

بررسی تنوع درون گونه‌ای و بین گونه‌ای جنس پوتاموژتون *Potamogeton L.* در رودخانه زاینده‌رود بر اساس شاخصه ریخت‌شناختی

رویا معلم^۱
سعید افشارزاده^{*۲}
غلامرضا بلالی^۳
سید جمال صاحبی^۴
شببم عباسی^۵

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۲۶

تاریخ تصویب: ۹۳/۲/۲

چکیده

با توجه کمبود اطلاعات درباره جنس *Potamogeton* در ایران و نیز با توجه به پراکنش گسترده آن در اکوسیستم‌های آبی کشور، جمعیت‌های

^۱ کارشناسی ارشد. گروه زیست‌شناسی. دانشگاه اصفهان

^۲ دانشیار. گروه زیست‌شناسی. دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول) s.afshar@biol.ui.ac.ir

^۳ دانشیار. گروه زیست‌شناسی. دانشگاه اصفهان

^۴ استادیار. گروه زیست‌شناسی. دانشگاه اصفهان

^۵ دانشجوی دکترا. گروه زیست‌شناسی. دانشگاه اصفهان

این جنس در اکوسیستم‌های مختلف اصفهان و چهار محال و بختیاری در طول رودخانه زاینده‌رود از نظر ریخت‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت، برای این منظور نمونه برداری از ۱۹ جمعیت این جنس انجام گرفت. در طی این مطالعه ۶ گونه‌ی *P. nodosus* ، *P. pusillus* ، *P. perfoliatus* ، *P. pectinatus* ، *P. lucens* ، *P. amblyphyllus* با استفاده از منابع معتبر شناسایی شد که برای اولین بار از این مناطق گزارش می‌گردد. با استفاده از منابع معتبر تعداد ۶۶ صفت کیفی و کمی مؤثر در شناسائی این جنس، انتخاب شد. روابط بین گونه‌ای جنس با رسم دندروگرام مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: بارهنگ آبی ، *P. nodosus* ، *P. pusillus* ، *P. perfoliatus* ، *P. pectinatus* ، *P. lucens* ، *P. amblyphyllus* گیاهان آبی.

مقدمه

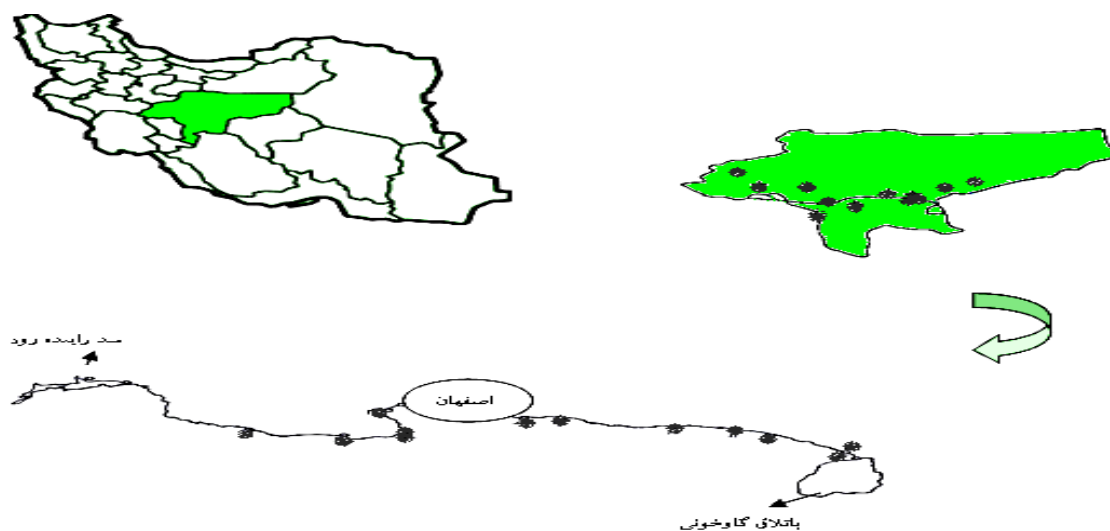
(Heywood, 1978). ماکروفیت‌ها برای زندگی در آب‌های جاری سازگاری کمی نشان می‌دهند و در مکان‌های با سرعت جریان کم نظیر مصب‌ها و آب‌های حاشیه‌ای دارای بیشترین موفقیت هستند. برگ‌ها و ساقه‌های خشن و قابل انعطاف، اتصال محکم به وسیله ریشه‌های نابجا، ریزومها یا ساقه‌های خزنده ریشه‌دار و تولید مثل رویشی از جمله خصوصیات گونه‌های ماکروفیت است (Westlake, 1975 ; Hynes, 1970). گیاه *Potamogeton* از علف‌های هرز پایای آب‌های شیرین به شمار می‌رود، جنس *Potamogeton* L. با داشتن توانایی تکثیر غیر جنسی گاهی اجتماعات وسیع و غیر قابل

گیاهان آبی در اکوسیستم‌های طبیعی از تنوع زیادی برخوردارند و با توجه به دارا بودن نقش‌هایی از قبیل تولید غذای سالم برای سایر موجودات، افزایش منابع غذایی مفید جهان و تولید دارو (Dwivedi & Pandey, 2011 ، Tosheva & Traykov, 2012) شناخت تنوع گونه‌ای آنها اهمیت زیادی دارد. مورفولوژی گیاهان آبی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در راستای شناخت سازگاریهای تکاملی فراهم آورد (Chen et al, 2012). بیشتر گیاهان آبی برای بقا و تولید مثل در آب‌های راکد سازگاری پیدا کرده‌اند، در حالیکه فقط تعداد کمی از گونه‌ها می‌توانند رشد موفقی در آب‌های جاری داشته باشند

(Judd et al., 2007). پراکنش این جنس در کشور ایران در تالاب‌ها و مرداب‌های شمال کشور به ویژه تالاب انزلی، همین‌طور در مناطق غرب (کهگیلویه)، مرکز (اصفهان) و جنوب کشور نیز گزارش شده است (مبین، ۱۳۵۴).

