	بدون لب	متعدد	سطح	ندارد
۱۴	<i>I. helenium</i>	۴/۴	۶/۳	۱۳/۸	۱۱/۳	۲۶/۳	۲۰	۶۲/۵	۱۲۵	۴-۵	۴-۵	۲۲	۲۲	یک ردیفه	بدون لب	۳ عدد	سطح	حفره‌دار

جدول ۴ (ادامه)

ردیف	گونه‌ها	وجود روزنه در سطوح برگ	شکل اپیدرم	نوع کرک	بافت اسکلرانشیم	نوع مزوفیل
۱	<i>I. persica</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی نامنظم و سینوسی	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	ندارد	پشتی - شکمی
۲	<i>I. britanica</i>	أمفی استماتیک	سینوسی	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	دیواره نازک	پشتی - شکمی
۳	<i>I. oculus-christi</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی نامنظم و سینوسی	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۴	<i>I. montbretiana</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی نامنظم و سینوسی	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	ندارد	اکویبی فشیال
۵	<i>I. rajamandii</i>	أمفی استماتیک	سینوسی	ندارد	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۶	<i>I. aucheriana</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی منظم و نامنظم	ندارد	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۷	<i>I. viscidula</i>	أمفی استماتیک	سینوسی	ندارد	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۸	<i>I. salicina</i>	هیپواستماتیک	چندضلعی منظم و نامنظم	ندارد	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۹	<i>I. vulgaris</i>	أمفی استماتیک	چند ضلعی نامنظم و سینوسی	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۱۰	<i>I. thapsoides</i>	أمفی استماتیک	چند ضلعی نامنظم و سینوسی	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی
۱۱	<i>I. rhizocephala</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی منظم	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	ندارد	پشتی - شکمی
۱۲	<i>I. acaulis</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی منظم	ندارد	ندارد	پشتی - شکمی
۱۳	<i>I. grantioides</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی نامنظم	چند سلولی دو ردیفه غده‌دار	دیواره نازک	پشتی - شکمی
۱۴	<i>I. helenium</i>	أمفی استماتیک	چندضلعی نامنظم	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	کلاه اسکلرانشیمی	پشتی - شکمی

جدول ۵- نتایج تشریح گونه *Inula oculus-christi* در سه منطقه مختلف

گونه‌ها	ضخامت کوتیکول زیری	ضخامت کوتیکول رویی	ارتفاع اپیدرم رویی	ارتفاع اپیدرم زیری	طول آبکش	طول چوب	طول روزنه بالایی	طول روزنه پایینی	شکل مزوفیل	نوع کرک	تعداد دستجات آوندی	وجود حفره در رگبرگ اصلی	ردیف پارانشیم نرده‌ای در سطح برگ
نمونه ۱	۳/۲۵	۴/۷۵	۱۰/۵	۶/۸	۴۷	۱۵۰	۲۰	۲۰	دروسی و نترال	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	۳	ندارد	یک ردیفه
نمونه ۱	۳	۴/۲۵	۱۱	۵/۷۵	۴۹	۱۵۵	۲۰	۱۹/۵	دروسی و نترال	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	۳	ندارد	یک ردیفه
نمونه ۳	۳/۵	۵	۱۳	۷	۵۰	۱۶۰	۲۱	۲۰	دروسی و نترال	چند سلولی یک ردیفه و دو ردیفه	۲	ندارد	یک ردیفه

نتایج به دست آمده از سه نمونه *Inula oculus-christi* از سه منطقه مختلف کشور ارایه شده در جدول ۵، تایید کننده نتایج حاصل از نمونه اول مندرج در جدول ۴ می‌باشد.

