

مطالعه تشریحی دو گونه تنگرس *Rhamnus cathartica* L. و *Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey. از تیره عنابیان در شمال ایران

سمانه مهدی یانی^۱، علی ستاریان^{۲*}، میثم حبیبی^۳ و طیبه امینی^۴

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶؛ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

^۱گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

^۲دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

^۳دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

^۴مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی نوشهر، نوشهر

مسئول مکاتبات: sattarian@gonbad.ac.ir

چکیده. جنس تنگرس *Rhamnus* L. از تیره عنابیان است و تاکنون هشت گونه از تنگرس در ایران گزارش شده است. در این تحقیق ساختار تشریحی برگ، اپیدرم، دمبرگ و شاخه‌های جوان نه جمعیت از دو گونه *Rhamnus cathartica* و *Rhamnus pallasii* با استفاده از نمونه‌های جمع‌آوری شده از طبیعت در مناطق مختلف شمال ایران و نمونه‌های هرباریومی تحت بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد سلول‌های اپیدرمی برگ در دو شکل چندوجهی و نامنظم وجود دارند. الگوی دیواره آنتی-کلینالی راست تا کمانی و موج‌دار بودند. در هر دو گونه هر دو سطح برگ دارای تیپ روزنه‌ای آنموسیتیک و دو زیرگونه *R. pallasii* subsp. *pallasii* و *R. pallasii* subsp. *sintensisii* دو نوع تیپ روزنه آنموسیتیک و پاراسیتیک مشاهده شد. صفات شکل سطح مقطع، نوع کرک، تعداد لایه‌های کلانشیم و پارانشیم در برگ و دمبرگ و شاخه جوان در بین تاکسون‌های تحت بررسی بسیار مشابه است. در مجموع مطالعات تشریحی انجام‌شده، تشابه این تاکسون‌ها را در صفات آناتومی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی. ساختار تشریحی، روزنه، آنموسیتیک، پاراسیتیک، ایران

An anatomical study of *Rhamnus cathartica* L. and *Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey. (Rhamnaceae) in north of Iran

Received 06.01.2016/ Accepted 05.03.2016

Samaneh Mahdiyani¹, Ali Sattarian^{2*}, Meisam Habibi³ and Tayebbeh Amini⁴

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Gonbad-e- Kavous, Gonbad-e- Kavous, Iran

²Department of Natural Resources, University of Gonbad-e- Kavous, Gonbad-e- Kavous, Iran

³Department of Biology, Faculty of Science, University of Gonbad-e- Kavous, Gonbad-e- Kavous, Iran

⁴Noushahr Research Center of Agriculture and Environment, Noushahr, Iran

Correspondent author: sattarian@gonbad.ac.ir

Abstract. *Rhamnus* L. is the genus of Rhamnaceae in Iran with nearly eight species. These species are used as valuable shrubs. This research was carried out in order to investigate the anatomical leaf. Samples from nine populations of *Rhamnus pallasii* and *Rhamnus cathartica* were taken. Treatment specimen cover various habitats from north of Iran, moreover herbarium samples were taken into account. The results presented two forms of epidermal cells such as Polygonal and irregular cells in addition, waved and straight anti-clinical walls were observed in *R. pallasii* subsp. *pallasii* and *R. pallasii* subsp. *sintensisii*. Two types of stomata were demonstrated like anemositic and parasitic in two main species. Some characters e.g. thrichome, parenchyma, collenchyma layers were determined to finding some similarity among treatment specimen.

Keywords. anatomical study, stomata, anemosytic, paracytic, Iran

مقدمه

گونه‌ها برخوردار است (Cutler, 1978; Metcalfe & Chalk, 1979; Azizian, 1996). خصوصیات تشریحی و ریخت‌شناسی جزو نخستین و پرکاربردترین نشان‌گرهایی هستند که از دیرباز در کانون توجه گیاه‌شناسان بوده‌اند که در این میان صفات ریختی برگ دارای جایگاه ویژه‌ای در رده‌بندی گیاهان است (Wang et al., 2001). یکی از صفات برگ که در رده‌بندی گیاهان مورد توجه قرار می‌گیرد، روزنه‌ها هستند (Miskin et al., 1972). محققان معتقدند که تعداد و تراکم روزنه در واحد سطح در بین جنس‌ها، گونه‌ها و واریته‌ها دارای تفاوت و قابل بررسی و مطالعه است. تیپ روزنه بر اساس تعداد سلول‌های همراه اطراف آن مشخص می‌شود که این سلول‌ها نقش بسیار موثری در باز و بسته شدن روزنه‌ها دارد (Oyeleke et al., 2004). قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های همراه، از دیگر موارد همسان شدن با شرایط اکولوژیک است (Cutler, 1982). از طرفی در بررسی تفاوت بین گونه‌ها قابل بررسی هستند (Blunden & Jewers, 1973). از دیگر صفات مهم در تاکسونومی گیاهان، کرک‌های سطح برگ و دم‌برگ است (Dennert, 1884). کرک‌ها اجزای مهمی در برابر تنش‌های محیطی، از قبیل خشکی و تابش اشعه‌های مضر هستند که می‌توان از ساختار و نوع آن‌ها در مطالعات تاکسونومی نیز استفاده کرد (Agrawal & Fishbein, 2006). این درحالی است که مطالعات ساختار تشریحی در مورد جنس *Rhamnus* انجام نشده و فقط تعداد محدودی از گونه‌ها و جنس‌های تیره عنایبان بررسی شده‌اند. بنابراین، هدف از این تحقیق مطالعه مقایسه‌ای صفات تشریحی آرایه‌های فروگونه‌ای در دو گونه نام‌برده است.

مواد و روش‌ها

بررسی‌های تشریحی بر روی ۹ جمعیت از دو گونه *R. pallasii* و *R. cathartica* انجام گرفت. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری از رویشگاه‌های طبیعی در هرباریوم دانشگاه گنبدکاووس (GKUH) نگهداری شدند. از نمونه‌های موجود در هرباریوم ایستگاه تحقیقات اکولوژیک نوشهر نیز جهت مطالعه استفاده