تاکنون مطالعات بسیار اندکی در زمینه مورفولوژی جنس *Potamogeton* صورت یافته که می‌توان به بررسی مورفولوژی بعضی از گونه‌های *Potamogeton* توسط Dwivedi and Pande در سال ۲۰۱۱ اشاره نمود. به واسطه کمبود اطلاعات درباره این جنس در ایران و نیز با توجه به پراکنش گسترده این جنس در اکوسیستم‌های آبی کشور، جمعیت‌های این جنس در رودخانه زاینده رود و سایر زیستگاه‌های آبی استان اصفهان و چهارمحال بختیاری، از نظر تنوع گونه‌ای با بررسی خصوصیات کیفی و کمی ریخت‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفت و اطلاعات حاصل جهت تعیین تنوع بین گونه‌ای تجزیه و تحلیل گردید. نقشه موقعیت مکان‌های جمع‌آوری نمونه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

نفوذی در آبها، کانالها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و سایر منابع آب تشکیل داده و مشکلاتی را ایجاد می‌کنند. گونه‌های این جنس در صنعت پرورش ماهی مهم و کاربردی هستند (Mcatee, 1939). این جنس اولین بار توسط Linnaeus در سال ۱۷۵۳ در کتاب *Species Plantarum* و سپس در سال ۱۷۵۴ در *Genera Plantarum* معرفی شده است. برای این جنس طبق فلورا ایرانیکا به ۱۲ گونه اشاره شده که ۹ گونه آن در ایران می‌باشد که عمدتاً در نواحی شمال کشور رویش دارند (Dany, 1971). همچنین در فلور ترکیه برای این جنس به ۱۴ گونه اشاره شده است (Davis, 1984). در فلور عراق نیز برای این جنس ۷ گونه ذکر شده است (Dany, 1985) و در فلور پاکستان ۱۴ گونه از این جنس معرفی شده است (Nasir, 1972). در کتاب رستنی‌های ایران نیز به ۹ گونه اشاره شده است (مبین، ۱۳۵۴) و Rehn نیز در سال ۱۸۲۹ در فلور روسیه برای این جنس ۳۹ گونه ذکر کرده است. این جنس تقریباً دارای ۹۰-۱۰۰ گونه در سراسر دنیا می‌باشد.



شکل ۱- نقشه استان اصفهان و نمایش محل‌های نمونه‌برداری و موقعیت زاینده‌رود

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی مورد نیاز برای این مطالعه، از نقاط مختلف زاینده‌رود در استان اصفهان و استان همجوار، چهارمحال و بختیاری از اوایل بهار ۱۳۸۶ تا اواخر تابستان ۱۳۸۷ به عمل آمد. تعداد ۱۰ نمونه از هر جمعیت عمدتاً از حاشیه رودخانه تا عمق ۵۰ سانتیمتر برداشت شد. و در هر نمونه برداری، مشخصات دقیق محل نمونه برداری شامل تاریخ جمع‌آوری، آدرس، ارتفاع از سطح دریا تعیین و یادداشت گردید. نمونه‌های شناسایی شده از شماره ۱۲۵۴۸ تا ۱۲۵۵۴ در هرباریوم دانشگاه اصفهان (HUI) نگهداری می‌شود. بخش‌های رویشی و زایشی با استفاده از استریومیکروسکوپ (لوپ) مدل ZEISS و کاغذ میلیمتری مطالعه، خط‌کش و کولیس اندازه‌گیری شد و داده‌های مربوط به هر فرد یادداشت گردید. پس از

مطالعه منابع مختلفی نظیر فلورا ایرانیکا (Dany, 1971)، فلور عراق (Dany, 1985)، فلور ترکیه (Davis, 1984)، فلور روسیه (Rehnb, 1829) و رستنی‌های ایران (مبین، ۱۳۵۴)، تعداد ۴۶ صفت کیفی و کمی مورد استفاده در شناسائی این جنس، انتخاب و به هر کدام یک کد داده شد. برای صفات کیفی، حالت‌های صفتی موجود برای هر صفت تعیین گشت که در شرح توصیف دقیق گونه، تشکیل ماتریس داده‌های خام مورد استفاده در تاکسونومی عددی و مطالعه تنوع جمعیتی به کار گرفته شد. برای صفات کمی از اندازه‌های مطلق استفاده گردید که صفات کمی در این مطالعه به صفات کیفی تبدیل شدند. مشخصات ایستگاه‌های نمونه برداری در جدول ۱ و صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی نیز در جدول ۲ آورده شده است. آنالیز خوشه‌ای برای ۸۵ فرد مورد مطالعه و بر

روی ۴۶ صفت کیفی دوحالتی و چند حالتی با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و ضریب فاصله Ward بر روی داده‌های کیفی و داده‌های کمی که به صورت کیفی تبدیل شدند و با استفاده از نرم افزار PC-ORD Ver.4 (McCune and M. J. and Mefford, 1997) انجام شد.

جدول ۱. مشخصات و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری

موقعیت جغرافیایی			محل نمونه برداری	شماره هرباریومی ۱۲۵۴۸۱۲۵۵۴
ارتفاع از سطح دریا برحسب متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی		
۱۸۲۰	۳۲°۲۷'۵۵"	۵۰°۵۰'۵۰"	پل زمانخان	۱
۱۸۲۵	۳۲°۲۷'۵۵"	۵۰°۵۰'۵۰"	پل فجر(چم طاق)	۲
۱۷۶۲	۳۲°۲۲'۴۵"	۵۱°۱۳'۴۰"	چم آسمان	۳
۱۶۹۰	۳۲°۲۱'۸۹"	۵۱°۲۵'۵۶"	زرین شهر	۴
۱۶۳۵	۳۲°۲۲'۶۰"	۵۱°۳۱'۷۶"	پل بابامحمود	۵
۱۶۲۶	۳۲°۲۳'۷۳"	۵۱°۳۰'۹۷"	پل فلاورجان	۶
۱۶۷۲	۳۲°۲۲'۶۷"	۵۱°۳۱'۶۷"	پل دیزیچه	۷
۱۶۱۷	۳۲°۳۸'۵۰"	۵۱°۳۴'۲۴"	آتشگاه	۸
۱۶۵۰	۳۲°۳۳'۴۹"	۵۱°۳۴'۲۹"	پل فردوسی	۹
۱۵۷۷	۳۲°۳۷'۸۲"	۵۱°۴۲'۵۳"	پل شهرستان	۱۰
۱۵۷۸	۳۲°۳۵'۸۰"	۵۱°۴۶'۲۱"	پل چوم	۱۱
۱۴۸۹	۳۲°۲۵'۸۲"	۵۱°۳۸'۸۳۷"	بند ورزنه	۱۲
۱۵۰۲	۳۲°۲۶'۸۴"	۵۲°۲۶'۵۲"	رنگیده	۱۳
۱۵۱۸	۳۲°۲۷'۶۳"	۵۲°۱۶'۴"	شریف آباد	۱۴
۱۶۹۸	۳۲°۲۹'۵۸"	۵۱°۴۵'۹۲"	مهدی آباد	۱۵
۱۸۲۰	۳۲°۲۸'۹۰"	۵۱°۴۵'۶۴"	جعفر آباد	۱۶
۲۰۵۸	۳۳°۲۱'۳۹"	۵۱°۴۷'۹۱"	نطنز-طرق رود	۱۷
۲۰۶۳	۳۳°۲۵'۴۰"	۵۱°۴۸'۹۰"	تالاب گندمان	۱۸
۲۰۷۳	۳۲°۱۸'۴۶"	۵۰°۳۹'۷۹۱"	چشمه ورودی لردگان	۱۹
۲۰۱۵	۳۲°۱۳'۳۰۵"	۵۰°۳۳'۱۵۷"	امامزاده حمزه علی	۲۰

