

DOI: 10.22092/BOTANY.2021.354169.1239

**ریزریخت‌شناسی و تشریح میوه در جنس برگ سنایی (*Thalictrum*) در ایران\***

دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۳ / پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۸

منیژه پاکروان✉: دانشیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران (pakravan@alzahra.ac.ir)

رقیه زارعی: استادیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

نسترن سلیمانی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

**چکیده**

در تحقیق حاضر، مطالعه کاملی با استفاده از ریزریخت‌شناسی و تشریح فندقه در پنج گونه و واریته از جنس برگ سنایی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره صورت گرفت تا کاربرد صفات ریزریخت‌شناسی و تشریحی فندقه را در تعیین ارتباطات سیستماتیکی مورد ارزیابی قرار دهد. تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی و تشریحی در بین گونه‌ها و واریته‌ها مشاهده شد. اگرچه کارپ رگه‌دار و شکل سلول‌های آن از زگیل‌دار، مشبک، نامنظم تا مشبک-زگیل‌دار متفاوت بود. همچنین، تعداد رگه‌ها، ساختار فیبر، تعداد لایه‌های کلانشیم، اسکالانشیم، پارانیشیم و کرکپوش از ویژگی‌های مهم تشریحی برای تشخیص گونه‌ها بودند. فنوگرام حاصل از تجزیه و تحلیل‌های آماری براساس ۹ صفت کمی نشان داد که واریته‌های *Thalictrum minus* با هم تفاوت دارند و با *T. tacabicum* شباهت بیشتری دارند. داده‌های مطالعه حاضر، همچنین شباهت گونه‌های *T. isopyroides* و *T. foetidum* نسبت به سایر گونه‌ها را مورد تایید قرار داد. از طرفی، گونه *T. sultanabadense* با داشتن تعداد دسته‌های آوندی کمتر و میوه خمیده با گونه‌های دیگر نزدیکی کمتری نشان داد. این مطالعه، با گروه‌بندی‌های قبلی که در جنس برگ سنایی صورت گرفته مطابقت داشت و تا حدی مطالعات مولکولی را روی این جنس تایید نمود. به علاوه، نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های تشریحی میوه به دلیل فراهم کردن صفات تشخیصی می‌تواند جهت شناسایی و جداسازی گونه‌های این جنس پیچیده مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، تزیینات فندقه، تشریح فندقه، میکروسکوپ الکترونی نگاره

**Micromorphology and anatomy of achene in *Thalictrum* in Iran**

Received: 12.04.2021 / Accepted: 08.06.2021

**Maneezheh Pakravan**✉: Associate Prof., Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran (pakravan@alzahra.ac.ir)**Roghayeh Zarei**: Assistant Prof., Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran**Nastaran Soleimani**: MSc Graduate Student, Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran**Summary**

A comprehensive micromorphological and anatomical study was carried out on achene of five species and 1 variety from *Thalictrum* Tourn. ex L. using scanning electron microscopy and hand sections to evaluate achene characteristics for use in the examination of systematic relationships. Considerable differences were found in achene micromorphology and anatomy both among the species and variety. Exocarp was ribbed and the shape of exocarp cells was either papillate, reticulate, ruminant, and reticulate-papillate. In addition, the number of fibre cells, collenchymas, sclerenchymas, and parenchyma were important characteristics for distinguishing the taxa. A phenogram from statistical analysis based on nine quantitative anatomical traits showed that, varieties of *T. minus* have different anatomical characters and are similar to *T. tacabicum*. Besides, the present data convincingly support a close relationship between *T. isopyroides* and *T. foetidum* more than other species. On the other hand, *T. sultanabadense* with lesser vascular bundles and curved achene showed less similarity with other species. This study is congruent with the earlier groupings of the *Thalictrum* species based on morphology and agrees in part with molecular studies. The results of this study showed that, the anatomical features of the achene due to the provision of diagnostic traits could be useful for identifying and isolating species of this complex genus.

**Keywords:** Achene sculpturing, achene anatomy, cluster analysis, *Ranunculaceae*, SEM

\* مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده سوم به راهنمایی دکتر منیژه پاکروان ارائه شده به دانشکده علوم زیستی دانشگاه الزهراء

## مقدمه

تیره آلاله‌ایان (*Ranunculaceae*) به دلیل داشتن ترکیبی از صفات ریخت‌شناسی ابتدایی و پیشرفته، تیره‌ای شناخته شده است (Ghimire et al. 2016) که تا به حال ۲۱ جنس از آن در ایران گزارش گردیده است (Ghahremaninejad et al. 2017). یکی از جنس‌های این تیره برگ سنایی (*Thalictrum* Tourm. ex L.) است که به واسطه تعداد گونه و تنوع ریخت‌شناسی از متنوع‌ترین جنس‌های این تیره محسوب می‌شود (Tamura 1995, 1999). این جنس دارای حدود ۲۰۰ گونه گیاه علفی پایا است که معمولا در مکان‌های سایه‌دار و مرطوب، در سراسر نیمکره شمالی و همچنین جنوب آفریقا و آمریکای جنوبی و استوایی رویش دارد (Hao 2019). برگ سنایی در ایران دارای شش گونه و یک واریته است که بیشتر در نواحی معتدل، مناطق سرد و کوهستانی پراکنده هستند (Pakravan & Sharifnia 2020). اعضای این جنس به واسطه وجود مقدار زیادی تالیلاستین (*thaliblastin*) خواص ضدسرطانی دارند (Park & Festerling 1997, Kaya et al. 2004, Kirimer & Ba er 1991, 2001, Pajera 2004).

