فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ٦، شماره ٤، صفحه ٦٤٣-٦٢٧، (١٣٩٩)

ارزیابی تنوع مورفولوژیکی جمعیت های سماق (*Rhus coriaria* L.) در ارتباط با متغیرهای محیطی با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی

رسول محمدی آلاگوز[1]، رضا درویش زاده*[2]، احمد علیجانپور[3] و میترا رازی[4]

١- کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (rasulagri88.rm@gmail.com)
٢- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)
٣- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)
٤- دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (razi.mitra2012@gmail.com)

تاریخ دریافت: ٩٨/٠٥/٠٣ تاریخ پذیرش: ٩٨/٠٨/٢٠

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تنوع مورفولوژیکی و تجزیه همبستگی کانونی بین چهار متغیر محیطی (ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب دامنه، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی) و ١٠ صفت (قطر یقه، تعداد جست، قطر برابر سینه، ارتفاع پایه اصلی، قطر بزرگ تاج، قطر کوچک تاج، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه و عرض برگچه) در سماق (*Rhus coriaria* L.) انجام شد. اطلاعات نمونه‌ها از پنج موقعیت جغرافیایی با ویژگی‌های منحصر به‌فرد در دو استان آذربایجان شرقی و غربی جمع‌آوری شدند. با توجه به نتایج آماره‌های توصیفی بیشترین ضریب تغییرات به‌ترتیب مربوط به قطر برابر سینه (٦١ درصد)، تعداد جست (٥٢ درصد) و قطر یقه (٤٠ درصد) و کمترین آن در صفت عرض برگ (٢١ درصد) مشاهده شد. افراد جمعیت نیز درەسی بیشترین تعداد جست و افراد جمعیت خان درەسی کمترین تعداد جست در تنه اصلی را داشتند. بیشترین مقدار جست دهی می تواند به‌علت شرایط نامناسب رشدی باشد. تجزیه همبستگی کانونی نشان داد که با افزایش عرض جغرافیایی و کاهش شیب دامنه و طول جغرافیایی، طول برگ‌ها افزایش می یابد.

واژه‌های کلیدی: ارسباران، تنوع مورفولوژیک، متغیرهای کانونی، متغیرهای محیطی، سماق.

---

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ٠٩١٤٩٧٣٤٤٥٨

مقدمه

درختان در اجتماع زیستی خود به‌صورت جنگل، یکی از مهم‌ترین سیستم‌های زیست‌محیطی به‌شمار می آیند. جدا از اهمیت اقتصادی، بدون تردید جنگل ها تضمین‌کننده بقا و پایداری آب، خاک و هوای سالم در هر سرزمین بوده و پشتوانه مطمئنی برای نگهداری و توسعه کشاورزی و دیگر منابع تغذیه انسان به حساب می آیند (Majnoonian, 1986). نظر به اهمیت حفاظت از اکوسیستم های طبیعی و تنوع زیستی در راستای دستیابی به توسعه پایدار، ضروری است نقش عوامل اکولوژیک و جغرافیایی و تأثیر آن‌ها بر تنوع و پراکنش گونه‌های مهم جنگلی مورد بررسی قرار گیرند. از عوامل اکولوژیک مؤثر می توان به تغییر تدریجی عرض جغرافیایی، تغییر تدریجی ارتفاع از سطح دریا، عوامل توپوگرافی مانند جهت و شیب زمین و عوامل دیگر مانند تخریب و فعالیت‌های انسانی اشاره کرد (Ejtehadi *et al*., 2010).