جنس تنگرس *Rhamnus L.* یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های تیره عنایبان (Rhamnaceae) است. این جنس تقریباً شامل ۱۰۰-۱۲۵ گونه است که به‌ویژه در نواحی معتدل و نیمه‌حاره‌ای نیم‌کره شمالی پراکنش دارند (Kurylo, 2007). گونه‌های این جنس از لحاظ شکل رویشی به‌صورت درختی یا درختچه‌ای خاردار و به‌ندرت علفی است. بررسی منابع فلورهای ایران از اختلاف نظر میان گیاه‌شناسان در تعیین روابط بین گونه‌ای و تعداد گونه‌های این تاکسون است؛ به‌طوری‌که در فلورا اورینتالیس (فلور شرق) این جنس را در ۲۵ گونه (۵ گونه برای ایران)، (Boissier, 1872)، در فلور شوروی این جنس در ۱۹ گونه (۵ گونه در ایران)، (Shishkin & Bobrov, 1974)، در مجموعه فلورا ایرانیکا در ۶ گونه و یک واریته (Browicz & Zielinski, 1977) و در فلور ایران در ۸ گونه (صوفیان و دیناروند، ۱۳۸۶) طبقه‌بندی کرده‌اند. در گونه‌های *Rhamnus* اختلاف بین گونه‌ها اغلب جزئی و تشخیص آن‌ها مشکل است. گونه‌ها اغلب شبیه هم و تفاوت آن‌ها در ابعاد برگ‌ها، شکل و تراکم کرک‌ها است. از میان گونه‌های این جنس *R. cathartica* L. و *R. pallasii* Fisch. & C.A.Mey. پراکنش جغرافیایی وسیع و تنوع درون گونه‌ای پیچیده‌ای در ایران دارند که دو واریته برای گونه *R. cathartica* شامل *R. cathartica* var. *cathartica* و *R. cathartica* var. *caucasica* Kusn., Bull. شامل *R. pallasii* subsp. *pallasii* و *R. pallasii* subsp. *iranica* (Hauskn, in Bornm.) شامل *R. pallasii* و *R. sintenisii* (Rech. f.) Browicz & J. Zielinski. *pallasii* subsp. *iranica* (Hauskn, in Bornm.) شامل *R. pallasii* و *R. sintenisii* (Rech. f.) Browicz & J. Zielinski. ایرانی‌کا تشخیص داده شده است. subsp. *sintenisii* در فلور شوروی به عنوان گونه‌ای مجزا ذکر شد و subsp. *iranica* انحصاری ایران می‌باشد. همچنین در فلور ایران و فلورا ایرانیکا به هیبرید *R. × spathulifolia* اشاره شده است که هیبریدی ماحصل دو گونه مذکور است (صوفیان و دیناروند، ۱۳۸۶؛ Browicz & Zielinski, 1977). صفات مربوط به ساختار تشریحی گیاهان از اهمیت زیادی در رده‌بندی و جداسازی

۷۲ ساعت در محلول کارنوی (الکل اتیلیک و اسیداستیک گلاسیال به نسبت ۳ به ۱) قرار گرفتند. از نمونه‌های تثبیت شده برش‌های بسیار نازک از مقطع عرضی به روش دستی با تیغ تهیه شد؛ سپس نمونه‌های برش خورده پس از شفاف‌سازی با محلول هیپوکلریت سدیم با روش رنگ آمیزی مضاعف کارمن‌زاجی و سبزمیتیل رنگ آمیزی شدند و سپس اسلایدهای تهیه شده مربوط به مطالعات اپیدرمی و آناتومی با میکروسکوپ نوری Nikon مدل E100 با دوربین دیجیتال Canon (مدل 63a و ۸ مگا پیکسل) عکس برداری شدند و برای اندازه‌گیری صفات از نرم-افزار Axio و MINITAB 14، Image Tools ver 3.0 و vision Rel. 4.8 استفاده شد.

گردید (جدول ۱). شناسایی نمونه‌ها با مراجعه به منابع فلور اورینتالیس (Boissier, 1872)، فلور شوروی (Shishkin & Bobrov, 1974)، فلورا ایرانیکا (Browicz & Zielinski, 1977)، و فلور ایران (صوفیان و دیناروند، ۱۳۸۶) انجام شد. جهت آماده‌سازی، به منظور دستیابی به صفات همسان و دارای شرایط برابر، قسمت‌های میانی از پهنک برگ، ناحیه رگبرگ میانی برگ، دم‌برگ و سرشاخه هر نمونه انتخاب شد و سعی شد که این قسمت‌ها از نظر اندازه در همه نمونه‌ها یکسان باشند؛ به طوری که تقریباً از یک ناحیه مشابه تهیه شدند. از هر جمعیت تعداد ۱۰ برگ مورد مطالعه قرار گرفت و نمونه‌ها به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه جوشانده شدند تا نرم شوند. پس از نرم شدن به مدت

جدول ۱- نمونه‌های مورد مطالعه گونه‌های جنس *Rhamnus*

Table 1. List of treatment species.

ردیف	گونه	محل جمع‌آوری و کد هر بار یومی	ارتفاع (متر)	جمع‌آوری کننده	طول و عرض جغرافیایی
۱	<i>R. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i>	گیلان، لوشان به جیرنده، روستای بیورزین، نزدیک امامزاده حنفیه (802592-GKUH)	۱۰۰۵-۱۰۲۰	مهدی یانی، حبیبی	N36°40'56.9" E049°34'51.1"
۲	<i>R. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i>	گلستان، زرین گل (802643-GKUH)	۶۶۷	مهدی یانی، حبیبی، کسلخه	N36°49'01.9" E055°01'34.4"
۳	<i>R. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i>	گلستان، محور آزادشهر به شاهرود، ۳۵ کیلومتری خوش بیلاق (802628-GKUH)	۵۷۱	مهدی یانی، حبیبی، کسلخه	N36°48'30.2" E055°01'34.3"
۴	<i>R. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i>	مازندران، ۳۲ کیلومتری چالوس، ۵ کیلومتری مرزن آباد (802511-GKUH)	۷۲۵	مهدی یانی، حبیبی، کسلخه	N36°24'06.1" E051°16'34.1"
۵	<i>R. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i>	مازندران، رویان، ۲۰ کیلومتری گنبد رود (GKUH) (802613)	۵۲۸	مهدی یانی، حبیبی	-
۶	<i>R. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i>	گلستان، ۹۰ کیلومتری گنبد کاووس، اطراف زیارتگاه خالدنبی (802537-GKUH)	۷۰۰	حبیبی	N37°44'01.9" E055°23'56.0"
۷	<i>R. × spathulifolia</i>	مازندران، بابلسر، روستای میررود (GKUH) (802618)	-۶	مهدی یانی، حبیبی، کسلخه	N36°43'01.9" E052°43'44.0"
۸	<i>R. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>	مازندران، چالوس (3640)	-	امینی، زارع	-
-	-	مازندران، نوشهر، منطقه کجور بعد از کندلوس - نیچکوه	۲۲۰۰	امینی، زارع	-
۹	<i>R. cathartica</i> var. <i>caucasica</i>	مازندران، رامسر، اشکوارات (3641)	۱۷۰۰-۱۹۰۰	امینی، زارع	-

نتایج

روزنه. نتایج حاصل از مطالعه (جدول ۲ و شکل ۱) نشان داد که برگ‌های گونه مورد مطالعه در هر دو سطح اپیدرم فوقانی و تحتانی دارای روزنه است، به جز در *R. cathartica* var. *R. cathartica* که سطح فوقانی فاقد روزنه بوده است. دو زیرگونه *R. pallasii* subsp. *pallasii* و *R. pallasii* subsp. *sintensisii* دارای دو نوع تیپ روزنه آنموسیتیک و پاراسیتیک هستند. در دو جمعیت از *R. pallasii* subsp. *iranica* و همچنین واریته‌های گونه *R. cathartica* تیپ روزنه آنموسیتیک مشاهده شده است. تیپ روزنه‌ها از نظر پراکنش روزنه از نوع آمفی‌استوماتیک است؛ یعنی هر دو سطح برگ دارای روزنه است، ولی در سطح تحتانی روزنه متراکم‌تر از سطح فوقانی است. فقط در *R. cathartica* var. *R. cathartica* تیپ روزنه از نوع هیپواستوماتیک است که فقط سطح زیرین برگ روزنه دارد. میانگین بزرگ‌ترین نسبت طول به عرض روزنه در سطح تحتانی و فوقانی مربوط به زیرگونه *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1 و میانگین کوچک‌ترین نسبت طول به عرض روزنه در سطح تحتانی و فوقانی مربوط به زیرگونه *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1 بوده است؛ همچنین در سطح تحتانی *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1 کمترین شاخص و تراکم روزنه و تراکم روزنه‌ای را در 1mm^2 نشان می‌دهند.