علاوه بر صفات رویشی و ویژگی‌های گل (مانند جنسیت، تعداد و رنگ گلبرگ و وجود نوشجای) ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی میوه از جمله صفات ارزشمند در رده‌بندی آلاله‌ایان محسوب می‌شود. دانشمندان از دیر باز تلاش می‌کردند برای روشن‌سازی روابط فیلوژنتیکی بین اعضای تیره مذکور از این ویژگی‌ها استفاده کنند (Wiegand 1895, Trazski 1993, Mourad et al. 2000, Pakravan et al. 2019). نخستین بررسی تشریحی روی میوه در آلاله‌ایان توسط ویگان (Weigand l.c.) انجام شد. او ساختار تشریحی پریکارپ را در جنس‌های مختلف تیره بررسی کرد و شرح داد. امورا (Emura 1970) مطالعات تشریحی روی گونه‌های آسیایی جنس برگ سنایی انجام داد و سبک جدیدی از رده‌بندی را در گونه‌های این جنس ارائه کرد. تامورا (Tamura 1977) طی یک بررسی کامل روی تیره مذکور، ویژگی‌های تشریحی میوه را نیز مطالعه کرد و با استفاده از این صفات تغییراتی در رده‌بندی تیره ایجاد کرد به گونه‌ای که توسط آنالیزهای فیلوژنی مولکولی نیز تایید شد. وی با استفاده از این ویژگی‌ها، طایفه *Paenonieae* را از این تیره خارج کرد. وی همچنین نشان داد که *R. ficaria* L. با فقدان سلول‌های فیبر در لایه زیر اپیدرم از سایر گونه‌های آلاله متفاوت است. استقلال جنس *Ficaria* L. امروزه توسط مطالعات فیلوژنی مولکولی مورد تایید قرار گرفته است (Emadzade et al. 2010). ترتسکی و

همکاران (Trzaski et al. 1999) مطالعه‌ای روی فندقه برخی گونه‌های جنس آلاله انجام دادند و پیشنهاد کردند که بافت آوند چوب در میوه می‌تواند معیار تاکسونومیکی مفیدی فراهم آورد. مراد و همکاران (Mourad et al. 2000) ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی جنس‌های مختلف تیره آلاله‌ایان از جمله پنج گونه از برگ سنایی را مورد بررسی قرار دادند و به اطلاعات مفیدی برای جداسازی گونه‌ها دست یافتند. حدیدچی و همکاران (Hadidchi et al. 2019) از ویژگی‌های میوه و دانه برای رده‌بندی جنس زبان‌درقفا استفاده کردند. اخیراً، شجاعی و همکاران (Shojaee et al. 2020) در تشخیص گونه‌های جنس‌های *Aemon* L. و *Pulsatilla* Mill. از صفات میوه کمک گرفتند.

یکی از مشکلات آرایه‌شناختی در جنس برگ سنایی وضعیت کمپلکس *T. minus* است. این گونه در ایران دارای دو واریته است که گاهی به صورت زیرگونه، گاهی واریته و گاهی مترادف در نظر گرفته می‌شوند (Theplantlist.org) زیرا صفات ریخت‌شناسی مشابهی دارند و تنها اختلاف آن‌ها در گل‌آذین متراکم و فندقه‌های تخم‌مرغی در واریته *minus* و گل‌آذین تنک و فندقه مستطیلی و کشیده در واریته *majus* است.

جایگاه صفات تشریحی میوه در آلاله‌ایان از اهمیت بالایی برخوردار است، به طوری که تامورا (Tamura 1977) تاکید می‌کند که مطالعات تشریحی برای انجام یک رده‌بندی فیلوژنتیکی نه تنها در جنس برگ سنایی، بلکه در همه جنس‌های تیره مذکور ضروری است. تاکنون مطالعات تشریحی میوه در گونه‌های برگ سنایی ایران انجام نشده، لذا در تحقیق حاضر دو هدف زیر مورد نظر قرار گرفته است: ۱- بررسی تشریحی میوه همه گونه‌های جنس برگ سنایی در ایران به منظور دستیابی به صفات جدید برای تفکیک گونه‌ها و ۲- مشخص شدن وضعیت واریته‌های *T. minus*.

## روش بررسی

- ریزریخت‌شناسی میوه

در این مطالعه، از نمونه‌های جمع‌آوری شده از طبیعت و همچنین نمونه‌های هرباریومی هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI)، هرباریوم دانشگاه الزهرا (ALUH) و هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران (TUH) استفاده شد (مخفف نام‌های هرباریوم‌ها طبق Thiers 2021). از هر گونه حداقل سه جمعیت و از هر جمعیت نیز حداقل سه فرد مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی، تنها میوه‌هایی که کاملا

در برش عرضی میوه، *T. minus* var. *majus*، *T. minus*، *T. tacabicum* و *var. minus* بیشترین تعداد رگه‌ها (شکل E، C، D-۴) و *T. sultanabadense* و *T. isopyroides* کمترین تعداد را داشتند (شکل B، F-۴). در تمامی گونه‌ها، اپیدرم تک‌لایه مشاهده گردید. بیشترین تعداد سلول‌های پارانشیم زیر اپیدرم در *T. tacabicum* دیده شد (شکل B-۳). بیشترین تعداد لایه سلول‌های فیبر در *T. sultanabadense* مشاهده شد (شکل A-۳). تنها در *T. isopyroides* فیبر در اطراف دسته‌های آوندی مشاهده نشد و به جای آن کلانشیم اطراف سلول‌های آبکش را احاطه کرده بود (شکل E-۳). در تمامی گونه‌ها در نواحی گوشه‌ها و حول دسته‌های آوندی و فیبر را پارانشیم احاطه کرده بود، به جز در *T. minus* var. *minus* (شکل D-۴). تنها در گونه *T. isopyroides* دو لایه کلانشیم در زیر آوند چوب مشاهده شد (شکل E-۳). تنها در گونه *T. sultanabadense* و *T. tacabicum* آوند آبکش داخلی مشاهده گردید که باعث جداسازی این گونه‌ها از سایر گونه‌ها گردید (شکل A، B، C-۳). تمامی گونه‌ها کرک‌های تک‌سلولی در سطح میوه خود داشتند، به جز در *T. minus* و *T. sultanabadense* که هیچ کرکی در سطح میوه مشاهده نشد (شکل E، D-۵) و *T. foetidum* که دارای کرک‌های غده‌ای بود (شکل B-۵).

در بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره، سطح میوه از حالت نامنظم (ruminate) در *T. minus* var. *minus* (شکل D-۵)، زگیل‌دار (papilate) در *T. tacabicum* و *T. foetidum* (شکل B، F-۵) و مشبک (reticulate) در *T. isopyroides* و *T. sultanabadense* (شکل A، E-۶) تا مشبک-زگیل‌دار در *T. minus* var. *majus* متغییر بود (شکل C-۵).