جدول ۲. صفات کمی و کیفی مورد استفاده در مطالعه جمعیت‌های مختلف جنس *Potamogeton*

حالت صفت (Character state)	علامت اختصاری (bbreviation)	صفت (character)	ردیف
۰: سبز (0:green) ۱: قهوه ای (1:brown)	LC	رنگ برگ (Leaf Color)	۱
۰: خطی (linear) ۱: کشیده (lanceolate) ۲: ساقه اغوش (perfoliat) ۳: بیضوی (elliptic)	TLSh	شکل کلی برگ (Total leaf shape)	۲
۰: یکسان (similar) ۱: متفاوت (different)	LSAS	شکل برگ در تمام طول ساقه (LeafShape Along Stalk)	۳
۰: نوک تیز (acute) ۱: گرد (obtuse) ۲: نوک دار (mucronate) ۳: نیش دار (cuspidate)	TLSh	شکل نوک برگ (Tip Leaf Shape)	۴
۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)	B	پهنک (Blade)	۵
۱: غوطه ور (submerged) ۰: شناور: (floating)	LL	موقعیت برگ (Leaf Location)	۶
۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)	LO	تزئینات برگ (Leaf Ornamentation)	۷
۰: یک لایه ای (monolayer) ۱: دولایه ای (bilayer) ۲: چرمی (leathery)	LT	بافت برگ (Leaf Texture)	۸
۰: موازی (parallel) ۱: مشبک (reticulate)	V	رگبندی (Venation)	۹
0: کمتر 1cm 1: 1cm-5cm 2: 5cm-10cm	Sh L	طول غلاف (Sheet Length)	۱۰
1: وجود دارد (present) 0: وجود ندارد (absent)	P	دمبرگ (Petiole)	۱۱
1: کمتر از 1cm 2: بیشتر از 1cm 0: وجود ندارد	PL/LL	نسبت طول دمبرگ به برگ (Petiole Length/Leaf Length)	۱۲
1: وجود دارد (present) 0: وجود ندارد (absent)	PL	تزئینات دمبرگ (Petiole Ornamentation)	۱۳

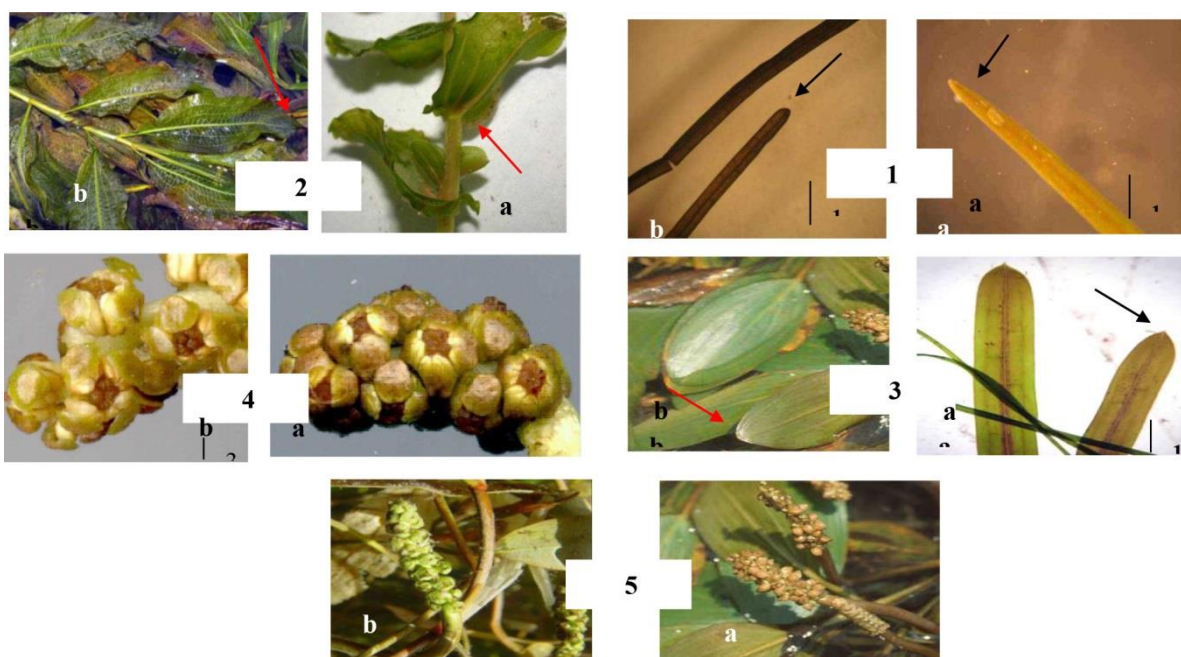
ردیف	صفت (character)	علامت اختصاری (bbreviation)	حالت صفت (Character state)
۱۴	ضخامت رگبرگها (<u>V</u> enation <u>T</u> hickness)	VT	۱: مساوی (equal) ۰: غیرمساوی (unequal)
۱۵	حاشیه برگ (Margin <u>L</u> eam)	ML	۱: کامل (entire) ۰: مضرسی (dentate)
۱۶	عرض برگ (Leaf <u>W</u> ide)	LW	۰: کمتر از (1 mm) ۱: بیشتر از (1 mm) ۲: بیشتر از (۱ cm)
۱۷	طول برگ به عرض برگ (length/ <u>L</u> eam <u>W</u> ide <u>L</u> eam)	LL/LW	۰: 1-5 ۱: 10-50: 5-102 ۳: 50-100
۱۸	غلاف (Sheet)	SH	۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)
۱۹	انتهای غلاف (Sheet Terminal)	SH T	۱: قهوه ای (brown) ۰: سفید رنگ (white)
۲۰	شکل غلاف (Sheet shape)	Sh S	۰: باز (open) ۱: بسته (close)
۲۱	عرض غلاف به قطر (wide/Sheet diameter Sheet)	ShW/ShD	۱: بیشتر (more) ۰: کمتر (less)
۲۲	رگبندی غلاف (Sheet <u>V</u> enation)	ShV	۰: متفاوت با برگ (different leaf from) ۱: یکسان با برگ (same leaf)
۲۳	طول گل آذین نسبت به عرض (Inflorence <u>L</u> ength /Inflorence <u>W</u> ide)	IL/IW	۱: بیشتر از یک ۰: کمتر از یک
۲۴	غده در کاسبرگ (Tuber In <u>S</u> epal)	TIS	۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)
۲۵	گلیوش (Perianth)	P	۱: ساده (simple) ۰: مرکب (compound)
۲۶	رگبندی گلیوش (Perianth <u>V</u> enation)	PV	۱: موازی (parallel) ۰: مشبک (reticulate)
۲۷	گوشوارک (Stipule)	S	۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)
۲۸	شکل گوشوارک (Shape <u>S</u> tipule)	SSH	۱: غشایی (memberous) ۰: غیرغشایی (umemberous)
۲۹	دم گل آذین (Peduncle)	PE	۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)