توده‌های گونه سماق (*Rhus coriaria* L.) که در شمال غرب کشور و در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی پراکنش دارند، اگرچه ازنظر تولید چوب اهمیت کمی دارند، اما ازنظر استفاده‌های غذایی-دارویی، اثرهای زیست محیطی و حفاظت از منابع آب و خاک نقش ارزنده-ای در این مناطق ایفا می‌کنند (شکل ۱). این مناطق رویشی تحت تأثیر اقالیم خزری، قفقازی و مدیترانه‌ای است. تأثیرپذیری از اقلیم‌های مختلف و وجود شرایط فیزیوگرافی متنوع موجب شکل‌گیری جمعیت‌های گیاهی بسیار متنوعی از گیاه شده است. سماق، درختچه‌ای دیرزیست، تک پایه و با ارتفاعی حدود یک تا چهار متر است. گل‌های آن تک جنسی و به رنگ سبز مایل به قرمز بوده و میوه‌ها شفت کرکدار، گرد و به قطر پنج تا شش میلی متر، قرمز رنگ و دارای میوه‌هایی غده دار با گوشتی ترش و قابض هستند (Emad, 2008). میوه آن به‌صورت سنتی به‌عنوان چاشنی غذا و همچنین در گیاه درمانی (دارویی) استفاده می‌شود (Pourahmad *et al*., 2010). میوه این گونه منبع قوی از تانن‌های قابل هیدرولیز است که تانن و مشتقات آن از آنتی اکسیدان‌های قوی به‌شمار میآیند (Kosar *et al*., 2007). رنگ قرمز آن مربوط به رنگدانه آنتوسیانین است. همچنین میوه سماق حاوی ۱۵ درصد روغن چرب است (Emad, 2008). زادآوری گیاه بیشتر به‌صورت غیرجنسی (شاخه زاد) است ولی زادآوری جنسی (دانه زاد) نیز مشاهده شده است (Ghasempour *et al*., 2016). این گونه در معرض خطر نیست ولی تعداد رویشگاه‌های آن در کشور محدود است.

Jianxun و همکاران (2006) تنوع مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ناشی از اختلاف ارتفاع را در جمعیت های *Picea asperata* L. کوه های شمال شرق چین مورد بررسی قرار دادند. در آزمایش آن‌ها بهینه رشد در گیاهان حاصل از بذور جمع‌آوری‌شده از ارتفاع ۲۹۵۰ متری دیده شد و در رشد گیاهان حاصل از بذور جمع‌آوری‌شده از ارتفاع‌های بیشتر روند کاهشی مشاهده شد. در بررسی مشابه دیگری تنوع ژنتیکی و مورفولوژیکی ناشی از اختلاف ارتفاع در جمعیت های *Sophora dividii* در شمال شرق چین ارزیابی شدند (Zhao *et al*., 2016). نتایج این بررسی نشان داد که تنوع مورفولوژیکی و ژنتیکی *Sophora dividii* به‌طور معنی‌داری با افزایش ارتفاع، افزایش یافت. Saghari و همکاران (2016) در بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر خصوصیات رشد و استقرار درختچه‌های سماق (*Rhus coriaria* L.) در شرق کشور نشان دادند که عواملی مانند ارتفاع، شیب و جهت می تواند بر خصوصیات کمی و کیفی رویشی سماق تأثیر بگذارند به‌طوری که در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر از سطح

دریا، خصوصیات کمی و کیفی مورد بررسی بهتر از ارتفاعات کمتر از ۲۰۰۰ متر است.

در این پژوهش ارتباط متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب دامنه و طول و عرض جغرافیایی با تنوع در صفات مورفولوژیک پایه های سماق با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی بررسی شده است.

شکل ۱- تصویری از درختچه سماق

Figure 1. A picture of *Rhus coriaria* L.