در مطالعات تشریحی میوه، اختلاف تعداد لایه سلول‌های فیبر اسکلرانشیم، وجود سلول‌های پارانشیمی احاطه کننده دسته‌های آوندی در واریته *majus* و تفاوت قطر دسته‌های آوندی از صفات متمایز کننده این دو واریته بودند (شکل C، D-۳).

در فنوگرام رسم شده به روش Ward، براساس ویژگی‌های تشریحی، گونه‌های برگ سنایی در دو خوشه اصلی جدا شده‌اند که در یکی دو واریته گونه *T. minus* در کنار *T. tacabicum* در یک خوشه فرعی واقع شده‌اند و این زیرخوشه در کنار *T. sultanabadense* واقع شده است (شکل ۶). در خوشه اصلی دوم، دو گونه *T. isopyroides* و *T. foetidum* قرار گرفته‌اند.

رسیده بودند انتخاب شدند. فندقه‌ها را پس از جدا و تمیز نمودن، با استفاده از استریومیکروسکوپ دستی مدل Dino-Lite AM-413T Pro مورد بررسی قرار گرفته و عکس‌برداری شدند. فهرست نمونه‌های بررسی شده و محل جمع‌آوری در جدول ۱ نشان داده شده است.

برای بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره، نمونه‌ها در محلول الکل ۷۰٪ به مدت یک هفته قرار داده شدند. پس از آن میوه‌ها خشک شده، روی استاب‌ها قرار گرفته و پوشش میوه‌ها توسط دستگاه Sputter coater مدل SC 7620 با لایه نازکی از طلا و پالادیوم به مدت ۱۲۰ ثانیه در محفظه خلأ انجام شد. سپس با میکروسکوپ الکترونی نگاره مدل VEGA3 مورد بررسی قرار گرفتند. واژه‌شناسی براساس بارتلوت (Barthlott 1981) و موارد و همکاران (Mourad et al. 2000) انجام گرفت.

- بررسی‌های تشریحی

ابتدا فندقه‌ها به مدت دو هفته در الکل ۷۰٪ قرار داده شدند. سپس برش‌های دستی با تیغ تهیه شد و پس از رنگبری با آب ژاول توسط رنگ‌آمیزی مضاعف با کارمن زاجی و سبز متیل رنگ‌آمیزی شدند. اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکوپ Olympus مدل B × 150 مشاهده و عکس‌برداری شدند.

- مطالعات آماری

نه صفت کمی اندازه‌گیری شده در ابتدا با آزمون نرمالیت کلموگروف-اسمیرنوف (Kolmogrov-Smirnov test) مورد بررسی قرار گرفتند. با گرفتن لگاریتم، داده‌ها نرمال و سپس با آزمون آنالیز واریانس (ANOVA\_ one\_ way) داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار spss ver. 25 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای آنالیز خوشه‌ای از روش Ward استفاده گردید.

### نتیجه

تعداد فندقه‌ها در گونه‌های مختلف بین ۴ تا ۶ عدد شمارش شد. شکل میوه از دوکی تا بیضوی و تخم‌مرغی متفاوت بود (شکل‌های ۱ و ۲). تنها در *T. sultanabadense* میوه داسی شکل بود (شکل E-۱). طول میوه از ۳ میلی‌متر در *T. tacabicum* تا ۷ میلی‌متر در *T. sultanabadense* مشاهده شد. رنگ میوه سبز تا قهوه‌ای و تعداد شیارهای میوه (دسته‌های آوندی) از ۸ تا ۱۲ متغیر بود (شکل ۵).

جدول ۱- فهرست نمونه‌های بررسی شده برگ سنایی *Thalictrum* در مطالعات تشریحی و ریزریخت‌شناسی میوهTable 1. The list of *Thalictrum* species used in anatomical and micromorphological studies

هرباریوم	جمع آوری کننده	شماره هرباریومی	محل جمع آوری	آرایه
TARI	اسدی و آزادی	۷۶۰۲۷	استان مازندران: پل سفید	<i>T. foetidum</i> L.
TARI	جمزاد و عصری	۷۱۸۰۳	استان گیلان: لاهیجان، سیاهکل	<i>T. foetidum</i> L.
TARI	اسدی	۷۹۰۳۰	استان مرکزی: اراک، کوه سفیدخانی	<i>T. isopyroides</i> C.A. Mey.
TUH	قمشلو	۶۱۱	استان اصفهان: اصفهان	<i>T. isopyroides</i> C.A. Mey.
TUH	اسدی و آزادی	۷۵۹۸۷	استان مازندران: نزدیک ورسک	<i>T. minus</i> L. var. <i>majus</i> (Crantz) Hook. F. & Thomson.
TARI	اسدی	۷۷۵۶۰	استان یزد: ده بالا	<i>T. minus</i> L. var. <i>majus</i> (Crantz) Hook. F. & Thomson.
TUH	اسدی و آزادی	۷۶۰۸۹	استان گلستان: گرگان، پارک ملی گلستان	<i>T. minus</i> L. var. <i>majus</i> (Crantz) Hook. F. & Thomson.
ALUH	سلیمانی	۶۴۵۲	استان قزوین: طالقان، نزدیک سد	<i>T. minus</i> L. var. <i>majus</i> (Crantz) Hook. F. & Thomson.
ALUH	سلیمانی	۶۴۵۳	استان قزوین: طالقان	<i>T. minus</i> L. var. <i>minus</i>
ALUH	سلیمانی	۶۴۵۶	استان البرز: دیزین	<i>T. minus</i> L. var. <i>minus</i>
ALUH	سلیمانی	۶۴۵۴	استان البرز: شهرستانک	<i>T. minus</i> L. var. <i>minus</i>
ALUH	پاکروان	۶۴۵۵	استان اردبیل: ارسباران	<i>T. minus</i> L. var. <i>minus</i>
TARI	جمزاد و زهزاد	۷۰۷۱۸	استان اردبیل: ارسباران	<i>T. minus</i> L. var. <i>minus</i>
TUH	اسدی	۷۹۰۲۰	استان مرکزی: اراک، کوه سفیدخانی	<i>T. sultanabadense</i> Stapf
ALUH	سلیمانی	۶۴۵۱	استان تهران: شهرستانک	<i>T. sultanabadense</i> Stapf
TARI	زهزاد	۷۳۷۴	استان آذربایجان غربی: شاهین‌دژ	<i>T. tacabicum</i> Pakravan & Assadi