رتبه	صفت (character)	علامت اختصاری (bbreviation)	حالت صفت (Character state)
۳۰	قطر دم گل اذین به قطر ساقه (<u>P</u> eduncle <u>D</u> iameter/ <u>S</u> talk <u>D</u> iameter)	PED/SD	۱: برابر با یک ۰: بیشتر و کمتر از یک
۳۱	تزئینات دم گل اذین (Peduncle) (<u>O</u> rnamentation)	PEO	۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)
۳۲	تعداد گل در هر چرخه (<u>N</u> umber <u>O</u> f <u>F</u> lower <u>I</u> n <u>C</u> ycle)	NOFIC	۱: بیشتر از یک ۰: کمتر از یک
۳۳	شکل حاشیه کلاله (<u>M</u> argin <u>S</u> tigma <u>S</u> hape)	MSSh	۰: گرد (rounded) ۱: منقاری (keeled)
۳۴	رنگ کلاله (Stigma Color)	SC	۱: زرد (yellow) ۰: سبز (green) ۲: قهوه‌ای (brown)
۳۵	تعداد پرچم‌ها در هر گل (<u>N</u> umber <u>O</u> f <u>A</u> nther <u>I</u> n <u>F</u> lower)	NOSTIF	۱: بیشتر از ۴ ۰: کمتر از ۴
۳۶	شکوفایی بساک (<u>S</u> tamen <u>A</u> nthesis)	SA	۱: طولی (longitudinal) ۰: جانبی (lateral)
۳۷	رنگ بساک (Color Stamen)	CS	۱: زرد یکنواخت (same yellow) ۰: قهوه‌ای (brown)
۳۷	طول برگها به ساقه گل دهنده (<u>L</u> eam <u>L</u> ength / <u>F</u> ertile <u>S</u> talk <u>L</u> ength)	LL/FSL	۱: بلندتر (taller) ۰: کوتاه‌تر (smaller)
۳۹	ریزوم (Rhizome)	R	۱: وجود دارد ۰: وجود ندارد
۴۰	موقعیت (Rhizome Position)	R P	۱: سطحی (acrostic) ۰: عمقی (bathetic)
۴۱	موقعیت گلپوش (<u>P</u> erianth <u>P</u> osition)	PP	۱: در یک نقطه متصل ۰: در سراسر پایک متصل
۴۲	تزئینات گلپوش (<u>P</u> erianth <u>O</u> rnamentation)	PO	۱: وجود دارد (present) ۰: وجود ندارد (absent)
۴۳	شکل مادگی (Ovule Shape)	OV	۱: کوزه‌ای (urceolate) ۰: تخم مرغی (ovate)
۴۴	طول استیل به استیگما (<u>S</u> tyle <u>L</u> ength / <u>S</u> tigma <u>L</u> ength)	SL/SL	۰: کمتر از ۱mm ۱: بیشتر از ۱mm
۴۵	محل اتصال برچه‌ها (<u>D</u> istrict <u>P</u> istil <u>C</u> onnect)	DPC	۱: انتهای گل ۰: ابتدای گل
۴۶	شکل کلاله (Stigma Shape)	SS	۱: مسطح (flat) ۰: غیر مسطح (aflat)

نتایج

صفات کمی به کار گرفته شده صفت عرض برگ در تفکیک برخی گونه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، همچنین صفاتی نظیر طول غلاف، تعداد چرخه‌ها در گل آذین، قطر دم گل آذین به ساقه و اندازه میوه در تفکیک گونه‌ها مهم و کاربردی به نظر رسید. شکل ۲ مشاهدات بدست آمده از بررسی صفات ریخت‌شناختی کیفی در این پژوهش را نشان می‌دهد و اشکال متعدد میوه در شکل ۳ مشاهده می‌گردد.

در طی این مطالعه ۶ گونه‌ی *P. nodosus* Poiret., *P. pusillus* L., *P. perfoliatus* L., *P. pectinatus* L., *lucens* L., *P. amblyphyllus* C. A. Myer. با بررسی خصوصیات ریخت‌شناختی و با استفاده از منابع و کتاب‌های فلور شناسایی شدند. از بین صفات به کار رفته در این مطالعه، صفاتی همچون شکل کلی و نوک برگ، وجود و عدم وجود گوشوارگ قدرت تفکیک و ثبات بیشتری را نشان دادند. از بین



شکل ۲- (a ۱ و b) پهنک برگ در *P. pectinatus* (۱ a). پهنک برگ در *P. amblyphyllus* (b۱). انتهای برگ در *P. perfoliatus* (۲ a). انتهای برگ در *P. lucens* (۲ b). حاشیه برگ در گونه‌های *P. nodosus* و *P. pusillus* (۳). رنگ بساک در گونه‌های این جنس (۴). گل آذین شناور گونه‌ها (۵).



شکل ۳- شکل میوه در گونه های *P. pusillus* (۱)، *P. Perfoliatus* (۲)، *P. amblyphyllus* (۳)، *P. lucens* (۴) و *P. pectinatus* (۵). (a) و (b) نشان دهنده دیدگاه‌های مختلف میوه است.

سفید عرض برگ ۱ میلی‌متر می‌باشد. دم گل آذین تا ۵-۱۰ سانتی‌متر طول دارد. سنبله‌ها ۲٫۵ تا ۴ سانتی‌متر طول دارد. اندازه میوه‌ها ۳ تا ۵ میلی‌متر و تخم مرغی شکل اند و یک منقار کوچک دارد (شکل ۳، ۴). گل آذین در زیر آب باز می‌شد و به ندرت روی آب باز می‌شود. این گونه شباهت بسیار زیادی از لحاظ ظاهری با گونه *P. amblyphyllus* داشت اما با بررسی‌های دقیق خصوصیات ریختی از جمله نوک برگ و شکل غلاف می‌توان این دو گونه را از هم تشخیص داد.