سلول‌های اپیدرمی. سلول‌های اپیدرمی به اشکال چندوجهی، نامنظم و نوع دیواره آنتی‌کلینالی راست تا خمیده و موج‌دار مشاهده شدند؛ به طوری که سطح تحتانی برگ گونه *R. pallasii* subsp. *pallasii* 1-2 دارای شکل سلول نامنظم با الگوی دیواره آنتی‌کلینالی راست تا خمیده، و در سطح فوقانی شکل سلول نامنظم و الگوی دیواره تا حدودی موج‌دار می‌باشد (تصویرهای ۱A-D). سطح تحتانی گونه *R. pallasii* subsp. *sintensisii* 1-2 دارای شکل سلول چندوجهی با الگوی دیواره راست تا خمیده دارد و سطح فوقانی جمعیت ۱ دارای شکل سلول نامنظم با الگوی دیواره راست تا خمیده است و جمعیت ۲ دارای شکل سلول نامنظم و الگوی دیواره موج‌دار

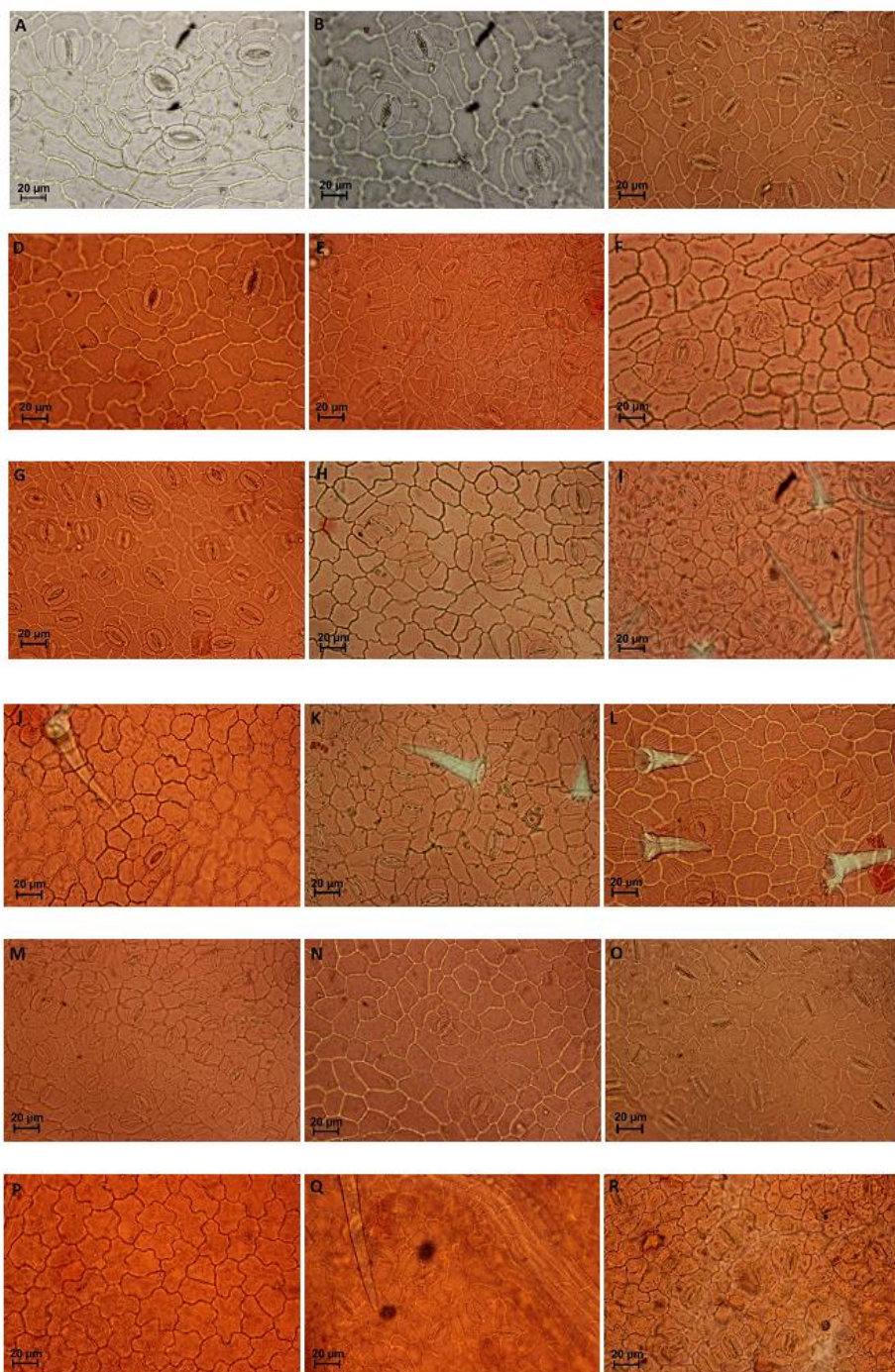
بوده است (تصویرهای ۱E-H). سطح تحتانی گونه *R. pallasii* subsp. *iranica* جمعیت ۱ شکل سلول چندوجهی و الگوی دیواره راست تا خمیده دارد و جمعیت ۲ دارای شکل سلول نامنظم و الگوی دیواره راست تا خمیده است و در سطح فوقانی جمعیت ۱ شکل سلول نامنظم و الگوی دیواره تا حدودی موج-دار دیده می‌شود؛ جمعیت ۲ دارای شکل سلول چندوجهی و الگوی دیواره راست تا خمیده می‌باشد (تصویرهای ۱I-L). در هر دو سطح تحتانی و فوقانی *R. pallasii* subsp. *iranica* × *R. pallasii* subsp. *pallasii* سلول چندوجهی با الگوی دیواره راست تا خمیده است (تصویرهای ۱M-N). در *R. cathartica* var. *cathartica* و *R. cathartica* var. *caucasica* دو سطح تحتانی و فوقانی شکل سلول نامنظم با الگوی دیواره موج‌دار یا سینوسی دیده می‌شوند (تصویرهای ۱O-R).

کرک. در تمام آرایه‌های بررسی شده نوع کرک مشابه و از نوع کرک‌های ساده و تک‌سلولی است. اما تراکم کرک‌ها در سطح برگ‌ها بین آرایه‌ها متفاوت است به طوری که در زیرگونه‌های *R. pallasii* subsp. *iranica* زیرگونه *R. pallasii* subsp. *iranica* دارای پوشش کرکی متراکم است.

آناتومی برگ. در تاکسون‌های فروگونه‌های *R. pallasii*، *R. cathartica* تیپ برگ درسی و نترال؛ دارای سطوح پشتی و شکمی متفاوت است، یعنی در یک سطح برگ مزوفیل نردبانی و در سطح دیگر مزوفیل اسفنجی وجود دارد. برگ‌ها دارای دو لایه پارانشیم نرده‌ای هستند، بافت نردبانی در سطح فوقانی برگ و بافت اسفنجی در سطح تحتانی برگ قرار دارد. اپیدرم به صورت یک لایه از سلول‌های چندوجهی است. کرک‌ها ساده و تک‌سلولی هستند و غالباً در سطح تحتانی حضور دارند، اما *R. pallasii* subsp. *pallasii* × فاقد کرک مشاهده شد. مطالعات ریخت-شناسی سطح فوقانی و تحتانی کل برگ تأییدکننده این موضوع است. کوتیکول نسبتاً ضخیم در دیواره سلول‌های اپیدرمی قابل مشاهده است. دیواره سلول‌های مزوفیل عموماً مواج است. کریستال‌های اگزالات کلسیم به شکل منشوری و چندوجهی است که در رگبرگ میانی و پهنک مشاهده شد. شکل مقطع رگبرگ در سطح تحتانی گرد است.