مواد و روش‌ها

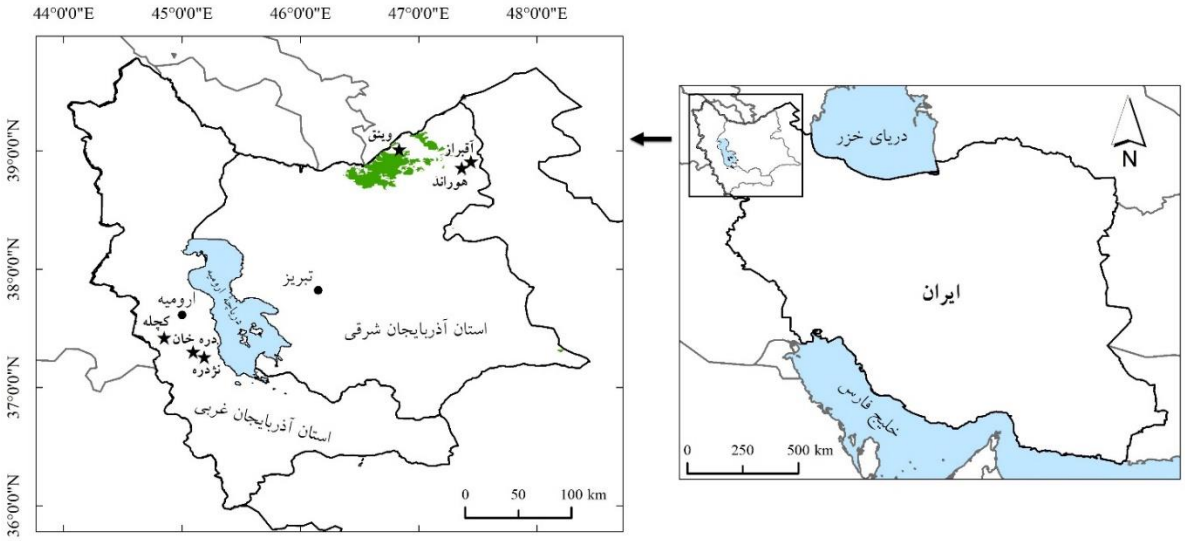
مناطق مورد بررسی

در این پژوهش نمونه‌برداری مواد گیاهی از وسعتی به اندازه ۱۵ کیلومترمربع از استان‌های آذربایجان غربی و شرقی بین ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ٤٤ درجه و ۳٤ دقیقه تا ٤۷ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی انجام شد (شکل ۲). انتخاب مناطق برای نمونه‌برداری، مبتنی بر اطلاعات ارائه‌شده در پژوهش‌های قبلی (Alijanpour, 2013) و مشاوره با کارشناسان ادارات کل منابع طبیعی استان های ذکرشده و افراد بومی و محلی در هر منطقه انجام شد. در مجموع پنج ناحیه از ارتفاعات مختلف رویشگاه های سماق دو استان انتخاب شدند. نواحی نمونه‌برداری شامل مناطق کچله، دره‌خان و دره‌نیژ در آذربایجان غربی و مناطق آقبراز هوراند و وینق ارسباران در آذربایجان شرقی بودند (جدول ۱، شکل ۲).

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری توده‌های سماق

Table 1. Geographical characteristics of sampling regions of *Rhus coriaria* L. populations

منطقه Region	مکان Location	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع از سطح دریا (متر) Above sea level (m)	شیب دامنه (درصد) Slope slider (%)
1	آذربایجان غربی (کچله) West Azarbayjan (Kachleh)	44□ 52'	37□ 12'	1727	55
2	آذربایجان غربی (دره خان) West Azarbayjan (Dareh Khan)	60□ 45'	18□ 37'	1533	10
3	آذربایجان غربی (دره نیژ) West Azarbayjan (Dareh Nizh)	80□ 45'	37□ 16'	1623	10
4	آذربایجان شرقی (هوراند- آقبراز) East Azarbayjan (Horand-Aghberaz)	23□ 47'	38□ 59'	1190	45
5	آذربایجان شرقی (ارسباران- وینق) East Azarbayjan (Arasbaran-Vinagh)	46□ 50'	39□ 02'	860	60



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری توده‌های سماق

Figure 2. Geographical location of sampling regions of *Rhus coriaria* L. populations

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات

از هر ناحیه با رعایت قوانین نمونه‌برداری تعداد ۱۵ درختچه در یک مقیاس خطی شرقی به غربی و بالعکس به فاصله ۱۵ متر یا پنج درختچه از هم انتخاب شد (Malvolti *et al.*, 1993). ویژگی های مختلف مورفولوژیکی مانند، قطر یقه (X1; mm)، قطر برابر سینه (X2; mm)، تعداد جست (X3)، ارتفاع پایه اصلی (X4; cm)، قطر بزرگ تاج (X5; cm)، قطر کوچک تاج (X6; cm)، طول برگ (X7; cm)، عرض برگ (X8; cm)، طول برگچه (X9; mm)، عرض برگچه (X10; mm) در پایه‌های انتخاب‌شده اندازه-گیری و یادداشت شد. ارزیابی و ثبت صفات براساس

پژوهش‌های Alijanpour (2013) روی درختچه‌های سماق انجام شد. اندازه‌گیری خصوصیات برگ روی پنج نمونه از هر پایه انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