TARI: هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ALUH: هرباریوم دانشگاه الزهراء، TUH: هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران

## جدول ۲- ماتریکس صفات به کار رفته در آنالیز آماری با استفاده از صفات فندقه

Table 2. Data matrix of characters used in statistical analysis by achene characters

علامت اختصاری	صفت	
Vn	تعداد رگه‌ها	
En	تعداد لایه سلول اپیدرم	
Ch	تعداد لایه‌های کلانشیم	
isc	تعداد لایه‌های اسکلرانشیم داخلی	
Sc	تعداد لایه‌های اسکلرانشیم خارجی	کمی
Inp	تعداد آوند آبکش داخلی	
Fb	تعداد لایه‌های فیبر	
Na	تعداد میوه در هر گل	
As	طول میوه (mm)	
Hr	کرک: وجود دارد = ۱ و وجود ندارد = ۰	کیفی

## بحث

براساس این تحقیق صفات تعداد لایه سلول‌های فیبر، وجود سلول‌های پارانشیمی احاطه کننده دسته‌های آوندی، قطر دسته‌های آوندی، تعداد لایه‌های کلانشیم، اسکلرانشیم و کرکپوش صفات شاخص و متنوع در جنس برگ سنایی بودند. علاوه بر آن، ریزریخت‌شناسی اپی کارپ در گونه‌های مختلف بررسی شد. مراد و همکاران (Mourad et al. 2000) نیز بررسی‌های ریزریخت‌شناسی روی جنس‌های مختلف تیره آلاله‌ایان انجام داده‌اند که تنها دو گونه از برگ سنایی‌های ایران را در بر می‌گرفت. آن‌ها براساس تزیینات اپی کارپ، شش تیپ مختلف تشخیص دادند و توانستند گونه‌های مختلف را از یکدیگر تفکیک کنند. بر این اساس، چهار تیپ در تزیینات برگ سنایی‌های ایران قابل تشخیص بود که عبارتند از: نامنظم، زگیل‌دار، مشبک و مشبک زگیل‌دار.

ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی اپی کارپ توانست تمایز واریته‌های *T. minus* را به خوبی مشخص نماید. اپی کارپ دارای ساختار نامنظم در واریته *minus* و زگیل‌دار در واریته *majus* است. این واریته‌ها در برخی منابع به صورت مترادف مورد ملاحظه قرار می‌گیرند (Theplantlist.org)، در حالی که ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی اپی کارپ نشان داد که این دو آرایه متفاوت هستند. از طرفی، واریته *majus* اپی کارپ مشابهی با *T. tacabicum* دارد، به طوری که هر دو دارای برجستگی‌های زگیل مانند هستند. عدم وجود سلول‌های کلانشیم و اسکلرانشیم داخلی از جمله صفات مشترک این دو آرایه می‌باشد. نزدیکی این دو آرایه در مطالعات ریخت‌شناسی که قبلاً توسط پاکروان و همکاران (Pakravan et al. 2014) انجام شده مورد تایید قرار گرفت، به طوری که در فنوگرام آرایه شده (شکل ۷) نیز این آرایه‌ها در کنار هم واقع شده‌اند.

به طور معمول، ویژگی‌های ماکروسکوپی میوه مانند اندازه، شکل، رنگ، موقعیت و شکل خامه می‌تواند صفات خوبی برای تمایز آرایه‌ها فراهم کند ولی در واریته‌های *T. minus* صفات ماکروسکوپی یکسان بوده و قابلیت

تفکیک آن‌ها را ندارد. صفات دیگری که کمک به تمایز این دو واریته می‌نماید اختلاف تعداد لایه‌های فیبر، وجود سلول‌های پارانشیمی احاطه کننده دسته‌های آوندی و قطر دسته‌های آوندی است.

صفات منحصر به فرد دیگری که فقط در *T. isopyroides* مشاهده می‌شود، وجود هفت لایه پارانشیم در زیر اپیدرم و عدم وجود سلول‌های فیبر است، در حالی که سایر گونه‌ها فاقد سلول‌های پارانشیمی هستند. همچنین، همه گونه‌ها دارای سلول‌های فیبر در رگه‌ها بودند.

ویژگی‌های تشریحی میوه نیز نشان می‌دهند گونه *T. sultanabadense* با داشتن ویژگی‌های منحصر به فردی مانند وجود سه لایه آبکش داخلی، شکل خمیده میوه و تعداد رگه‌ها از سایر گونه‌ها متفاوت است. حضور این گونه در شاخه‌ای مجزا تاییدی بر نتایج تشریحی است. طبق نتایج مراد و همکاران (۲۰۰۰)، کاهش تعداد دسته‌های آوندی، صفت پیشرفته‌ای در تیره آلاله‌ایان است که در این گونه مشاهده می‌شود. دو گونه *T. isopyroides* و *T. foetidum* که در خوشه اصلی دوم واقع شده‌اند، نسبت به سایر گونه‌ها شباهت بیشتری در صفات تشریحی نشان می‌دهند. البته ساختار تزیینات سطح بذر در این دو گونه متفاوت است، به طوری که در اولی مستطیلی-مشبک و در دومی زگیل‌دار است، ولی در فنوگرام حاصل از مطالعات ریخت‌شناسی توسط پاکروان و همکاران (Pakravan et al. 2014)، این دو گونه در یک خوشه قرار می‌گیرند. در مجموع، نتایج این تحقیق با گروه‌بندی گونه‌ها در مطالعات قبلی مطابقت داشته (پاکروان ۲۰۱۴) و همچنین تا حدی مطالعات مولکولی انجام شده در این جنس را تایید می‌کند (Soleimani 2012). نتایج مطالعات تشریحی و ریزریخت‌شناسی میوه در برگ سنایی نشان داد که به دلیل وجود صفات تشخیصی در تشریح و ریزریخت‌شناسی میوه، این روش، جهت شناسایی و جداسازی گونه‌های این جنس مفید است.