جدول ۲ - صفات اندازه گیری شده اپیدرم برگ، اعداد بصورت میانگین داده می باشد.
Table 2. Measured-epidermal characteristics of treated species. (Data are average)

ردیف	تاکسون	سطح تحتانی (Abaxial)						سطح فوقانی (Adaxial)					
		شکل سلول	الگوی دیواره	شاخص روزنه	تراکم روزنه	اندازه روزنه طول × عرض (µm)	نسبت L/W	شکل سلول	الگوی دیواره	شاخص روزنه	تراکم روزنه	اندازه روزنه طول × عرض (µm)	نسبت L/W
۱	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i> -1	نامنظم	راست تا خمیده	۵۵±/۰۰	۰/۱۱±/۰/۳	۴۴۳×۲۹۶۲	۱/۴۹	نامنظم	تحدودی موج دار	۶۵±/۰۰	۰/۰۷±/۰/۰۰	۴۶۲×۳۰۴۳	۱/۵۲
۲	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i> -2	نامنظم	راست تا خمیده	۶۵±/۰۰	۰/۲±/۰/۳	۳۵۷۵×۲۴۴۹	۱/۴۳	نامنظم	تحدودی موج دار	۷۵±/۰۰	۰/۰۶±/۰/۲	۳۴۸۶×۲۳۶۲	۱/۴۷
۳	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sinensis</i> -1	چندوجهی	راست	۹۵±/۰۱	۰/۳±/۰/۱۰	۲۹۵۵×۲۰۶۰	۱/۴۳	نامنظم	راست	۶۵±/۰۱	۰/۰۶±/۰/۰۳	۳۳۱۴×۲۳۳۱	۱/۴۲
۴	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sinensis</i> -2	چندوجهی	راست تا خمیده	۱۰±/۰/۲	۰/۶±/۰/۱۴	۳۲۴۸×۲۲۱۲	۱/۴۶	نامنظم	موج دار	۱۵±/۰/۱	۰/۰۸±/۰/۰۵	۳۲۷۶×۲۲۰۵	۱/۴۶
۵	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i> -1	چندوجهی	راست تا خمیده	۷±/۰/۱	۰/۲±/۰/۷	۳۱۴۳×۳۲۲۲	۱/۳۵	نامنظم	تحدودی موج دار	۱۵±/۰/۰	۰/۰۵±/۰/۰۲	۳۲۷۴×۲۴۵۰	۱/۳۷
۶	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i> -2	نامنظم	راست تا خمیده	۸±/۰/۱	۰/۳±/۰/۵	۳۱۸۱×۲۴۳۹	۱/۳۰	چندوجهی	راست تا خمیده	۶۵±/۰/۱	۰/۰۷±/۰/۰۴	۳۲۴۰×۲۵۸۱	۱/۲۵
۷	<i>Rh. × spathulifolia</i>	چندوجهی	راست تا خمیده	۱۱±/۰/۲	۰/۶±/۰/۱۰	۲۵۷۴×۲۰۳۸	۱/۲۶	چندوجهی	راست تا خمیده	۰±/۰/۰	۰/۰۴±/۰/۰۲	۲۷۷۸×۲۲/۸۶	۱/۲۱
۸	<i>Rh. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>	نامنظم	موج دار	۱۰±/۰/۱	۰/۳±/۰/۶	۳۵۵۴×۲۴۲۶	۱/۴۶	نامنظم	موج دار	—	—	فاقد روزنه	—
۹	<i>Rh. cathartica</i> var. <i>caucasica</i>	نامنظم	موج دار	۵±/۰/۲	۰/۱۳±/۰/۷	۳۰۴۰×۲۲/۸۶	۱/۳۲	نامنظم	موج دار	۶±/۰/۴	۰/۲±/۰/۱۳	۳۲۴۵×۲۴۷۳	۱/۳۱



شکل ۱- اشکال سلول‌های اپیدرمی گونه *Rhamnus cathartica* و *Rhamnus pallasii* ($\times 40$).

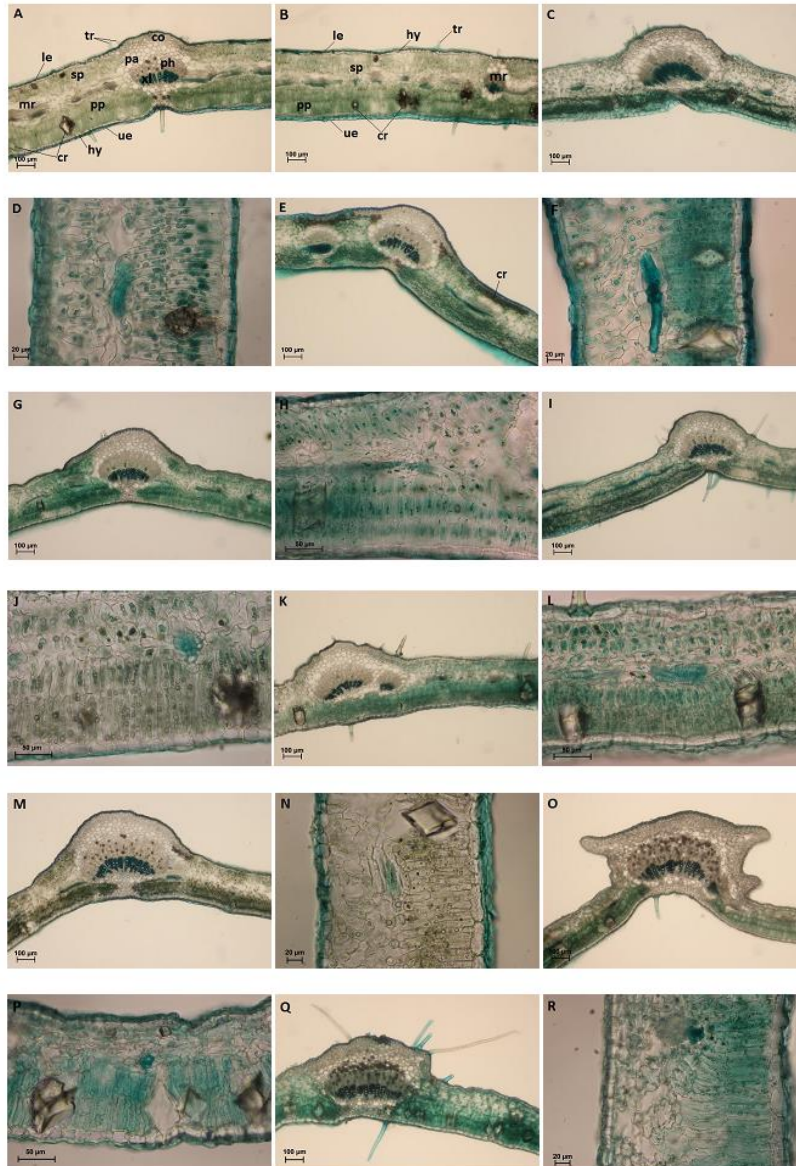
A: سطح تحتانی، B: سطح فوقانی *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1، C: سطح تحتانی، D: سطح فوقانی *R. pallasii* subsp. *pallasii*-2، E: سطح تحتانی، F: سطح فوقانی *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-1، G: سطح تحتانی، H: سطح فوقانی *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-2، I: Abaxial، *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، J: Adaxial *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، K: سطح تحتانی، L: سطح فوقانی *R. pallasii* subsp. *iranica*-2، M: Abaxial، N: Adaxial، *R. × spathulifolia*، O: سطح تحتانی، P: سطح فوقانی *R. cathartica* var. *cathartica*، Q: سطح تحتانی، R: سطح فوقانی *R. cathartica* var. *caucasica*

Fig. 1. Forms of epidermal cells of *Rhamnus pallasii* and *Rhamnus cathartica*, ($\times 40$).