شناسایی داده‌های پرت (Outliers) و آزمون نرمال توزیع اشتباهات آزمایشی در نرم‌افزار SAS نسخه ۹/٤ انجام شد. تجزیه واریانس برای تمامی صفات با رویه مدل خطی عمومی (General linear model; GLM) انجام شد. آماره‌های توصیفی (Descriptive statistics) با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ محاسبه شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون HSD (Honestly significant difference) انجام شد. گروه-بندی پایه‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای (Cluster analysis) به روش Ward روی میانگین داده‌های اصلی پس از استانداردکردن داده‌ها در نرم‌افزار Minitab17 انجام شد. فواصل بین خوشه‌ها در تجزیه خوشه‌ای به روش ماهالانوبیس محاسبه شد. برای این منظور نخست در نرم‌افزار Minitab17 در فایل داده‌ها ستونی در کنار ستون صفات با نام "گروه" ایجاد شد. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای شماره گروه هر ژنوتیپ در ستون "گروه" درج شد. در تجزیه تابع تشخیص با انتخاب گزینه Above plus complete classification summary در زیربخش Display results از بخش Option فاصله ماهالانوبیس (Mahalanobis distance) محاسبه شد. به‌منظور بررسی رابطه بین صفات مورفولوژیک و متغییرهای ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب دامنه و طول و عرض جغرافیایی از تجزیه همبستگی کانونیک (Canonical correlation) استفاده شد. تعیین تعداد متغیرهای کانونیک و انتخاب همبستگی‌های کانونیک مناسب بر مبنای مقادیر همبستگی‌های کانونیک تصحیح‌شده و آزمون Wilks' lambda انجام شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/٤ انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس و مقایسات میانگین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های سماق مورد بررسی برای برخی از صفات مورفولوژیک مشاهده شد (جدول ۲). تفاوت برای صفت قطر برابر سینه در سطح احتمال ۵ درصد معنی-دار بود. برای صفات قطر یقه، تعداد جست، ارتفاع پایه اصلی، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه تفاوت‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین صفات در جدول ۳ خلاصه شده‌است. کمترین و بیشترین مقدار قطر یقه به‌ترتیب در نمونه‌های گرفته‌شده از مناطق هوراند و کچله مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار قطر برابر سینه در تنه اصلی به‌ترتیب در نمونه‌های گرفته‌شده از مناطق خان دره‌سی و هوراند مشاهده شد. افراد جمعیت نیژ دره‌سی بیشترین تعداد جست و افراد جمعیت خان دره سی کمترین تعداد جست در تنه اصلی را داشتند. بیشترین مقدار ارتفاع مربوط به جمعیت خان دره سی و کمترین مقدار مربوط به جمعیت کچله بود. از نظر قطر بزرگ تاج بیشترین عدد مربوط به جمعیت خان دره سی و کمترین آن مربوط به جمعیت وینق بود. کمترین مقدار طول برگ مربوط به جمعیت کچله و بیشترین آن مربوط به جمعیت نیژ دره سی بود. بیشترین مقدار عرض برگ در جمعیت ارسباران و کمترین آن در جمعیت خان دره‌سی مشاهده شد. بیشترین مقدار ارتفاع پایه اصلی مربوط به جمعیت خان دره‌سی و کمترین مقدار مربوط به جمعیت کچله بود.

آماره‌های توصیفی و تجزیه همبستگی

مقادیر بیشینه، کمینه، میانگین حسابی و ضریب تغییرات برای هر یک از ۱۰ صفت مورفولوژیک مورد بررسی در جدول ۲ خلاصه شده است. بیشترین ضریب تغییرات به‌ترتیب برای قطر برابر سینه (٦١ درصد)، تعداد جست (۵۲ درصد) و قطر یقه (٤٠ درصد) و کمترین آن در صفت عرض برگ (۲۱ درصد) مشاهده شد. ضرایب همبستگی بین ۱۰ صفت مورفولوژیک در ۵ جمعیت سماق در جدول ۵ ارایه شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین همبستگی مثبت بین صفات طول برگ و طول برگچه (r = ۰/۸۱) مشاهده شد. بین طول برگ با چند صفت و همچنین قطر برابر سینه با بیشتر صفات همبستگی مثبت مشاهده شد. همبستگی بسیار ناچیز بین عرض برگ و عرض برگچه (r=۰/۰٤٤) مشاهده شد. همبستگی منفی بین عرض برگ با کلیه صفات مشاهده شد.

تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها

گروه بندی افراد مورد بررسی بر مبنای صفات مورفولوژیک با استفاده از الگوریتم وارد (Ward) انجام شد. نمونه‌ها در ۳ گروه اصلی گروه‌بندی شدند (شکل ۳). گروه اول شامل بیشترین افراد متعلق به جمعیت خان دره‌سی و نیژ دره‌سی بود. گروه دوم ترکیبی از افراد جمعیت‌های کچله و نیژ دره‌سی بود. سومین گروه شامل افراد جمعیت‌های ارسباران و هوراند بود. میانگین فاصله بین خوشه‌ها از ۲/۸۳ تا ٤/۵۳ متغیر بود. بیشترین فاصله (٤/۵۳)، بین خوشه‌های یک و دو و کمترین فاصله بین خوشه‌های یک و سه مشاهده شد (جدول ٦).