کلید شناسایی گونه‌های جنس *Inula*

- ۱- دارای پارانشیم نرده‌ای دو ردیفه در سطح رویی برگ..... ۲
- ۲- دارای پارانشیم نرده‌ای یک ردیفه در سطح رویی برگ ۴
- ۲- رگبرگ میانی بدون برجستگی، دارای کرک غده‌ای دو ردیفه..... *I. grantioides*
- ۳- رگبرگ میانی وسیع، فاقد کرک غده‌ای دو ردیفه ۳
- ۳- اپیدرم بدون کرک *I. acaulis*
- ۳- اپیدرم کرک‌دار..... *I. rhizocephala*
- ۴- دارای حفره در رگبرگ میانی *I. helenium*
- ۵- فاقد حفره در رگبرگ میانی ۵
- ۵- برگ دارای روزنه برجسته..... ۶
- ۷- برگ فاقد روزنه برجسته ۷
- ۶- اندازه دستجات آوند چوب‌آبکش حداکثر ۵۰ میکرومتر، برگ از نوع پستی- شکمی *I. persica*
- ۷- اندازه دستجات آوند چوب‌آبکش بیشتر از ۷۰ میکرومتر، برگ از نوع اکوی فشیال *I. montbretiana*
- ۷- اسکلرانشیم بر روی دستجات آوند چوب‌آبکش ضخیم‌تر از ۳/۵ میکرومتر *I. aucheriana*
- ۸- دستجات آوند چوب‌آبکش بدون اسکلرانشیم یا ضخامتی کمتر از ۳/۵ میکرومتر ۸
- ۸- روزنه سطح برگ از نوع هیپواستومات، شکل اپیدرم از دید سطحی چندوجهی و نامنظم..... *I. salicina*
- ۹- روزنه سطح برگ از نوع آمفی‌استومات، شکل اپیدرم از دید سطحی نامنظم و سینوسی..... ۹
- ۹- سطح زیرین رگبرگ اصلی غیر برجسته *I. viscidula*
- ۱۰- سطح زیرین رگبرگ اصلی برجسته..... ۱۰
- ۱۰- وسعت بافت اسکلرانشیمی کم *I. britanica*
- ۱۱- وسعت بافت اسکلرانشیمی نسبتاً زیاد..... ۱۱
- ۱۱- رگبرگ میانی در سطح زیرین بدون لب *I. vulgaris*
- ۱۲- رگبرگ میانی در سطح زیرین لب‌دار..... ۱۲
- ۱۲- طول سلول‌های اپیدرم بالایی تا ۳۰ میکرومتر. طول بافت آبکش تا ۶۵ میکرومتر *I. thapsoides*
- ۱۳- طول سلول‌های اپیدرم بالایی تا ۲۴/۲ میکرومتر. طول بافت آبکش تا ۵۰ میکرومتر ۱۳
- ۱۳- اپیدرم چندضلعی نامنظم و سینوسی، کرک‌دار *I. oculus-christi*
- ۱۳- اپیدرم سینوسی، بدون کرک..... *I. rajamandii*

نتایج تشریحی آنالیز آماری در جنس *Inula*

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA در شکل ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل تعداد ۱۰ خوشه اصلی در این شکل مشاهده می‌شود.

خوشه اول شامل *I. rhizocephala* و *I. acaulis* است. مهمترین ویژگی‌های این خوشه داشتن پارانشیم نرده‌ای دو ردیفه در مزوفیل و رگبرگ اصلی نسبتاً وسیع می‌باشد. در فلورا ایرانیکا (Rechinger 1980) گونه *I. rhizocephala* به تنهایی در بخش *Aegophthalmus* قرار گرفته است. قرارگیری *I. acaulis* در این بخش مطابق با ویژگی‌های متمایز کننده ریختی مانند ریخت طوقه‌ای و برگ‌های گوشتی در این دو گونه می‌باشد.