A: Abaxial, B: Adaxial, *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1, C: Abaxial, D: Adaxial, *R. pallasii* subsp. *pallasii*-2, E: Abaxial, F: Adaxial, *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-1, G: Abaxial, H: Adaxial, *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-2, I: Abaxial, *R. pallasii* subsp. *iranica*-1, J: Adaxial *R. pallasii* subsp. *iranica*-1, K: Abaxial, L: Adaxial *R. pallasii* subsp. *iranica*-2, M: Abaxial, N: Adaxial, *R. × spathulifolia*, O: Abaxial, P: Adaxial, *R. cathartica* var. *cathartica*, Q: Abaxial, R: Adaxial, *R. cathartica* var. *caucasica*.

لایه کلانشیم ۶۷ میکرون است. تعداد لایه‌های کلانشیم وارسته-های گونه *R. cathartica* در ناحیه رگبرگ میانی ۳ تا ۴ لایه است و ضخامت لایه کلانشیم ۹۵-۹۲ میکرون است. دستجات آوندی از نوع کولاترال هستند (جدول ۳ و شکل ۲).

تعداد لایه‌های کلانشیم زیرگونه‌های *R. pallasii* در ناحیه رگبرگ میانی بین ۲ تا ۳ لایه متغیر است و ضخامت لایه کلانشیم ۷۶-۶۰ میکرون است. تعداد لایه‌های کلانشیم $R. \times$ *spathulifolia* در ناحیه رگبرگ میانی ۲ لایه است و ضخامت



شکل ۲- مقاطع عرضی برگ گونه *Rhamnus cathartica* و *Rhamnus pallasii*

A-B: رگبرگ میانی و پهنک برگ *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1، C-D: *R. pallasii* subsp. *pallasii*-2، E-F: رگبرگ میانی و پهنک برگ *R. pallasii* subsp. *sintensis*-1، G-H: رگبرگ میانی و پهنک برگ *R. pallasii* subsp. *sintensis*-2، I: رگبرگ میانی *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، J: رگبرگ میانی *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، K-L: رگبرگ میانی و پهنک برگ *R. pallasii* subsp. *iranica*-2، M-N: رگبرگ میانی و پهنک برگ $R. \times$ *spathulifolia*، O-P: رگبرگ میانی و پهنک برگ *R. cathartica* var. *cathartica*، Q-R: رگبرگ میانی و پهنک برگ *R. cathartica* var. *caucasica*. (le: lower epidermis, ue: upper epidermis, pa: parenchyma, sp: spongy parenchyma layer, co: collenchyma, ph: phloem, xl: xylem, hy: hypodermis, mr: midrib, cr: crystal, tr: کریستال، کرک).

Fig. 2. Leaf cross-section of *Rhamnus pallasii* and *Rhamnus cathartica*.

A-B: Midrib & Blade leaf *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1، C-D: Midrib & Blade leaf *R. pallasii* subsp. *pallasii*-2، E-F: Midrib & Blade leaf *R. pallasii* subsp. *sintensis*-1، G-H: Midrib & Blade leaf *R. pallasii* subsp. *sintensis*-2، I: Midrib leaf *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، J: Blade leaf *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، K-L: Midrib & Blade leaf *R. pallasii* subsp. *iranica*-2، M-N: Midrib & Blade leaf $R. \times$ *spathulifolia*، O-P: Midrib & Blade leaf *R. cathartica* var. *cathartica*، Q-R: Midrib & Blade leaf *R. cathartica* var. *caucasica*. (le: lower epidermis, ue: upper epidermis, pa: parenchyma, sp: spongy parenchyma layer, co: collenchyma, ph: phloem, xl: xylem, hy: hypodermis, mr: midrib, cr: crystal, tr: trichome).

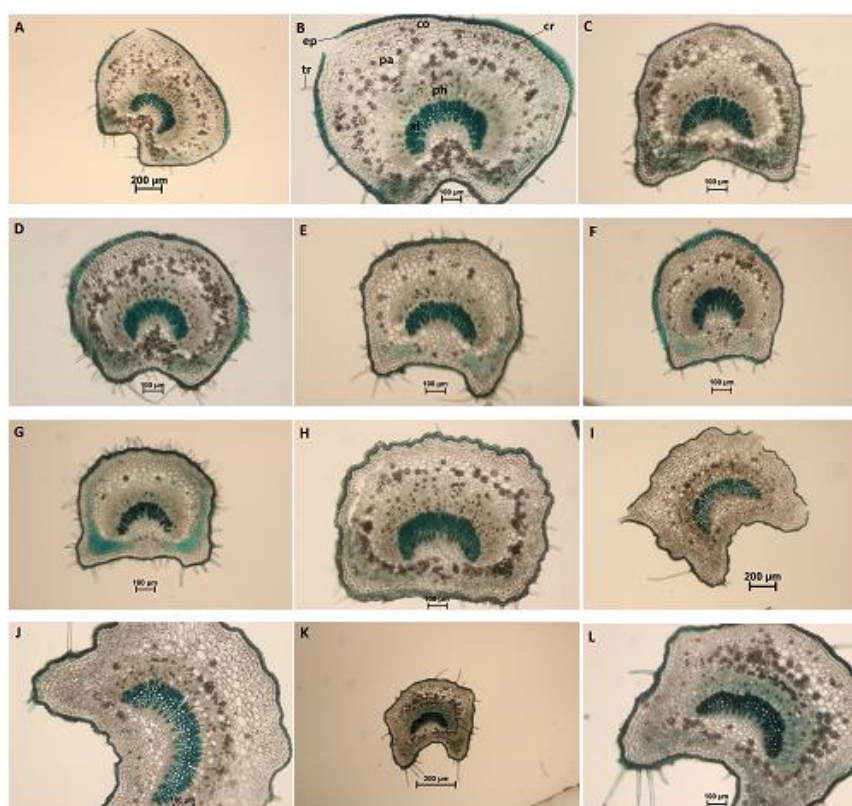
جدول ۳- لیست صفات تشریحی برگ تاکسون‌های مطالعه شده *Rhamnus* - براساس واحد میکرومتر، +: حضور، -: عدم حضور.