جدول ۲- تجزیه واریانس برای ۱۰ صفت موفولوژیک در جمعیت‌های سماق ایران

Table 2. Analysis of variance for 10 morphological traits in *Rhus coriaria* L. populations

منابع تغییرات Source of variation	df	میانگین مربعات Mean of Squares									
		قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	قطر برابر سینه (میلی‌متر) Diameter at breast height (mm)	تعداد جست Number of sprout	ارتفاع پایه اصلی (سانتی‌متر) Stock height (cm)	قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر) Great crown diameter (cm)	قطر کوچک تاج (سانتی‌متر) Small crown diameter (cm)	طول برگ (سانتی-متر) Leaf length (cm)	عرض برگ (سانتی-متر) Leaf width (cm)	طول برگچه (میلی‌متر) Leaflet length (mm)	عرض برگچه (mm) Leaflet width (mm)
تیمار (ژنوتیپ) Treatment (Genotype)	4	1753.14**	805.85*	24.05**	3878.072**	9446.95	1668.66	389.87**	97.03**	2135.91**	338.33**
خطا Error	70	381.46	259.17	2.68	3686.15	3837.75	1856	5.01	7.35	52.22	10.69

*و** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

*and**: Significant at P<0.05, 0.01, respectively. df: degree of freedom.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۵ جمعیت سماق

Table 3. Mean comparison of studied traits in 5 populations of *Rhus coriaria* L.

نام جمعیت Population name	ارتفاع پایه اصلی (سانتی-متر) Stock height (cm)	تعداد جست Number of sprout	قطر برابر سینه (میلی-متر) Diameter at breast height (mm)	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	قطر بزرگ تاج (سانتی-متر) Great crown diameter (cm)	طول برگچه (میلی‌متر) Leaflet length (mm)	عرض برگ (سانتی-متر) Leaf width (cm)	طول برگ (سانتی-متر) Leaf length (cm)	قطر کوچک تاج (سانتی-متر) Small crown diameter (cm)	عرض برگچه (میلی‌متر) Leaflet width (mm)
آذربایجان شرقی (هوراند- آقبراز) East Azarbayjan (Horand-Aghberaz	202^{b}	2.73^{b}	19.92^{b}	13.47^{b}	184.66^{ab}	40^{b}	16.9^{b}	1340^{d}	138^{a}	19.87^{b}
آذربایجان شرقی (ارسباران- وینق) East Azarbayjan (Arasbaran-Vinagh)	143.33^{c}	2.73^{b}	21.28^{b}	43.93^{b}	145.33^{b}	40.6^{b}	20.47^{a}	155^{c}	114^{a}	18.93^{b}
آذربایجان غربی (دره خان) West Azarbayjan (Dareh Khan)	277.33^{a}	2.53^{b}	39^{a}	57.4^{ab}	212.2^{a}	68.33^{a}	13.67^{c}	26.67^{a}	140.67^{a}	28.4^{a}
آذربایجان غربی (دره نیژ) West Azarbayjan (Dareh Nizh)	214.8^{b}	5.2^{a}	24.86^{ab}	47.8^{b}	176^{ab}	42.4^{b}	15.53^{bc}	1953^{b}	126.67^{a}	19^{b}
آذربایجان غربی (کچله) West Azarbayjan (Kachleh)	169.5^{bc}	4.6^{a}	29.6^{ab}	70.46^{a}	197^{ab}	45.06^{b}	15.57^{bc}	20.16^{b}	129.33^{a}	20.8^{b}
HSD	62.234	1.68	16.3	20.02	63.5	7.41	2.78	2.3	44.16	3.352

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری است.

The means with similar letters are not significantly different. HSD: Honestly significant difference.