شرح گونه‌ها بر اساس مشاهدات کمی و کیفی:

1- *P. pectinatus* L., Sp. Pl. ed. 1: 127 (1753)

این گونه دارای ریزوم و دائمی است. برگها قهوه‌ای رنگ و همگی غوطه‌ور خطی و رشته‌ای، انتهای برگ نوک تیز یا نوک دار است که این صفت در مشخص کردن این گونه بسیار مهم و کلیدی می‌باشد (شکل ۲، ۳). برگها دارای غلافباز معمولاً با حاشیه

***P. amblyphyllus* C. A. Myer.
Bitr. Pflanzenk. Russ. Reich. 6:10
(1849)**

دائمی دارای ریزوم، دارای انشعابات زیاد اما با میانگرمه های کوچک. برگها همگی غوطه‌ور و سبزرنگ تا قهوه ای رنگ با حاشیه کلی و انتهای برگ گرد یا نوک کند می‌باشد (شکل ۲،۱ b). غلاف با ۲-۴ سانتی‌متر طول و بسته می‌باشد. دم گل آذین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر طول دارد. اندازه میوه‌ها ۳ میلی‌متر، یک برآمدگی زگیل مانند دارند (شکل ۳،۳ b). عرض برگ معمولا بیش از ۱ میلی‌متر مشاهده شد که در تفکیک این گونه بسیار مهم بود.

***P. perfoliatus* L. Sp. Pl. ed. 1:126
(1753)**

این گونه دارای ریزوم می‌باشد. طول ساقه به بیشتر از ۲ متر می‌رسد. برگها غوطه‌ور، ساقه آغوش دارای گوشوارک، بدون دم‌برگ، سبز تا قهوه‌ای رنگ، انتهای برگ تقریبا گرد تا گوه‌ای. حاشیه برگها کمی دنداندار. گوشوارک‌ها غشایی و تا ۱ سانتی‌متر طول دارد و آشکار نیست (شکل ۲،۲ a). دمگل آذین دارای معمولا ۳ تا ۱۰ سانتی‌متر طول داشت. گله‌ها تقریبا در سطح آب بازمی‌شوند ولی اغلب در روی سطح آب شناورند. ویژگی مهم ریخت‌شناسی این گونه برگهای ساقه آغوش با انتهای چهارگوش بود و همچنین وجود گوشوارکهای کوچک در تفکیک این

گله‌ی این گونه از اواسط اردیبهشت شروع می‌شود تا اواسط خرداد ماه ادامه دارد. در نواحی سردسیر این مدت ممکن است تا اوایل تیرماه به طول انجامد.

***P. lucens* L. Sp. Pl. ed. 1:126
(1753)**

این گونه نیز دارای ریزوم می‌باشد. ساقه بیش از یک متر طول دارد. برگها غوطه‌ور و شناور، بزرگ تا ۳۰ سانتی‌متر طول و ۴/۵ سانتی‌متر عرض، بیضوی، خنجری در انتها باریک، سبز و شفاف، با دم‌برگ تحلیل رفته، گاهی بدون دم‌برگ بودند. انتهای برگ تقریبا نوک تیز، حاشیه برگ موج اغلب دنداندار (شکل ۲،۲ b)، گوشوارک‌ها خیلی بزرگ، در انتها گرد. دم گل آذین بلند تا ۲۵ سانتی‌متر، سنبله تا ۶ سانتی‌متر طول دارد و روی سطح آب باز می‌شد (شکل ۲،۵ b)، میوه‌ها بزرگ بوده یک ناو بسیار کوچک روی قسمت انتهایی خود دارند (شکل ۲،۲ b). این گونه از جنس پوتاموژتون با داشتن برگهای بسیار بزرگ سبز رنگ و شفاف و دم گل آذین کلفت یکی از گونه‌های با ظاهری بسیار متفاوت از سایر گونه‌ها بود. اما با بررسی ساختار دقیق گل همانند سایر گونه‌های دیگر این جنس بود.

دارای برگهای کشیده کوچک و تا حدی خطی می‌باشد. انتهای برگها نوک دار یا Mucronate (شکل ۲،۳a). عرض پهنک به حدود ۲ تا ۲/۵ میلی‌متر می‌رسد. برگها دارای گواشوارک سه رگبرگ می‌باشند که دو رگبرگ جانبی تقریباً در انتهای برگ به رگبرگ اصلی متصل می‌شوند. از مشخصه مورفولوژیک این گونه وجود دو غده برگی در محل اتصال برگ به ساقه دم گل آذین ۱ تا ۳ سانتی‌متر طول دارد. گل آذین در این گونه شامل ۳ تا ۱۳ گل می‌باشد و تعداد چرخه‌هایی که گلها روی آن قرار گرفته‌اند ۲ یا ۳ چرخه است. میوه‌ها دارای برآمدگی در پشت هستند و یک شیار کوچک در راس آنها مشاهده می‌شود (شکل ۱،۳).

آنالیز خوشه‌ای صفات

نتایج آنالیز خوشه‌ای برای ۸۵ فرد مورد مطالعه و بر روی ۴۶ صفت کیفی دوحالتی و چند حالتی انجام شد. در این مطالعه داده‌های کمی از قبیل طول برگ، پهنای پهنک، اندازه دم‌گل آذین، اندازه سنبله، طول غلاف، طول گواشوارک و اندازه میوه تبدیل به داده‌های کیفی شدند. دندروگرام ایجاد شده طبق شکل ۴ ابتدا در سطح شباهت صفر درصد یک انشعاب اصلی دیده می‌شود که یک انشعاب فرعی آن شامل جمعیت گونه‌های گونه‌ی *P. pectinatus* و جمعیت‌های گونه

گونه مهم به نظر رسید. میوه‌ها ۲ تا ۴ میلی‌متر تخم مرغی شکل، دارای حاشیه پشتی که به منقار جانبی متصل می‌شود هستند و همچنین دارای خط شکمی کند هستند (شکل ۲،۳a).

P. nodosus Poiret., *Encycl., Supple. 4:535 (1816)*

این گونه دارای ریزوم است. ساقه معمولاً بیش از ۱ سانتی‌متر. برگها غوطه‌ور و شناور هستند. برگهای شناور دارای یک اتصال انعطاف پذیر که در بالای دم‌برگ متصل است. دارای پهنک بیضوی برگها سبز رنگ تا قهوه‌ای، برگهای غوطه‌ور دارای دم‌برگ دراز هستند (شکل ۲،۳ b). برگهای غوطه‌ور با دم‌برگ دراز هستند. انتهای برگها گرد تا تیز می‌باشد. گواشوارکها تا ۸ سانتی‌متر می‌رسد. دم گل آذین ۴ تا ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد و گل آذین بالای سطح آب قرار دارد، اندازه گل آذین سه تا شش سانتی‌متر می‌باشد (شکل ۲،۵ a). میوه‌ها ۳-۴ میلی‌متر می‌باشد. گرد تا تخم مرغی شکل می‌باشند. از ویژگی مهم ریخت‌شناختی این گونه وجود دم‌برگ دراز و برگ‌های بزرگ می‌باشد.