## جدول ۳- نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری صفات تشریحی میوه

آرایه	تعداد رگه	تعداد لایه سلول اپیدرم	تعداد لایه پارانشیم زیراپیدرم	تعداد لایه کلانشیم	تعداد لایه آوند آبکش داخلی	تعداد لایه فیبر	کرک	تعداد لایه اسکلرانشیم داخلی	اندازه میوه (mm)	تعداد میوه	تزیینات سطح میوه
<i>T. minus</i> L. var. <i>majus</i> (Crantz) Hook. F. & Thomson.	۱۱	۱	۱	۰	۰	۵	+	۰	۳	۴	مشبک- زگیل‌دار
<i>T. minus</i> L. var. <i>minus</i>	۱۱	۱	۱	۰	۰	۵	-	۱	۴	۶	مشبک نامنظم
<i>T. sultanabadense</i> Stapf	۸	۱	۱	۰	۳	۶	-	۱	۷	۶	مشبک
<i>T. tacabicum</i> Pakravan & Assadi	۱۲	۱	۳	۰	۱	۴	+	۰	۳	۴	زگیل‌دار
<i>T. foetidum</i> L.	۱۰	۱	۱	۰	۰	۴	+	۳	۵	۶	زگیل‌دار با کرک‌های ترش‌حی
<i>T. isopyroides</i> C.A.Mey.	۸	۱	۱	۷	۰	۰	+	۱	۵	۶	مشبک



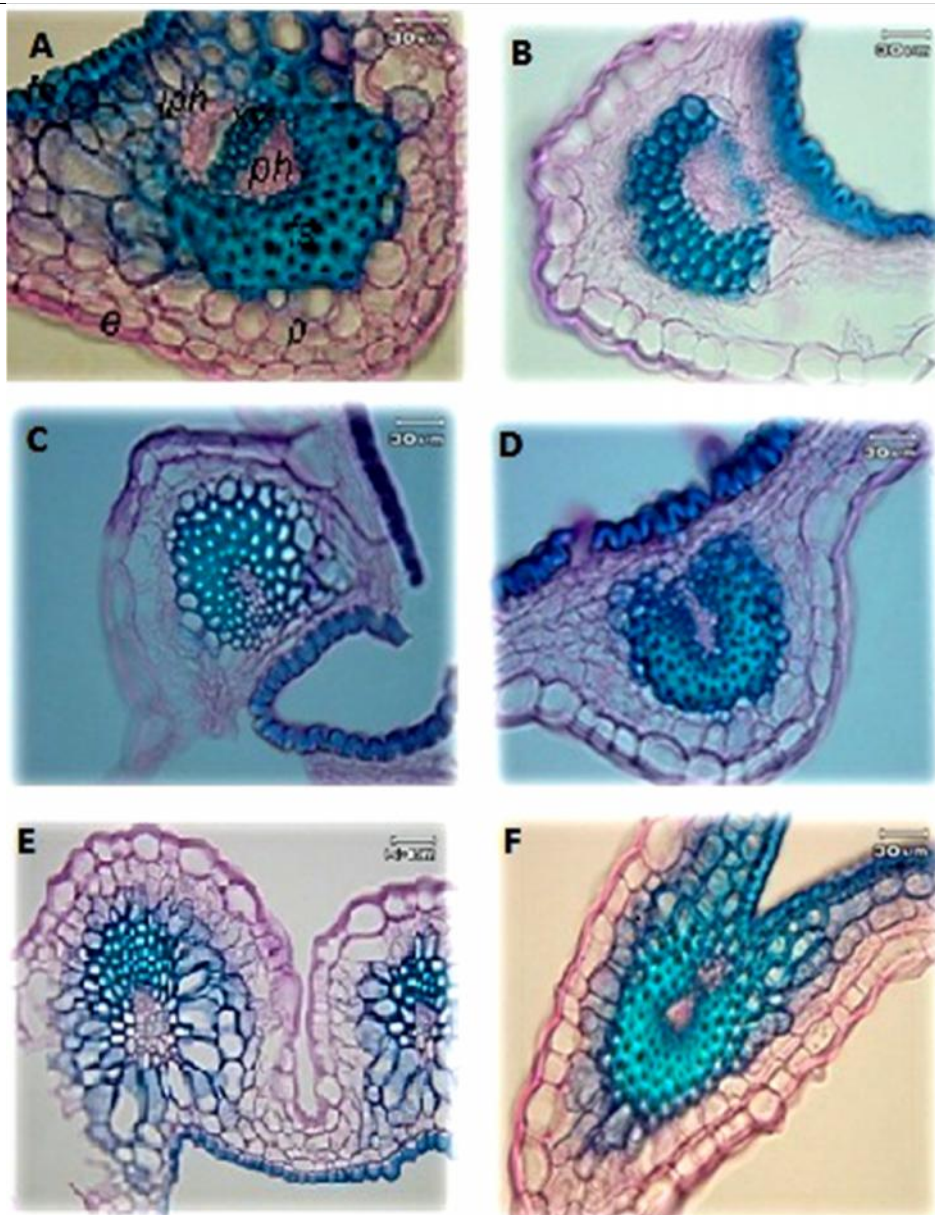
شکل ۱- شکل‌های مختلف میوه در گونه‌های برگ سنایی: A, B. *T. minus* var. *minus*, C, D. *T. tacabicum*, E, F. *T. sultanabadense*.  
**Fig. 2.** Various forms of *Thalicttrum* achenes: A, B. *T. minus* var. *minus*, C, D. *T. tacabicum*, E, F. *T. sultanabadense*.