جدول ٤- مقادیر شاخص‌های آماره توصیفی برای ۱۰ صفت مورفولوژیک در جمعیت‌های سماق

Table 4. Descriptive statistic parameters for 10 morphological traits in *Rhus coriaria* L. populations

ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	میانگین Mean	صفات Traits
40	140	25	53.34	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)
61	100	0	27.72	قطر برابر سینه (میلی‌متر) Diameter at breast height (mm)
52	9	1	3.57	تعداد جست Number of sprout
37	480	16	201.37	ارتفاع پایه اصلی (سانتی‌متر) Stock height (cm)
35	350	20	183.04	قطر بزرگ تاج (cm) Great crown diameter (cm)
33	230	30	129.73	قطر کوچک تاج (سانتی‌متر) Small crown diameter (cm)
27	30	11	19.06	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)
21	30	9	16.4	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)
27	79	28	47.28	طول برگچه (میلی‌متر) Leaflet length (mm)
22	34	13	21.4	عرض برگچه (میلی‌متر) Leaflet width (mm)

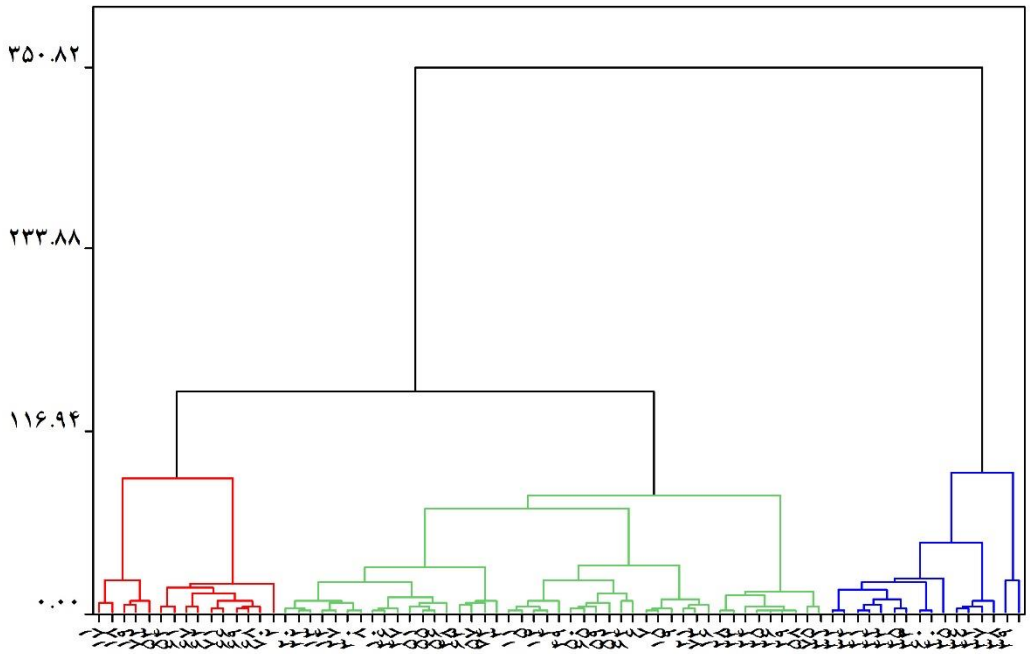
۱: سماق یک درختچه هست و به شکل جست گروه دیده می‌شود. ارتفاع آن به‌ندرت به دو یا سه متر می‌رسد. در اندازه‌گیری مشخصات مورفولوژیک سماق، هم قطر یقه و هم قطر برابر سینه (قطر در ارتفاع ۱/۳ متر) پایه اصلی اندازه‌گیری شده است. در برخی پایه‌ها به‌دلیل کوتاه قد بودن آن‌ها، پایه اصلی در ارتفاع برابر سینه دارای قطر نبود و بنابراین فقط قطر یقه اندازه‌گیری شده است. در چنین پایه‌های سماق قطر در ارتفاع برابر سینه صفر در نظر گرفته شده است.

1: Sumac is a shrubs and it can be seen in sprout group. Its height rarely reaches two or three meters. In measurement of morphological traits, collar diameter and diameter at breast height (diameter in height of 1.3 m) of main sprout have been measured. In short shrubs, stock in breast height didn't have diameter, so collar diameter just measured. In short shrubs, diameter at breast height is considered equal to 0. CV: Coefficient of variations.

جدول ۵- ماتریس ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در جمعیت‌های سماق

Table 5. Matrix of correlation coefficients between studied traits in *Rhus coriaria* L. populations