Table 3. List of anatomical leaf characteristics of treated species: (µm), +: presence, -: absence

صفات	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i> -1	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i> -2	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i> -1	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i> -2	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i> -1	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i> -2	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i> -2	<i>Rh. ×</i> <i>spathulifolia</i>	<i>Rh. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>	<i>Rh. cathartica</i> var. <i>caucasica</i>
نوع کرک	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	بدون کرک	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی
تراکم کرک	متوسط	کم	خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم	نسبتاً زیاد	نسبتاً زیاد	بدون کرک	کم	نسبتاً زیاد
کریستال	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
تعداد لایه اپیدرم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه کلاشیم	۲-۳	۲-۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۳	۳
رگبرگ										
تعداد لایه پارانشیم	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴-۵	۴	۳-۴
رگبرگ										
ضخامت لایه کلاشیم رگبرگ	۷۶/۱۵±۷/۱۰	۶۶/۵۵±۱۲/۳۵	۶۰/۷۷±۴/۵۶	۷۰/۹۴±۱۰/۰۴	۷۴/۲۵±۱۲/۵۵	۶۸/۴۱±۷/۱۰	۶۷/۱۷±۳/۱۲	۹۲/۰۱±۱۱/۶۶	۹۵/۱۴±۱۱/۶۷	۹۵/۱۴±۱۱/۶۷
ضخامت لایه پارانشیم رگبرگ	۹۷/۴۸±۲۱/۴۸	۸۵/۱۵±۱۰/۵۷	۸۶/۴۷±۱۱/۲۸	۷۷/۸۷±۱۰/۶۷	۷۲/۰۳±۱۲/۹۶	۹۷/۳۸±۹/۶۲	۹۰/۱۳±۱۱/۹۵	۸۴/۷۷±۱۸/۸۲	۷۱/۸۴±۶/۸۵	۷۱/۸۴±۶/۸۵
اندازه آوند آبکش	۹۰/۹۹±۹/۴۵	۸۹/۳۱±۱۷/۳۱	۹۱/۵۹±۹/۲۰	۱۲۴/۶۳±۵/۸۹	۷۶/۲۳±۱۳/۰۱	۱۱۵/۰۸±۱۹/۷۰	۱۱/۸۶±۱۵/۹۰	۱۴۹/۱۸±۷/۷۳	۱۰۰/۸۲±۷/۸۶	۱۰۰/۸۲±۷/۸۶
اندازه آوند چوب	۸۶/۳۴±۲/۲۷	۱۱۲/۸۱±۱۲/۶۶	۷۵/۴۵±۱۰/۱۸	۸۴/۹۱±۱۴/۶۳	۷۵/۱۱±۱۲/۶۵	۶۱/۱۴±۷/۴۴	۱۰/۸۸±۲۰/۰۴	۱۰۵/۰۸±۸/۲۹	۹۶/۳۳±۴/۵۸	۹۶/۳۳±۴/۵۸
ضخامت مزوفیل	۲۱۳/۸۵±۱۳/۲۵	۱۷۸/۶۶±۳/۹۰	۱۲۸/۲۶±۲/۹۸	۱۴۵/۴۱±۹/۸۹	۱۶۸/۸۶±۸/۴۰	۹۵/۸۴±۴/۶۶	۱۴۲/۱۷±۸/۴۶	۱۳۶/۵۹±۱۲/۲۴	۱۵۵/۵۰±۲۳/۸۶	۱۵۵/۵۰±۲۳/۸۶
زدهای										
ضخامت مزوفیل	۱۷۶/۶۱±۱۰/۲۰	۱۱۲/۲۲±۷/۸۱	۱۴۷/۴۷±۳۴/۵۷	۱۲۴/۲۸±۹/۴۴	۸۳/۱۲±۹/۲۶	۱۰۲/۳۸±۱۳/۸۲	۱۳/۲۵±۱۴/۰۱	۶۹/۵۳±۹/۰۸	۱۴۰/۴۷±۱۰/۷۱	۱۴۰/۴۷±۱۰/۷۱
استیجی										

دیده می‌شود و بافت پارانشیم پوستی مشتمل بر ۴ تا ۵ لایه است و در واریته‌های گونه *R. cathartica* در زیر اپیدرم ۳-۴ لایه بافت کلانشیم گوشه‌دار دیده می‌شود و بافت پارانشیم پوستی مشتمل بر ۲ تا ۳ لایه بوده است. کریستال‌های انگرالات کلسیم روزتی شکل به صورت پراکنده در بافت کلانشیم، بافت پارانشیم و آوند آبکش وجود دارد. همه تاکسون‌های فروگونه‌ای یک-دسته آوندی بزرگ و پیوسته در مرکز دارند (جدول ۴ و شکل ۳).

آناتومی دمبرگ. دمبرگ در برش عرضی به حالت نیم‌دایره با دو زایده جانبی است؛ کوتیکول نسبتاً ضخیمی دارد و دارای کرک‌هایی از نوع ساده و تک‌سلولی است. شکل سلول‌های اپیدرمی در زیرگونه‌های *R. pallasii* مستطیلی بوده و در *R. cathartica* و *spathulifolia* واریته‌های گونه *R. cathartica* سلول‌های اپیدرمی به شکل مربع است. زیرگونه‌های *R. pallasii* در زیر اپیدرم ۵-۶ لایه بافت کلانشیم گوشه‌دار دیده می‌شود و بافت پارانشیم پوستی مشتمل بر ۳ تا ۴ لایه است. در *R. cathartica* و *spathulifolia* در زیر اپیدرم ۵-۶ لایه بافت کلانشیم گوشه‌دار



شکل ۳- مقاطع عرضی دمبرگ گونه *Rhamnus cathartica* و *Rhamnus pallasii*

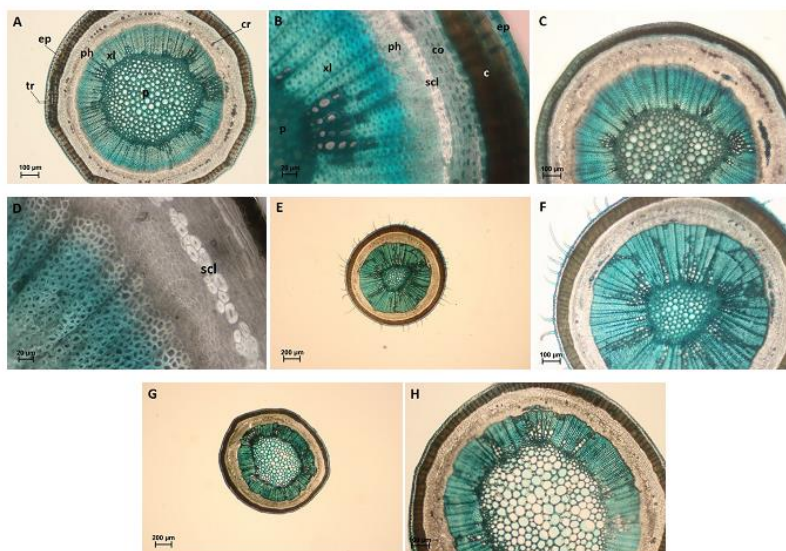
A-B: دمبرگ *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1، C: دمبرگ *R. pallasii* subsp. *pallasii*-2، D: دمبرگ *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-1، E: *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-2، F: دمبرگ *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، G: دمبرگ *R. pallasii* subsp. *iranica*-2، H: دمبرگ *R. cathartica* var. *cathartica*، I-J: دمبرگ *R. cathartica* var. *caucasica*، K-L: دمبرگ *R. cathartica* var. *caucasica*. (ep: اپیدرم، pa: پارانشیم، co: کلانشیم، ph: آوند آبکش، xl: آوند چوب، cr: کریستال، tr: کرک).

Fig. 3. Petiole cross-section of *Rhamnus pallasii* and *Rhamnus cathartica*.