شکل ۲- شکل‌های مختلف میوه در گونه‌های برگ سنایی: A, B. *T. isopyroides*, C, D. *T. foetidum*,

*T. minus* var. *majus* E, F

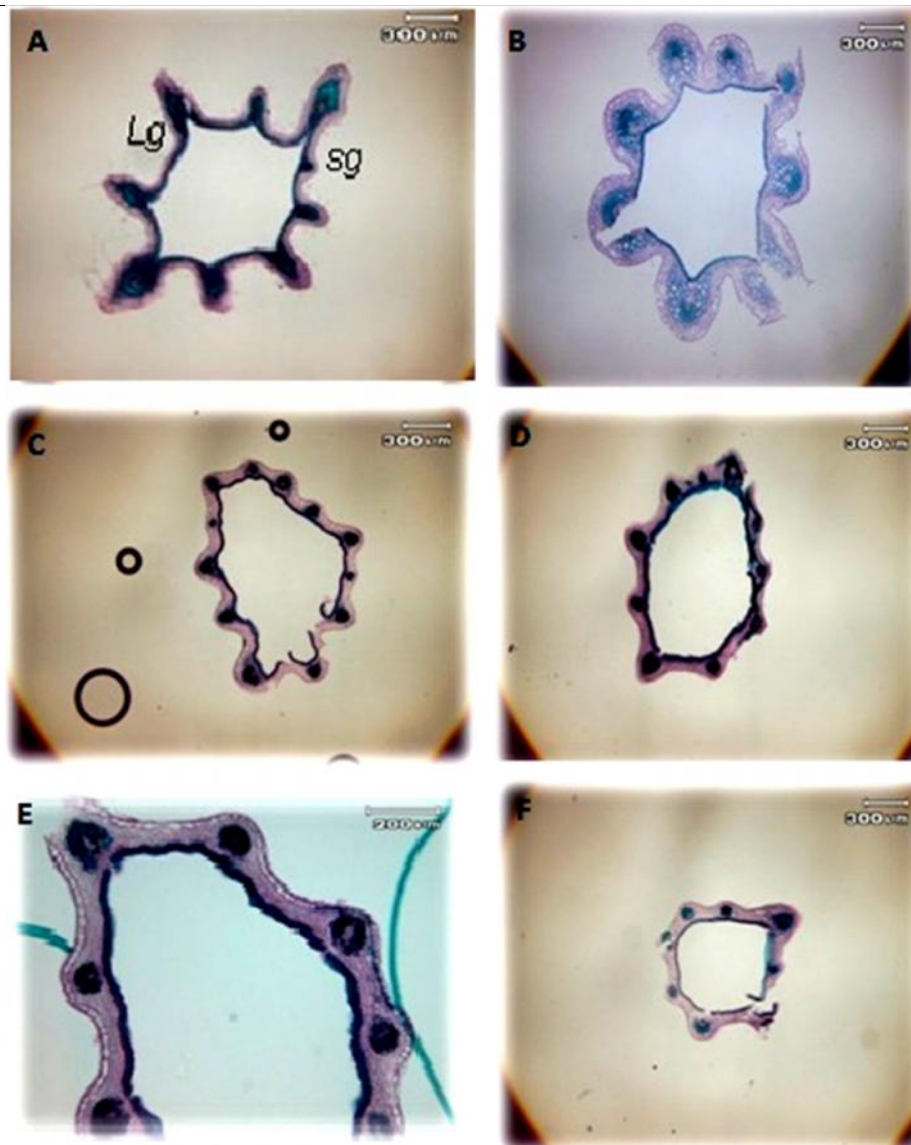
**Fig. 2.** Various forms of *Thalicttrum* achenes: A, B. *T. isopyroides*, C, D. *T. foetidum*, E, F. *T. minus* var. *majus*.



شکل ۳- ساختار تشریحی رگه‌ها در برش عرضی میوه: A. *T. sultanabadense* B. *T. tacubicum* C. *T. minus* var. *majus* D. *T. minus* var. *minus* E. *T. isopyroides* F. *T. foetidum*. e: اپیدرم، ph: آوند آبکش، xy: آوند چوب، fs: فیبر، t: کرک، iph: آوند آبکش داخلی، p: پارانشیم.

**Fig. 3.** Anatomical structure of costae of achene in cross section: A. *T. sultanabadense*, B, C. *T. tacubicum*, D. *T. minus* var. *minus*, E. *T. isopyroides*, F. *T. foetidum*. e: epidermis, ph: phloem, xy: xylem, fs: fiber, iph: internal phloem, p: parenchyma.