خوشه دوم شامل گونه *I. grantioides* است که به تنهایی و نزدیک به خوشه اول قرار گرفته است. این گونه نیز دارای پارانشیم نرده‌ای دو ردیفه در مزوفیل برگ می‌باشد، ولی با داشتن ویژگی انحصاری کرک غده‌ای دو ردیفه و عدم وجود رگبرگ اصلی به صورت مجزا، از بقیه گونه‌ها تفکیک می‌شود. در فلورا ایرانیکا نیز این گونه با داشتن ویژگی‌های منحصر به فرد مانند گل‌های زبانه‌ای عقیم و برگ‌های در رأس دنداندار به تنهایی در بخش *Limbarda* قرار گرفته است. بر همین اساس، گونه *I. grantioides* به جنس *Iphiona* انتقال یافته است (Anderberg 1989).

خوشه سوم از سه گونه *I. viscidula*، *I. rajamandii* و *I. oculus-christi* تشکیل شده است. دو گونه *I. viscidula* و *I. rajamandii* شباهت بیشتری نسبت به یکدیگر نشان می‌دهند. اعضای این خوشه دارای کلاه اسکلرانشیمی و سلول‌های اپیدرمی به شکل سینوسی هستند. در فلورا ایرانیکا دو گونه *I. viscidula* و *I. oculus-christi* با توجه به شباهت‌های ریخت‌شناختی مانند کپه‌های نیمه‌کروی، گل‌های زبانه‌ای، برگ‌های خارجی سبز رنگ و نوک تیز در بخش *Enula* که شامل شش گونه است قرار می‌گیرند. قرارگیری گونه جدیداً معرفی شده *I. rajamandii* در کنار گونه *I. viscidula* و در این بخش با توجه به ویژگی‌های ریختی مشابه با این گونه مانند پوشش کرکی تنک و شکل برگ‌ها مطابق با بررسی‌های ریخت‌شناختی می‌باشد.

خوشه چهارم از گونه‌های *I. persica* و *I. britanica* تشکیل شده است. دو گونه در ویژگی‌هایی مانند نداشتن بافت اسکلرانشیمی مشخص و تعداد کم دستجات هادی در رگبرگ میانی شباهت نشان می‌دهند. در فلورا ایرانیکا گونه *I. britanica* در بخش *Enula* قرار می‌گیرد. قرارگیری گونه جدیداً معرفی شده *I. persica* در این بخش و در کنار گونه *I. britanica* مطابق با ویژگی‌های ریخت‌شناختی مشابه مانند نوع پوشش کرکی و غده‌ای، شکل برگ و شکل کپه‌ها در این دو گونه می‌باشد.

خوشه پنجم از دو گونه *I. thapsoides* و *I. vulgaris* تشکیل شده است. اعضای این خوشه در داشتن بافت اسکلرانشیمی، تعداد دستجات آوندی در رگبرگ اصلی و شکل سلول‌های اپیدرمی با هم شباهت دارند. مطابق با فلورا ایرانیکا دو گونه *I. thapsoides* و

I. vulgaris به دلیل شباهت‌های ریخت‌شناختی مانند گل‌های ماده نیمه‌زبانه‌ای و کپه‌های استوانه‌ای تا تخم‌مرغی در بخش *Breviligulatae* قرار گرفته‌اند.

خوشه ششم تنها شامل گونه *I. helenium* می‌باشد. این گونه با داشتن ویژگی انحصاری داشتن حفره در پارانشیم رگبرگ اصلی از سایر گونه‌ها جدا افتاده است. این گونه در فلورا ایرانیکا نیز به دلیل داشتن ساقه بلند و برگه‌های پهن به تنهایی در بخش *Corvisartia* قرار گرفته است.

خوشه هفتم منحصرًا گونه *I. aucheriana* را در بر می‌گیرد. این گونه در بررسی‌های تشریحی دارای ویژگی‌های انحصاری سلول‌های اپیدرمی نسبتا بلند و کوتیکول ضخیم می‌باشد. این گونه در فلورا ایرانیکا در بخش *Enula* قرار می‌گیرد و به دلیل داشتن برگ‌های نیمه‌آبدار و طوقه‌ای می‌تواند از لحاظ ریخت‌شناختی از سایر گونه‌های جنس *Inula* مجزا شود.