A-B: Petiole *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1, C: Petiole *R. pallasii* subsp. *pallasii*-2, D: Petiole *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-1, E: Petiole *R. pallasii* subsp. *sintenisii*-2, F: Petiole *R. pallasii* subsp. *iranica*-1, G: Petiole *R. pallasii* subsp. *iranica*-2, H: Petiole *R. cathartica* var. *cathartica*, I-J: Petiole *R. cathartica* var. *caucasica*, K-L: Petiole *R. cathartica* var. *caucasica*. (ep: epiderm, pa: parenchyma, co: collenchyma, ph: phloem, xl: xylem, cr: crystal, tr: trichome).

بیضوی شکل است. ضخیم‌ترین بافت آبکش و بافت چوب به ترتیب در گونه *R. pallasii* subsp. *sintensisii* و *R. pallasii* subsp. *iranica* و کم‌ترین ضخامت بافت آبکش و چوب به ترتیب در گونه *R. pallasii* × *spathulifolia* و *R. pallasii* subsp. *pallasii* مشاهده شد (جدول ۵). در مرکز شاخه، بافت پارانشیمی مغز با سلول‌های چندضلعی وجود دارد که بزرگ‌ترین قطر مربوط به *R. pallasii* × *spathulifolia* می‌باشد. کریستال‌های اجزالات کلسیم روزتی شکل در زیر بافت کلانشیم و آوند آبکش به صورت پراکنده در تمام زیرگونه‌ها وجود دارد (جدول ۵ و شکل ۴).

آناتومی شاخه جوان. نتایج مطالعات نشان داد نوع شکل سطح مقطع در زیرگونه‌های مختلف *R. pallasii* یکسان بوده و دارای سطح مقطع مدور می‌باشند. یک لایه سلول اپیدرمی در تمام زیرگونه‌ها وجود دارد. نوع کرک تک‌سلولی ساده می‌باشد، به طوری که زیر گونه *R. pallasii* subsp. *iranica* دارای تراکم کرک بیشتری نسبت به دو زیرگونه دیگر می‌باشد (تصویرهای ۴E-F). اما در *R. pallasii* × *spathulifolia* کرکی مشاهده نشده است (تصویرهای ۴G-H). بافت کلانشیم با سلول‌های مستطیلی تا بیضوی بوده و دارای ۵-۷ لایه می‌باشند. تعداد لایه‌های بافت اسکرانشیم بین ۱-۳ لایه متغیر با سلول‌های



شکل ۴- مقاطع عرضی سرشاخه‌های جوان گونه *Rhamnus pallasii*.

A-B: شاخه جوان *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1، C-D: شاخه جوان *R. pallasii* subsp. *sintensisii*-2، E-F: شاخه جوان *R. pallasii* subsp. *iranica*-1، G-H: شاخه جوان *R. pallasii* × *spathulifolia*. (ep: اپیدرم، c: کورتکس (پوست)، scl: اسکرانشیم، co: کلانشیم، ph: آوند آبکش، xl: آوند چوب، p: مغز، cr: کریستال، tr: کرک).

Fig. 4. Cross-section of fresh branches of *Rhamnus pallasii*.

A-B: Fresh branch *R. pallasii* subsp. *pallasii*-1, C-D: Fresh branch *R. pallasii* subsp. *sintensisii*-2, E-F: Fresh branch *R. pallasii* subsp. *iranica*-1, G-H: Fresh branch *R. pallasii* × *spathulifolia*. (ep: epiderm, c:cortex, scl: sclerenchyma, co: collenchyma, ph: phloem, xl: xylem, p:pith, cr: crystal, tr: trichome).

جدول ۵- لیست صفات تشریحی سرشاخه های جوان گزف *Rhamnus pallasii* - براساس واحد میکرومتر، + : حضور - : عدم حضور
 Table 5. List of anatomical characteristics of the fresh branch of treated species; (µm) + : presence, - : absence

ردیف	تاکسون	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i> - 1	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintenisii</i> - 2	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i> - 1	<i>Rh. × spathulifolia</i>
۱	شکل سطح مقطع	مدور	مدور	مدور	مدور
۲	ضخامت کوتیکول	ضخیم	ضخیم	ضخیم	ضخیم
۳	نوع کرک	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی	ساده تک سلولی
۴	تراکم کرک	کم	کم	زیاد	-
۵	کریستال	+	+	+	+
۶	قطر سطح مقطع	۱۶۲۷/۰۴±۲۱/۵۲	۲۰۵۹/۹۰±۴۷/۶۶	۲۰۱۲/۸۰±۳۳۷/۳۷	۲۱۲۴/۲۸±۳۳۷/۲۵
۷	تعداد لایه اپیدرم	۱	۱	۱	۱
۸	تعداد لایه کلانشیم	۶	۶	۶	۶
۹	تعداد لایه اسکارانشیم	۱-۲	۲-۳	۱-۲	۲
۱۰	ضخامت لایه کلانشیم	۶۳/۰۵±۲/۸۹	۹۵/۲۴±۳/۹۲	۱۱۷/۹۱±۴/۶۶	۶۶/۰۱±۳/۸۶
۱۱	ضخامت لایه اسکارانشیم	۱۹/۲۰±۴/۰۰	۳۸/۴۰±۴/۰۴	۵۴/۲۲±۶/۴۳	۴۲/۸۵±۴/۴۲
۱۲	ضخامت کورنکس	۷۱/۴۱±۸/۶۰	۶۷/۳۶±۴/۱۵	۱۰۱/۵۳±۱۸/۸۵	۹۰/۷۹±۲/۵۹
۱۳	اندازه آوند آبکش	۶۴/۹۰±۳/۹۶	۹۶/۱۵±۱/۹۶	۷۳/۷۴±۱/۰۸	۴۵/۸۹±۳/۳۹
۱۴	اندازه آوند چوب	۲۱۳/۳۱±۱۵/۲۱	۳۰۹/۴۴±۱۶/۱۷	۴۲۷/۵۵±۱۵/۲۵	۲۶۱/۲۹±۱۳/۷۴
۱۵	اندازه پارانشیم مغز	۷۲/۸۶±۴/۴۴	۷۸/۱۶±۴/۱۰	۴۸۵/۷۹±۳۴/۰۶	۹۴۸/۳۰±۹۰/۲۹

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، صفات ریز ریختارشناسی شامل اپیدرم، روزنه، کرک و صفات تشریحی برگ، دمبرگ و سرشاخه های جوان ۹ جمعیت زیر گونه های گونه *R. pallasii* و واریته های گونه *R.*

cathartica با استفاده از میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفت. تا به حال بررسی علمی جامعی درباره جمعیت های گونه های جنس *Rhamnus* در ایران انجام نشده است. نتایج مطالعات نشان داد سلول های اپیدرمی در دو شکل چندوجهی و نامنظم وجود دارند. الگوی دیواره آنتی کلینالی راست تا کمانی