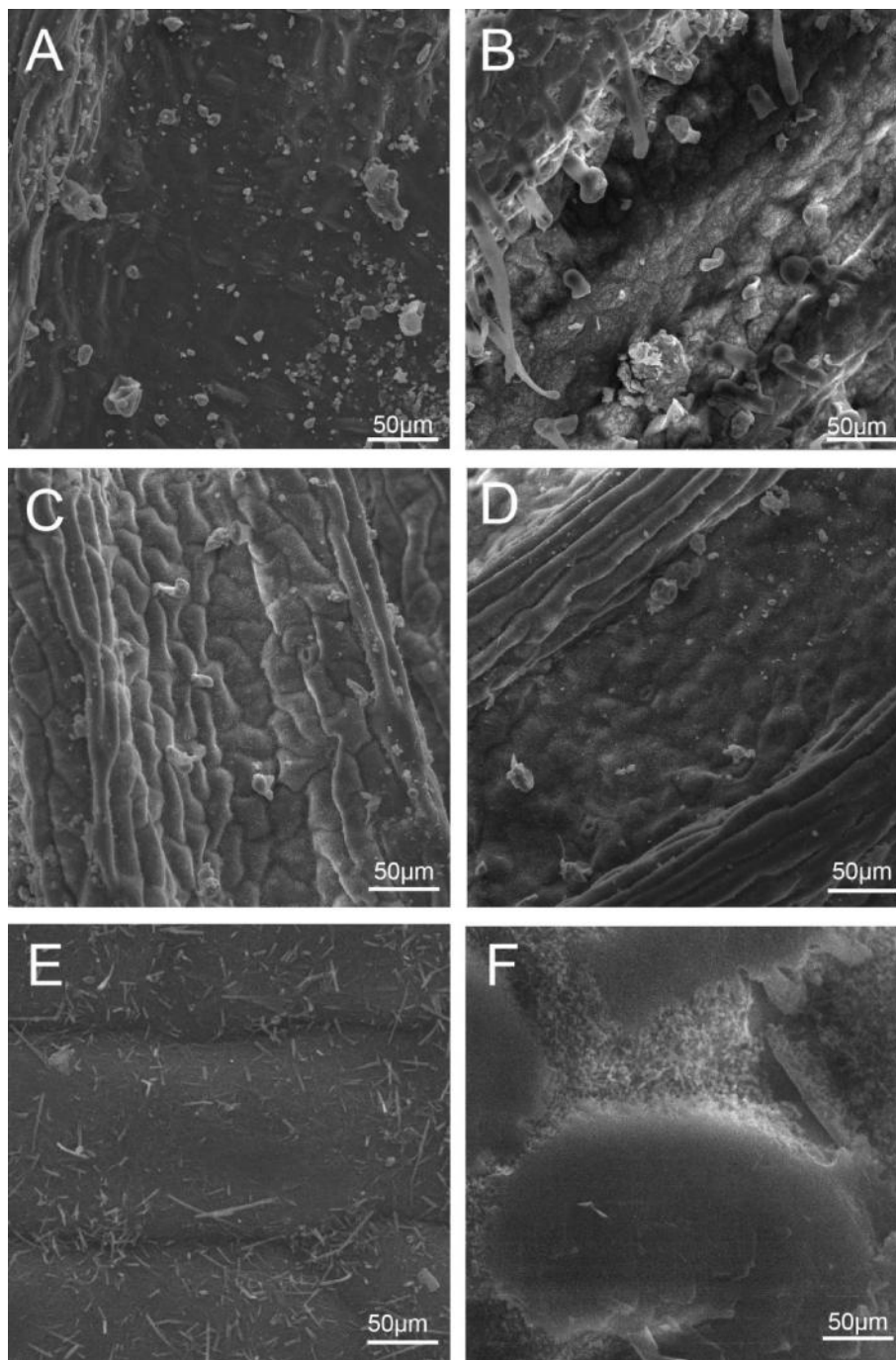




شکل ۴- ساختار تشریحی میوه در گونه‌های برگ سنایی: A. *T. foetidum*, B. *T. isopyroides*, C. *T. minus* var. *majus*, D. *T. tacabicum*, E. *T. minus* var. *minus*, F. *T. sultanabadense*.

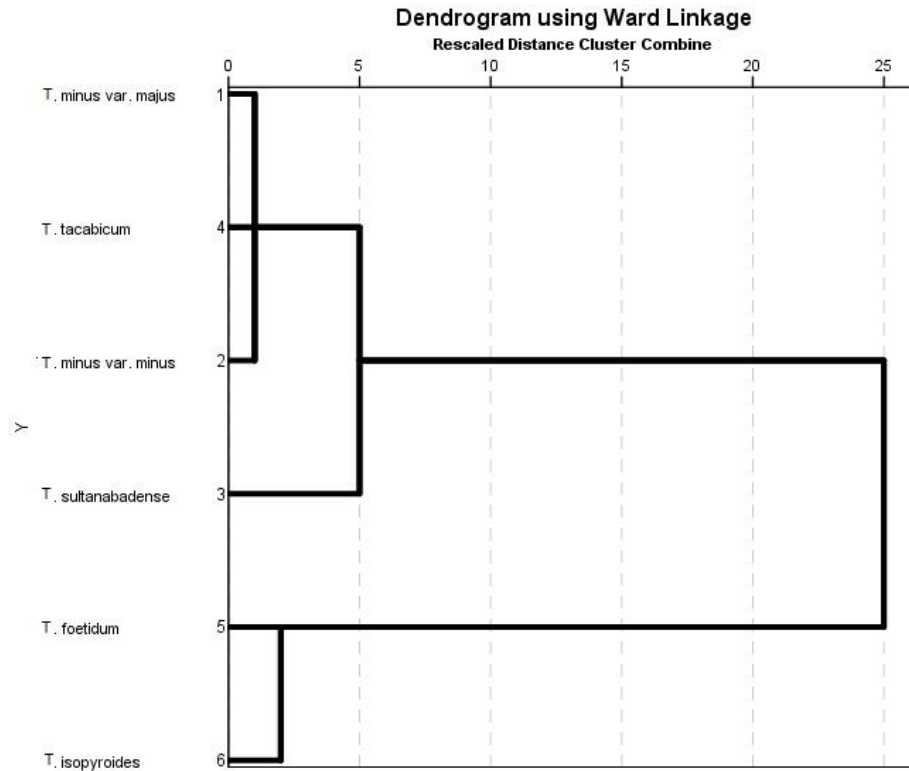
Lg: شیار بزرگ، sg: شیار کوچک.

**Fig. 4.** Anatomical structure of achen in *Thalicttrum* species: A. *T. foetidum*, B. *T. isopyroides*, C. *T. minus* var. *majus*, D. *T. tacabicum*, E. *T. minus* var. *minus*, F. *T. sultanabadense*. Lg: large rib, sg: small rib.

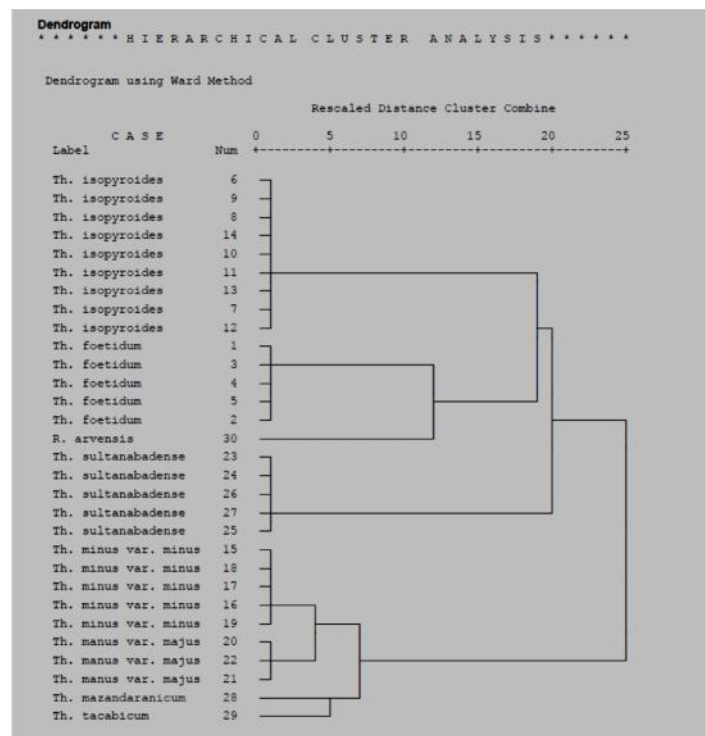


شکل ۵- تزئینات سطح میوه: A. *T. isopyroides*, B. *T. foetidum*, C. *T. minus* var. *majus*, D. *T. minus* var. *minus*, E. *T. sultanabadense*, F. *T. tacabicum*.