P. pusillus L. *Sp. Pl. 127 (1753)*

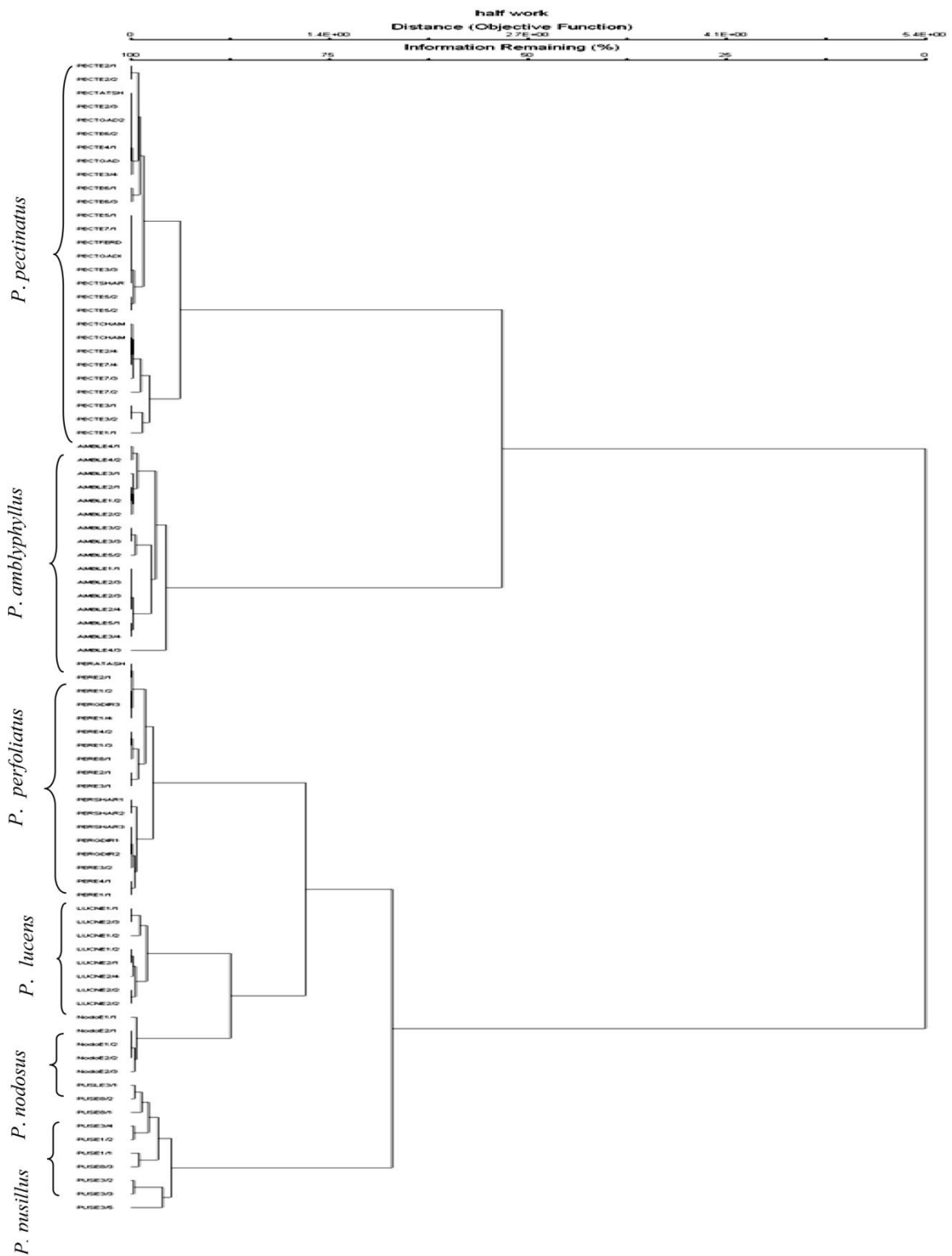
این گونه دائمی و دارای ریزوم می‌باشد. طول ساقه به ۱۵ تا ۱۷ سانتی‌متر میرسد. این گونه

شامل جمعیت‌های گونه‌های *P. perfoliatus* و *P. lucens* و *P. nodosus* می‌باشد. زیر شاخه فرعی اول در سطح تشابه ۹۰٪ شامل جمعیت‌های *P. perfoliatus* و زیر شاخه فرعی دوم نیز در سطح تشابه ۸۰٪ به دو زیر شاخه ختم می‌شود و شامل جمعیت‌های گونه‌های *P. lucens* و گونه *P. nodosus* می‌باشد. زیر شاخه فرعی از شاخه اصلی دوم در سطح تشابه ۸۰٪ به جمعیت‌های گونه *P. pusillus* ختم می‌شود.

نتایج حاصل از این دندروگرام بیانگر این مطلب است که صفات ریخت‌شناسی مورد استفاده در این تحقیق توانسته گونه‌های این جنس را به خوبی از هم تفکیک کند و دارای ارزش افتراقی بالایی برای تفکیک و شناسایی گونه‌ها بوده است و قادر به بیان روابط خویشاوندی گونه‌های این جنس از لحاظ صفات ریخت‌شناسی با یکدیگر بوده است.

P. amblyphyllus می‌باشد و انشعاب فرعی دیگر از شاخه اصلی، شامل جمعیت‌های گونه‌های *P. perfoliatus* و *P. nodosus lucens* و *P. pusillus* می‌باشد. سپس به دو شاخه اصلی در سطح تشابه ۵۰٪ تقسیم می‌شود که شامل جمعیت‌های گونه‌های *P. pectinatus* و *P. amblyphyllus* می‌باشد. شاخه اصلی اول در سطح تشابه ۹۰٪ به دو زیر شاخه فرعی تقسیم می‌شود که شامل افرادی از جمعیت‌های گونه‌ی *P. pectinatus* می‌باشد. شاخه فرعی دوم به جمعیت‌های گونه *P. amblyphyllus* ختم می‌شود. که این زیر شاخه در سطح تشابه ۹۵٪ به دو زیر شاخه فرعی تقسیم شده است.