خوشه هشتم شامل گونه *I. salicina* می‌باشد. این گونه با داشتن ویژگی انحصاری برگ هیپواستومات از دیگر گونه‌ها مجزا می‌شود. این گونه نیز در فلورا ایرانیکا در بخش *Enula* قرار گرفته است. این گونه با ویژگی‌های انحصاری برگ‌های چرمی و اغلب بدون کرک و برگه‌های در بخش میانی فرورفته از سایر گونه‌های جنس *Inula* مجزا می‌شود.

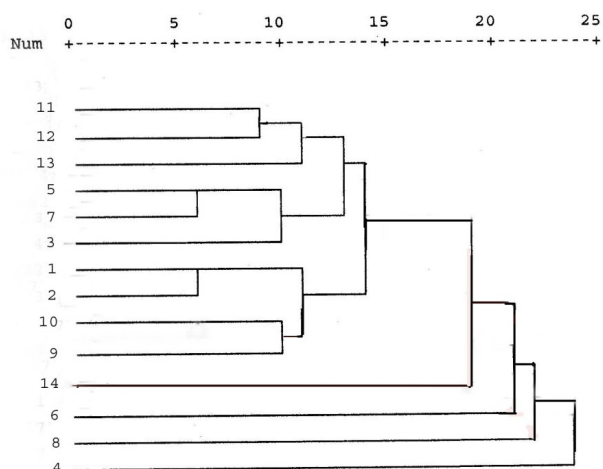
خوشه نهم گونه *I. montbretiana* را در بر می‌گیرد. این گونه دارای ویژگی انحصاری برگ اکوبی‌فشیال می‌باشد و به این طریق از باقی گونه‌ها مجزا می‌شود. این گونه نیز در فلورا ایرانیکا در بخش *Enula* قرار گرفته است. این گونه با ویژگی انحصاری هم‌گل‌آدین اغلب منفرد از سایر گونه‌های جنس *Inula* مجزا شود.

نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) ارایه شده در شکل ۴ نشان می‌دهد که سه فاکتور اول حدود ۶۴٪ کل تنوع را نشان می‌دهند. در فاکتور اول با حدود ۲۹٪ کل تنوع، صفات A_9 ، A_{10} ، A_{15} ، A_{18} و A_{20} بیشترین ضریب همبستگی ($>0/6$) را نشان می‌دهند، در نتیجه متغیرترین صفات تشریحی در این فاکتور می‌باشند.

در فاکتور دوم با حدود ۱۹٪ کل تنوع، صفات A_{13} و A_{17} بیشترین ضریب همبستگی ($>0/6$) را نشان می‌دهند. در نتیجه این صفات متغیرترین صفات تشریحی در فاکتور دوم می‌باشند.

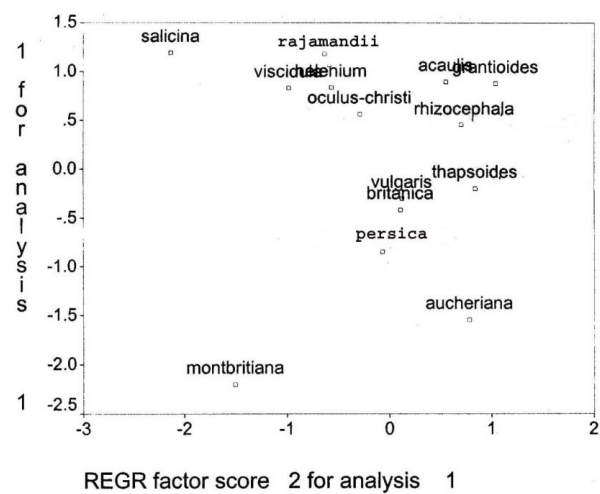
سپاسگزاری

نگارندگان از مسئولان محترم هرباریوم‌های موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع (TARI) و دانشگاه فردوسی مشهد (FUMH) به دلیل در اختیار قرار دادن نمونه‌های هرباریومی سپاسگزاری می‌نمایند.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA براساس صفات تشریحی گونه‌های *Inula*

Fig. 3. Cluster analysis of *Inula* species based on anatomical characters using UPGMA method.