صفت Trait	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	قطر برابر سینه (میلی‌متر) Diameter at breast height (mm)	تعداد جست Number of sprout	ارتفاع پایه اصلی (سانتی‌متر) Stock height (cm)	قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر) Great crown diameter (cm)	قطر کوچک تاج (سانتی‌متر) Small crown diameter (cm)	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	طول برگچه (میلی‌متر) Leaflet length (mm)
قطر برابر سینه (میلی‌متر) Diameter at breast height (mm)	0.735**								
تعداد جست Number of sprout	-0.125	-0.114							
ارتفاع پایه اصلی (سانتی‌متر) Stock height (cm)	0.448**	0.633**	-0.082						
قطر بزگ تاج (سانتی‌متر) Great crown diameter (cm)	0.480**	0.449**	0.124	0.415**					
قطر کوچک تاج (سانتی‌متر) Small crown diameter (cm)	0.265*	0.118	0.140	0.378**	0.571**				
طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	0.242*	0.384**	0.047	0.417**	0.294*	0.143			
عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	-0.117	0.23	-0.102	-0.291*	-0.130	-0.005	-0.392**		
طول برگچه (میلی‌متر) Leaflet length (mm)	0.212	0.273	-0.202	0.447*	0.256*	0.201	0.809**	-0.166	
عرض برگچه (میلی‌متر) Leaf width (cm)	0.094	0.18	-0.135	0.459**	0.317	0.249	0.658**	-0.044	0.871**



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای افراد جمعیت‌های سماق با استفاده از الگوریتم Ward. محور عمودی (Y) مجموع مربعاتِ درون خوشه یا مجموع مربعاتِ خطا و محور افقی (X) نام ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد.

Figure 3. Dendrogram derived from cluster analysis based on Ward algorithm in *Rhus coriaria* L. populations. The vertical axis (Y) represents the "within cluster sum of squares" or "error sum of squares" and the horizontal axis (X) represents the names of genotypes.

جدول ٦- فاصله بین خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر مبنای آماره ماهانالوبیس (D^2)

Table 6. Distance between clusters based on Mahalanobis statistics (D^2)

3	2	1	خوشه Cluster
		0	1
	0	4.53	2
0	3.43	2.83	3

تجزیه همبستگی کانونیک

نتایج تجزیه همبستگی کانونیک روی داده های استاندارد شده، فرضیه عدم وجود وابستگی بین دو گروه از متغیرهای ذکرشده را رد کرد و بر اساس همین نتایج مشخص شد که مقایسه مقادیر ضرایب همبستگی کانونیک مربوط به ۱۰ متغیر مورفولوژیک با ٤ متغیر محیطی، می تواند به‌طور بسیار معنی داری روابط بین این دو گروه از متغیرها را توجیه کند. بر همین اساس و با توجه به مقادیر ضرایب همبستگی کانونیک ٤ متغیر محیطی و ۱۰ صفت مورفولوژیک مشخص شد که ۲ متغیر کانونیک دارای مقادیر قابل توجهی از همبستگی کانونیک تصحیح شده هستند (جدول ۷). همبستگی کانونیک تصحیح‌شده در واقع برآوردهای نااریب تقریبی از همبستگی های کانونیک اند (Sharma, 1996). عدم معنی‌داری برخی از همبستگی های کانونیک بسیار بزرگ می تواند ناشی از

اندازه کوچک نمونه باشد و بالعکس (Bartlett, 1947). متغیرهای کانونیک بعد از برآورد، استاندارد شده و معادلات خطی آن‌ها تشکیل شد. ضرایب کانونیک استانداردشده برای صفات طول برگ با اثر مثبت و عرض برگ با اثر منفی بیشترین سهم را در تشکیل متغیر اول کانونیک ویژگی‌های مورفولوژیک داشتند (جدول ۸). همچنین مقادیر مربوط به ضرایب متغیر اول کانونیک در ویژگی‌های محیطی گویای تأثیر مثبت بسیار زیاد عرض جغرافیایی و تأثیر منفی چشمگیر طول جغرافیایی و شیب دامنه در تشکیل این متغیر است. ضرایب دومین متغیر کانونیک تفاوت قابل توجهی را با ضرایب اولین متغیر نشان داد به‌طوری که قطر یقه، طول برگ، تعداد جست و عرض برگچه با اثر مثبت بسیار بزرگ و طول برگچه و ارتفاع پایه اصلی با اثر منفی بزرگ سهم خود را در این متغیر کانونیک نشان دادند. همچنین به‌طور مشابه با علامت منفی بیشترین ضرایب دومین متغیر کانونیک برای ویژگی‌های جغرافیایی مربوط به عرض جغرافیایی بود. شیب دامنه و طول جغرافیایی نیز ضرایب تقریباً مشابه و مثبتی را نشان دادند. با بررسی معادله اول چنین به‌نظر می‌رسد که ظاهراً نمونه‌هایی که در عرض جغرافیایی بالاتر (از نظر عددی مقادیر بیشتر) و طول جغرافیایی کم (از نظر عددی مقادیر کمتر) و همچنین زمین هایی با شیب کم قرار دارند دارای برگ‌های طویل تری هستند. تفسیر دومین جفت از متغیرهای کانونی باز هم تأثیر بسیار مهم عرض جغرافیایی در تغییر برخی از صفات مورفولوژیک را نشان داد به‌طوری که با کاهش شدید عرض جغرافیایی اندازه صفاتی مانند قطر یقه، طول برگ، تعداد جست و عرض برگچه افزایش قابل توجه و زیادی را نشان دادند. صفاتی مانند طول برگچه و ارتفاع پایه اصلی با کاهش عرض جغرافیایی کاهش شدیدی نشان دادند.