شاخه اصلی دوم در سطح تشابه ۶۰٪ به دو زیر شاخه فرعی دیگر تقسیم می‌شود. که زیر شاخه فرعی اول در سطح تشابه ۷۵٪ به دو زیر شاخه فرعی دیگر تقسیم می‌شود که



شکل ۴ - دندروگرام حاصل از داده‌های مورفولوژی به روش UPGMA با استفاده از ضریب تشابه جاگرد و ضریب فاصله Ward بر روی صفات ریخت‌شناسی جنس *Potamogeton* در رودخانه زاینده رود در استان اصفهان و چهار محال بختیاری.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی های انجام شده و بر اساس منابع موجود فقط به پراکنش سه گونه‌ی *P. pectinatus* و *P. perfoliatus* و *P. pusillus* در استان اصفهان، در فلورا ایرانیکا اشاره شده است. اما در مورد پراکنش سه گونه دیگر *P. amblyphyllus* و *P. lucens* و گونه *P. nodosus* در این محدوده اشاره ای نشده است. با بررسی های ریخت شناختی صورت گرفته در این پژوهش می توان نتیجه گرفت، بیشتر گونه‌های این جنس از لحاظ ظاهری از جمله شکل و اندازه برگ با یکدیگر بسیار متفاوت بودند اما از نظر ساختمان گل هر ۶ گونه بسیار شبیه به یکدیگر بودند و خصوصیات مورفولوژیک یکسانی داشتند. صفات کمی اندازه‌گیری شده در گونه *P. pectinatus* از جمله عرض برگ، کمترین میزان مشاهده شده ۰/۷۵ میلی‌متر و بیشترین اندازه مشاهده شده ۱ میلی‌متر بود. طول برگ نیز اندازه‌های متغیری داشت، بیشترین اندازه طول برگ ۱۲ سانتی‌متر و کمترین اندازه طول برگ ۳/۵ سانتی‌متر بود، اندازه عرض برگ نیز ۰/۷۵ - ۱ میلی‌متر مشاهده شد. این اندازه‌ها با مشاهدات Davis در فلور ترکیه و Dany در فلور ایرانیکا تقریباً مطابقت داشت. Davis در سال ۱۹۸۴ در فلور ترکیه اندازه طول برگ را ۱۰ و عرض برگ را ۱ میلی‌متر

گزارش کرده است. طول گل آذین در این گونه در این تحقیق ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که Davis در سال ۱۹۸۴ طول گل آذین را ۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر گزارش کرده است. اندازه میوه نیز ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد، Davis در سال ۱۹۸۴ اندازه میوه را ۳ تا ۵ میلی‌متر گزارش داده است. در گونه *P. amblyphyllus* اندازه عرض برگ ۱/۵ - ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و طول برگ ۹ تا ۱۴ میلی‌متر اندازه‌گیری شد که تا حدودی با مشاهدات Davis در سال ۱۹۸۴ و همچنین Dany در فلورا ایرانیکا (۱۹۸۵) مطابقت دارد. Rehn در سال ۱۹۸۲ نیز در فلور روسیه برای این گونه اندازه طول برگ ۵ تا ۶ سانتی‌متر و عرض برگ را ۱ میلی‌متر گزارش کرده است که صفت اندازه عرض برگ در هر ۶ گونه ثابت بود و لذا میتوان این صفت کمی را حائز اهمیت بر شمرد و با آنچه که توسط Davis در سال ۱۹۸۴ در فلور ترکیه و Rehn در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه و همچنین Dany در سال ۱۹۷۱ در فلورا ایرانیکا، در اندازه‌گیری عرض برگ دو گونه *P. pectinatus* و *P. amblyphyllus* گزارش شده نیز مطابقت دارد. ویژگی‌های ریخت‌شناسی دیگر از جمله نوک برگ صفت بسیار مهم و کلیدی بود که مخصوصاً در تفکیک دو گونه *P. amblyphyllus* و *P. pectinatus* استفاده شد، که با مشاهدات Davis در سال ۱۹۸۴ در فلور ترکیه و نتایج

در شناسایی و تفکیک این گونه از سایر گونه‌های دیگر استفاده شد. طول و عرض برگ گونه *P. lucens* در این تحقیق به ترتیب ۶ تا ۱۲ سانتی‌متر و عرض برگ ۲ تا ۴ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. که در اندازه‌گیریهایی که Rehnb در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه از این گونه (طول برگ ۳۰ سانتی‌متر و عرض برگ ۴/۵ سانتی‌متر) و Davis در سال ۱۹۸۴ در فلور ترکیه (طول ۵-۱۵) گزارش کرده اند تا میزان بسیار زیادی مشابه است. اندازه میوه نیز ۳/۵ تا ۴ سانتی‌متر بود که تقریباً با اندازه‌گیری‌های Davis در سال ۱۹۸۴ و Dany در سال ۱۹۷۱ (۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر) مطابقت دارد. طول دم گل آذین در نمونه‌های مورد بررسی از ایستگاه‌های مختلف ۲-۵ سانتی‌متر بود در حالی که که Davis در سال ۱۹۸۴ طول دم گل آذین را تا ۷ سانتی‌متر برای این گونه گزارش کرده است. در گونه *P. nodosus* طول برگ در کمترین و بیشترین مقدار ۶/۵ تا ۹/۵ سانتی‌متر و عرض برگ ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متر بود. Davis در فلور ترکیه ۴ تا ۱۲ سانتی‌متر را گزارش کرده است. اندازه طول دم‌برگ در این تحقیق ۵-۶ سانتی‌متر در افراد این گونه بود. در حالیکه Dany در سال ۱۹۷۱ در فلور ایرانیکا ۹ سانتی‌متر گزارش کرده است.

تا کنون مطالعه ریخت‌شناسی بر روی جنس *Potamogeton* L. در سطح جمعیتی صورت

Rehnb در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه مطابقت دارد. همچنین Dany در سال ۱۹۷۱ در فلور ایرانیکا نیز از این صفت کلیدی در تفکیک این دو گونه استفاده کرد. در این پژوهش نیز از شکل نوک برگ به عنوان صفتی با ارزش، برای تفکیک دو گونه *P. amblyphyllus* و *P. pectinatus* استفاده شد (شکل ۱، ۲). در گونه *P. perfoliatus* طول و عرض برگ توسط Rehnb در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه ۶ تا ۱۲ سانتی‌متر و عرض برگ ۳،۵ سانتی‌متر گزارش شده است در حالیکه در این تحقیق طول برگ ۲ تا ۶ سانتی‌متر و عرض برگ ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. در گونه *P. pusillus* طول و عرض برگ اندازه‌گیری شده توسط Rehnb در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه ۱/۵ تا ۳ و عرض برگ ۱/۵ میلی‌متر گزارش شده است و در این تحقیق نیز اندازه‌های مشابهی در طول برگ (۱-۱/۵ سانتی‌متر) و عرض برگ (۱ تا ۲/۵ میلی‌متر) بدست آمد. صفت مهم دیگر در افتراق این گونه از سایر گونه‌های جنس پوتاموژتون، صفت نوک برگ که در این گونه به فرم نوک دار می‌باشد (شکل ۲، ۳) که Rehnb در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه و Dany در سال ۱۹۷۱ و Davis در سال ۱۹۸۴ به همین صفت با ارزش اشاره کرده‌اند. همین‌طور وجود دو غده برگی در محل اتصال برگ به ساقه که در این تحقیق نیز از این صفت به عنوان صفت مهم و کلیدی