شکل ۴- نمودار رسته‌بندی گونه‌های مطالعه شده براساس آنالیز PCA صفات تشریحی گونه‌های *Inula*

Fig. 4. PCA analysis representing grouping of *Inula* species based on their anatomical characters.

منابع

جهت ملاحظه منابع به متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: سارا نریمیا و دکتر فرخ قهرمانی‌نژاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم، تهران، کد پستی ۱۴۹۱۱-۱۵۷۱۹ و دکتر مسعود شیدایی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران، کد پستی ۶۳۱۱۳-۱۹۸۳۹.

COMPARATIVE LEAF ANATOMY OF THE *INULA* SPECIES (ASTERACEAE: *INULEAE*) IN IRAN

S. NARIMISA, F. GHAHREMANINEJAD* and M. SHEIDAI
Tarbiat Moallem University and Shahid Beheshti University

Received: 13.05.2009

Accepted: 02.12.2009

The genus *Inula* L. belongs to tribe *Inuleae* (Asteraceae) with about 100 species in the world. In this study, leaf in cross section and epidermis in superficial view were studied. Twenty one characters were used for separating the species with an identification key. The most important characters like kind of hairs, shape of epidermal cells on both surfaces, stomata in superficial view and in cross section, number of vascular bundles, rows of palisade parenchyma and aspect of sclerenchyma were used for analyzing with SPSS program. Based on anatomical characters of leaf, nine clusters were recognized: *Inula acaulis* and *I. rhizocephala* in the first cluster; *I. grantioides* in second cluster; *I. rajamandii*, *I. viscidula* and *I. oculus-christi* in third cluster; *I. persica* and *I. britanica* in fourth cluster; *I. thapsoides* and *I. vulgaris* in fifth cluster; *I. helenium* in sixth cluster; *I. aucheriana* in seventh cluster; *I. salicina* in eighth cluster and *I. montbretiana* in ninth cluster. These results supported the morphological studies reported before.

Key words: *Inula*, Leaf, Epiderm, Iran

Figures and tables are given in the Persian text.

*Corresponding: ghahremaninejad@tmu.ac.ir

References

- Anderberg, A.A. 1989. Phylogeny and reclassification of the tribe *Inuleae* (Asteraceae). *Canad. J. Bot.* 67: 2277–2296.
- Anderberg, A.A. 1991. Taxonomy and Phylogeny of the tribe *Inuleae* (Asteraceae). *Plant Syst. and Evol.* 176: 75–123.
- Ghahremaninejad, F. and Narimisa, S. 2005. *Inula persica* (Asteraceae: *Inuleae*), a new species from Kerman province, Iran. *Ann. Bot. Fenn.*, 42: 211–231.
- Narimisa, S. and Ghahremaninejad, F. 2007. A new record of *Inula acaulis* from Iran. *Rostaniha*, Vol. 8 (2): 115–116.
- Narimisa, S. and Ghahremaninejad, F. 2009. *Inula rajamandii* (Asteraceae: *Inuleae*), a new species from Azarbaijan province, Iran. *Ann. Bot. Fenn.* 46: 585–587.
- Rechinger, K.H. 1980. *Flora Iranica*, No. 145. *Compositae IV-Inuleae*. Graz: Akademisch Druck und Verlagsanstalt, 77–96.

Addresses of the authors: S. NARIMISA and Dr. F. GHAHREMANINEJAD, Tarbiat Moallem University, Tehran 15719-14911 and Dr. M. SHEIDAI, Department of Botany, Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran 19839-63113, Iran.