شاخه‌های مسن آرایه‌های درون گونه‌ای تشخیص داده شده است. *subsp. pallasii* به واسطه داشتن برگ‌های خطی تا نیزه‌ای باریک که طول برگ شش برابر عرض آن است قابل تشخیص از سایر آرایه‌های گونه است و *subsp. sintenisii* براساس شکل پهنک متنوع، بیضوی تا نیزه‌ای و یا بیضوی تا قاشقی و *subsp. iranica* براساس شکل پهنک قاشقی و نوک پهنک کند، قابل تشخیص و آرایه *R. × spathulifolia* به راحتی با شکل پهنک بیضوی پهن، رنگ شاخه‌های جوان تر قرمز متمایل به قهوه‌ای، قابل تشخیص است (صوفیان و دیناروند، ۱۳۸۶؛ مبین، ۱۳۷۴؛ Browicz & Zielinski, 1977). در این مطالعه همان‌طور که در نتایج بیان شد، اختلافات و شباهت‌هایی در صفات مربوط به اپیدرم در آرایه‌های فروگونه‌ای این دو گونه مشاهده شد، که می‌تواند همراه با صفات دیگر در حل وضعیت این آرایه‌ها و مرزبندی بین آن‌ها موثر باشد. نتایج مطالعات آناتومی برگ، دم‌برگ و شاخه جوان ثبات صفات ساختار تشریحی را در بین گونه‌ها و آرایه‌های درون گونه‌ای نشان می‌دهد. از این لحاظ شواهد اندکی در جدایی تاکسون‌های تحت مطالعه به دست آمد. تنها شکل سطح مقطع دم‌برگ ویژگی متمایزکننده بین گونه‌ها می‌باشد، به طوری که زیرگونه *subsp. pallasii* و *subsp. sintenisii* شکل سطح مقطع نیم-دایره با زائده جانبی و *subsp. iranica* نیم‌دایره و *R. × spathulifolia* به صورت نیم‌دایره با حاشیه موج و *var. cathartica* و *var. caucasica* به شکل کلیوی مشاهده شده است که در مجموع، تشابه این تاکسون‌ها را در صفات آناتومی نشان می‌دهد.

و موج‌دار بودند. در هر دو سطح برگ تیپ روزنه‌ای آنموسیتیک مشاهده شد و دو زیرگونه *R. pallasii subsp. pallasii* و *R. pallasii subsp. sintenisii* دارای دو نوع تیپ روزنه آنموسیتیک و پاراسیتیک بودند. در تاکسون فرو-گونه‌ای بررسی شده نوع کرک مشابه و از نوع کرک‌های ساده تک‌سلولی می‌باشد. در واقع نوع کرک یک صفت تاکسونومیک است که در گونه‌های مختلف تفاوتی از این لحاظ مشاهده نشد. اما تراکم کرک‌ها در سطح برگ، دم‌برگ و سرشاخه بین آرایه‌ها متفاوت است به طوری که در زیرگونه‌های *R. pallasii subsp. iranica* زیرگونه *R. pallasii subsp. pallasii* دارای پوشش کرکی متراکم است. در *R. × spathulifolia* سطح برگ و سرشاخه فاقد کرک بوده است، که از این لحاظ از بقیه آرایه‌ها متمایز می‌شود. نداشتن کرک می‌تواند به جغرافیای پراکنش این هیبرید وابسته باشد. این تنها آرایه‌ای است که در نزدیکی سواحل دریای خزر و در تپه‌های ماسه‌ای و ساحلی و در ارتفاعی پایین‌تر از سطح دریاها آزاد پراکنش دارد. برخی گیاه‌شناسان معتقدند که اختلافات جزئی و قابل تغییری که در تمیز این تاکسون‌های فروگونه‌ای گونه *R. pallasii* ذکر شده است از قبیل رنگ شاخه‌ها و برگ‌ها و اختلاف ناچیز طول دم‌برگ از آن جهت که اولاً این اختلافات قابل تمیز نبوده و ثانیاً در میان اندام‌های متعلق به یک زیرگونه نیز ممکن است پیش بیاید. بهتر بود که این سه زیرگونه تحت یک گونه شناخته می‌شدند و به این سهولت به سه واحد زیرگونه‌ای تقسیم نمی‌شدند (مبین، ۱۳۷۴). در مقابل در فلور ایران و فلورا ایرانیکا تعیین حدود سنتی گونه پذیرفته نشده است و براساس تنوع در شکل و اندازه برگ‌ها و همچنین رنگ

منابع/References

مبین، ص. ۱۳۷۴. رستی‌های ایران، فلور گیاهان آوندی، جلد چهارم. - انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۲۹۸-۲۸۵.

Agrawal, A.A. and Fishbein, M. 2006. Plant defense syndromes. - Ecology 87:132-149.

Azizian, D. 1996. Anatomical studies of *Mentha mozaffarianii* (Labiatae) and a related species. - Iranian Journal of Botany 7: 63-71.

صوفیان، خ. دیناروند، م. ۱۳۸۶. فلور ایران، ش. ۵۵: تیره عنب (Rhamnaceae). - انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع، صفحه ۵۲-۱.

Blunden, G. and Jewers, K. 1973. The comparative leaf anatomy of *Agave*, *Beschorneria*, *Doryanthes* and *Furcraea* species (Agavaceae: Agaveae). - Botanical Journal of the Linnean Society 66: 157-179.

Boissier, E. 1872. *Flora Orientalis*. Vol II. – A. Asher & Co, pp: 11-22.

Browicz, K., Zielinski, J. 1977. *Flora Iranica*, Akademische Druck-u. – Verlagsanstalt graz- printed in Austria, pp: 1-27.

Cutler, D.F. 1978. *Applied Plant Anatomy*. – Royal Botanical Garden Press, London. pp: 1-538.

Cutler, D.F. 1982. Cuticular sculpturing and habitat in certain Aloe species (Liliaceae) from southern Africa. In: *The plant cuticle* (eds. Cutler, D. F., Alvin, K. L. and Price, C. E) 2: 425-44. – Academic Press, London.

Dennert, E. 1884. Contributions to the comparative anatomy of the leaf stem of Cruciferae Marburg. pp: 1-22.

Kurylo, J.S., Knight, K.S., Stewart, J.R. and Endress, A.G. 2007. *Rhmnus cathartica*: Native and naturalized distribution and habitat preferences. – *Journal of the Torrey Botanical Society* 134: 420-430.

Metcalf, C.R. and Chalk, L. 1979. *Anatomy of the dicotyledones*. Vol. I. – Oxford Science Publications, Oxford. pp: 222-249.

Miskin, K.E., Rasmusson D.C. and Moss, A.C. 1972. Inheritance and physiological effects of stomata frequency in barley. *Crop Science* 12: 780-783.

Oyeleke, M.O., AbdulRahaman, A.A. and Oladele, F.A. 2004. Stomatal anatomy and transpiration rate in some afforestation tree species. – *Nigerian Society for Experimental Biology Journal (NISEB)* 4: 83-90.

Shishkin, B.K. and Bobrov, E.G. 1974. *Flora of the U.S.S.R*, Vol XIV. – Academy of Sciences of the U.S.S.R, pp: 494-516.

Wang, Y.F., Ferguson, K.D., Zetter, R., Denk, T. and Garfi, G. 2001. Leaf architecture and epidermal characters in *Zelkova*, Ulmaceae. – *Botanical Journal of the Linnean Society* 136: 255-265.

Mahdiyani, S., Sattarian, A., Habibi, M. and Amini, T. 2016. An anatomical study of *Rhamnus cathartica* L. and *Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey. (Rhamnaceae) in north of Iran – *Nova Biologica Reperta* 2: 272-285.

مهدی‌یانی، س.، ستاریان، ع.، حبیبی، م. و امینی، ط. ۱۳۹۴. مطالعه تشریحی دو گونه تنگرس *Rhamnus cathartica* L. و *Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey. از تیره عنابیان در شمال ایران. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۲: ۲۸۵-۲۷۲.