عامل اصلی این تفکیک می‌باشد. Rehn در سال ۱۹۸۲ در فلور روسیه و Davis در سال ۱۹۸۴ در فلور ترکیه نیز به این صفت مهم اشاره کرده اند. صفات کمی، از جمله اندازه میوه، طول برگ، طول دم‌برگ، طول گل آذین، تعداد گل در گل آذین، اندازه گوشوارک، اندازه دم گل آذین، طول غلاف و اندازه سنبله که حاکی از تنوعات تقریباً بالای این صفات در بین اعضای این جنس می‌باشد دارای ارزش تشخیصی زیادی نبوده و چندان قابل اعتماد نیستند، این امر همانند نتایج سایر مطالعات (Vari et al., 2010) ناشی از تاثیر شرایط جغرافیایی، اکولوژیکی و محیطی دخیل در بروز این صفات می‌باشد همچنین این نکته که گیاه در چه مرحله‌ای از رشد باشد نیز دارای اهمیت خاصی است بنابراین این صفات از پایداری لازم برای تفکیک گونه‌ها برخوردار نمی‌باشند. اما صفت کمی اندازه عرض برگ در افراد جمعیت هر گونه تقریباً ثبات و پایداری دارد، بنابراین صفتی با ارزش برای تفکیک گونه‌های این جنس محسوب می‌شود. صفات کیفی از جمله شکل نوک برگ، شکل میوه، شکل غلاف، شکل کلی برگ، وجود و عدم وجود غده در محل اتصال برگ به ساقه که در این پژوهش برای تشخیص و افتراق گونه‌های جنس *Potamogeton* به کاربرده شد در فلورا ایرانیکا (Dany, 1971) و فلور روسیه (Davis, 1984) و فلور روسیه

نگرفته است و اغلب کارهای انجام شده بر پایه مطالعات تعداد معدودی نمونه گیاه هرباریومی بوده است، در این تحقیق از جمعیت‌های گونه‌های مختلف این جنس در طول یک اکوسیستم آبی زاینده رود برای بررسی تنوع صفات ریخت‌شناسی استفاده شد. بررسی‌های صفات کیفی و کمی ۸۵ فرد متعلق به جمعیت گونه‌های جنس *Potamogeton* L. نشانگر تنوعات درون گونه‌ای بالایی نمی‌باشد. این صفات متعلق به هر دو دسته اندام‌های رویشی و زایشی می‌باشند. با توجه به نتایج بدست آمده از این مطالعه (شکل ۴)، دو گونه *P. pectinatus* و *P. amblyphyllus* در دو گروه مجزا و با درصد تشابه ۵۰٪ نسبت به یکدیگر قرار دارند. این تقسیم بندی بر اساس نوک برگ، رنگ برگ، شکل غلاف بوده است. شاخه اصلی دوم نیز شامل ۴ گونه دیگر می‌باشد. که در تفکیک و شناسایی در این گونه‌ها اندازه برگ، اندازه گوشوارک، وجود و عدم وجود دم‌برگ مهم و کلیدی بود. در گونه *P. perfoliatus*، صفت برگ ساقه آغوش و صفت عدم وجود دم‌برگ در تفکیک و افتراق این گونه بسیار مهم و کلیدی بود که صفت دوم در دیگر گونه‌های این جنس مشاهده نشد. دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای بر روی صفات کیفی جمعیت گونه *P. pusillus* این گونه را در یک زیر شاخه اصلی جدا کرده است که وجود دو غده برگی

شرایط آب و هوایی در طول این اکوسیستم نتوانسته بر دامنه تغییرات صفات تاثیر داشته باشد و صفات ریخت‌شناسی در بین جمعیت‌های مختلف این جنس از ثبات بالایی برخوردار است و در شناسایی و بررسی فنتیکی این جنس دارای قدرت تفکیک و ارزش بالایی می‌باشد.

(Rehnb, 1982) از این صفات مهم و کلیدی برای افتراق گونه‌های این جنس استفاده شده است که نتایج مطالعه حاصل مناسب و با ارزش بودن این صفات را تأیید می‌کند. طبق نتایج حاصل از این مطالعه و با توجه به دندروگرام حاصل از آنالیز صفات ریخت‌شناسی می‌توان این طور تفسیر کرد که ویژگی‌های محل جمع‌آوری نظیر ارتفاع،

منابع

- مبین، ص. (۱۳۵۴). رستنی‌های ایران (فلور گیاهان آوندی)، جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
- Chen, L.Y., Chen, J.M., Gituru, R.W. and Wang, Q.F. (2012). Molecular phylogeny, historical biogeography and character evolution of the cosmopolitan aquatic plant family Hydrocharitaceae. *Evolutionary Biology*. 1-12 (in German).
- Dany, J.E. (1971). Potamogetonaceae, in: Rechinger, K.H. (ed) *Flora Iranica*. City, Austria: Academic Printing Verlagsanstalt. Vienna. 83: 8-13 (in German).
- Dany, J.E. (1985). Potamogetonaceae, in: Townsend, C.C. and Guest, E. (eds) *Flora of Iraq*. Department of Agriculture & Agrarian reform Republic of Iraq, Baghdad. 8: 19-26
- Davis, P. H. (1984). Potamogetonaceae, *Flora of Turkey and east Aegean Island*. University of Edinburgh. 8: 17-28.
- Dwivedi, A.K. and Pandey, V.N. (2011). Morphological Characterization, Biomass and Biofunctional Yield of some aquatic weeds of north eastern Terai Region of UP. *Advances in Bioresearch*. 2:36-46.
- Heywood, V.H. (1978). *Flowering Plant of the world*. May flower book. 335pp., New York.
- Hynes, H.B.N. (1970). *Ecology of Running Waters*. University of Toronto Press, Toronto, ON, Canada.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. 2007. *Plant Systematics: A phylogenetic approach*, Sinauer Associates, Translated by: H. Saidi.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*. Holmiae Impensis Laurentii Salvii. Stockholm. 1, 126-128.
- Mcatee, W.L. (1939). *Wildfowl food plants. Their value propagation and management*. Collegiate Press. 141 pp., Ames, Iowa.

- Mc Cune and, B and Mefford, M.J. (1997). PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4. MjM Software Design. Glenden Beach, OR.
- Nasir, E. and Ali, S.I. (1972). Potamogetonaceae, Flora of West Pakistan. 79. Department of Botany, University of Karachi. Karachi.
- Rehnb, C. (1829). Potamogetonaceae in: Komarove, V.L. Flora of U. S. S. R. 1, 181-205.
- Tosheva, A. and Traykov, I. (2012). Abundance and macrophyte composition in reservoirs with different trophic status. Balwois. 28:1-7.
- Vari, A., Toth, V.R. and Csontos, P. (2010). Comparing the morphology of *Potamogeton perfoliatus* L. along environmental gradients in Lake Balaton (Hungary). Annales De Limnologie- International Journal of Limnology. 111-119.
- Westlake, D.F. (1975). Macrophytes, in River Ecology. (ed. B. Whitton), University of California Press, Berkeley, CA, 28- 106 pp.