**Fig. 5.** Achen sculpture: A. *T. isopyroides*, B. *T. foetidum*, C. *T. minus* var. *majus*, D. *T. minus* var. *minus*, E. *T. sultanabadense*, F. *T. tacabicum*.



شکل ۶- فنوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward براساس صفات تشریحی کمی فندقه در گونه‌های برگ سنایی.  
**Fig. 6.** Cluster analysis by Ward's method on achene quantitative anatomical characters in *Thalicttrum* species.



شکل ۷- فنوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward براساس صفات ریخت‌شناسی در گونه‌های *Thalicttrum* (Pakravan et al. 2014).  
**Fig. 7.** Phenogram by Ward's method based on morphological characters in *Thalicttrum* species (Pakravan et al. 2014).



شکل ۸- *T. minus* در رویشگاه طبیعی (استان اردبیل: کلیبر، منطقه حفاظت شده ارسباران، عکس از م. پاکروان).

**Fig. 8.** *T. minus* plant in natural habitat (Iran: Ardebil province, Kaleibar, Arasbaran protected area. Photo by M. Pakravan).

### سپاسگزاری

هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران (TUH) جهت در اختیار گذاشتن نمونه‌های گیاهی سپاسگزاری می‌نمایند.

نگارندگان از مسئولان هرباریوم‌های مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI)، دانشگاه الزهرا (ALUH) و

### References

- Barthlott, W. 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany* 1: 345–355.
- Emadzade, E., Lehnebach, C., Lockhart, P. & Hörandl, E. 2010. A molecular phylogeny, morphology and classification of genera of Ranunculaceae (Ranunculaceae) *Taxon* 59: 809–828.
- Ghahremaninejad, F., Ataei, N. & Nejad Falatoury, A. 2017. Comparison of angiosperm flora of Afghanistan and Iran in accordance with APG IV system. *Nova Biologica Reperta* 4: 73–97 (In Persian).
- Ghimire, B., Lee, H., Choi, G.E., Jeong, M.J., Suh, G.U., Lee, C.H., Heo, K. & Son, S.W. 2016. Seed morphology of 12 taxa of the genus *Thalictrum* L. (Thalictroideae, Ranunculaceae) and its systematic implication. *Phytotaxa* 283: 281–285.
- Hadidchi, A., Attar, F. & Ullah, F. 2019. Using microscopic techniques for taxonomic implications of seed and fruits of *Delphinium* L. (sensu lato) (Ranunculaceae). *Microscopy Research and Technique* 8: 99–117.
- Hao, D.C. 2019. Chapter 9. Biodiversity, Chemodiversity, and Pharmacotherapy of *Thalictrum* Medicinal Plants, Da-Cheng Hao (ed.). Pp. 261–296. *In: Biodiversity, Chemodiversity, and Pharmacotherapy of Ranunculales Medicinal Plants*, Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01185-0>.
- Kaya, A., Erdemgil, Z. & Ba er, K.H.C. 2001. Morphological and anatomical investigations on

- Thalictrum orientale* Boiss., Acta Pharmaceutica Turcica 43: 111–116.
- Kaya, A. & Kirimer, N. 2015. Anatomical investigations on three varieties of *Thalictrum minus* L. growing in Turkey. Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences 12: 305–314.
- Kirimer, N. & Ba er, K.H.C. 1991. Alkaloids of Anatolian *Thalictrum minus* var. *majus*. Planta Medica 57(6): 587.
- Mourad, M.M., Hamed, K.A. & Al-Nowaihi, A.S. 2000. The morphology and anatomy of the achene in certain species of sub-family Ranunculoideae (Ranunculaceae) with special reference to the achene vasculature. Taeckholmia 20: 33–49.
- Pajeva, I., Todorov, D.K. & Seydel, J. 2004. Membrane effects of the antitumor drugs doxorubicin and thaliblastine: comparison to multidrug resistance modulators verapanil and trans-flupentixol. European Journal of Pharmaceutical Science 21: 243–250.
- Pakravan, M. & Assadi, M. 2012. Tow new species of the genus *Thalictrum* in Iran. Feddes Repertorium 123: 67–72.
- Pakravan, M., Alipanah, H. & Soleimani, N. 2014. A revision study of the genus *Thalictrum* L. in Iran. The Iranian Journal of Botany 20(2): 170–178 (In English with Persian summary).
- Pakravan, M., Sonboli, A. & Soleimani, N. 2019. Study of stem and leaf anatomy in the genus *Thalictrum* from Rannunculaceae family in Iran. Journal of Plant Research 32(1): 52–62 (In Persian with English summary).
- Shojaee, M., Sharifnia, F., Assadi, M. & Mehregan, I. 2020. Macro- and Micro-morphological and anatomical investigation of achenes in the Iranian *Anemone* and *Pulsatilla* species. Rostaniha 21(2): 154–173.
- Soleimani Barzi, N. 2012. Biosystematic study of the genus *Thalictrum* from the Ranunculaceae family in Iran. PhD thesis, Faculty of Biological Science, Alzahra University, Tehran, Iran, 120 pp. (unpublished).
- Tamura, M. 1953. *Thalictrum* of Japan, Kuriles, Saghalien and Corea. Acta Phytotaxa et Geobotanica 15: 80–88.
- Tamura, M. 1993. Ranunculaceae. Pp. 563–583. In: Kubitzki, K., Rohwer, J.G. & Bittrich, V. (eds). The Families and Genera of Vascular Plants II, Flowering plants: Dicotyledons, Magnoliid, Hamamelid, and Caryophyllid Families. Springer, Berlin.
- Thiers, B. 2021. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden published. <http://sweetgum.nybg.org>.
- Trzaski, L. 1999. Xylem distribution in the achene of some European *Ranunculus* species as a taxonomic criterion of *Ranunculus* genus. Phytomorphology 49: 241–252.
- Wiegand, K.M. 1895. The structure of the fruits in the order Ranunculaceae. Proceedeengs of the American Mathematical Society 16: 69–100.