جدول ۷- مقادیر همبستگی‌های کانونیک بین صفات مورفولوژیک و عوامل محیطی تأثیرگذار

Table 7. Canonical correlation between morphological traits and effective environmental factors

شماره Number	همبستگی کانونیک Canonical correlation	همبستگی کانونیک تصحیح شده Corrected canonical correlation	توان دوم همبستگی کانونیک Square of canonical correlation	Wilks' Lambda
1	0.93	0.92	0.87	10.78
2	0.85	0.82	0.71	7.04
3	0.68	0.6	0.46	4.92
4	0.63	-	0.39	4.97

ns و * به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

ns and *: not significant, and Significant at p<0.01, respectively.

جدول ۸- مقادیر ضرایب همبستگی کانونیک در دو متغیر اول

Table 8. The values of canonical correlation coefficients in the first two variables

همبستگی صفت با متغیر کانونیک گروه دیگر Correlation of trait with canonical variable in other group		بارهای کانونیک Canonical bars		ضرایب کانونیک استاندارد شده Standardized canonical coefficients		گروه‌های متغیری Variable groups	
2	1	2	1	2	1		
0.31	0.08	0.36	0.09	0.9	-0.19	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	صفات مورفولوژیکی Morphological traits
0.1	0.04	0.11	0.43	-0.31	0.22	قطر برابر سینه (میلی‌متر) Diameter at breast height (mm)	
0.45	-0.13	0.54	-0.14	0.45	-0.06	تعداد جست Number of sprout	
-0.29	0.46	-0.35	0.5	-0.45	0.05	ارتفاع پایه اصلی (سانتی-متر) Stock height (cm)	
-0.01	0.16	-0.01	0.17	-0.21	-0.03	قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر) Great crown diameter (cm)	
-0.12	0.02	-0.15	0.02	-0.02	-0.04	قطر کوچک تاج (سانتی-متر) Small crown diameter (cm)	
0.23	0.86	0.27	0.92	0.93	0.41	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	
-0.15	-0.51	-0.17	-0.55	-0.03	-0.31	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	
-0.12	0.79	-0.14	0.85	-0.93	0.27	طول برگچه (میلی‌متر) Leaflet length (mm)	
-0.16	0.67	-0.19	0.72	0.41	0.17	عرض برگچه (میلی‌متر) Leaflet width (mm)	
0.64	0.4	0.75	0.43	-0.46	0.34	ارتفاع از سطح دریا (m) Height above sea level (m)	ویژگی‌های جغرافیایی Environmental characteristics
0.21	-0.7	0.26	-0.74	1.64	-2.65	شیب دامنه (درصد) Slope slider (%)	
-0.6	-0.6	-0.69	-0.64	-2.9	3.6	عرض جغرافیایی Latitude	
-0.77	-0.35	-0.91	-0.37	1.16	-3.2	طول جغرافیایی Longitude	

بحث

برای تعیین میزان تنوع موجود در صفات مختلف، ضریب تغییرات فنوتیپی محاسبه شد. ضریب تغییرات صفات نشان می دهند که تنوع موجود در صفات مختلف متفاوت است. بیشترین ضریب تغییرات به‌ترتیب در قطر برابر سینه، تعداد جست و قطر یقه و کمترین آن در عرض برگ مشاهده شد. ضریب تغییرات بالا دلالت برنقش تعیین‌کننده این صفت در تنوع فنوتیپی است. مسلماً هر چه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آن ها منجر به پاسخ به گزینش بهتر خواهد شد. در توافق با این بررسی، در بررسی انجام شده توسط Alijanpour (2013) روی صفات مورفولوژیک پایه‌های سماق در مناطق مختلف شمال غرب کشور نیز نشان داده شده است که بیشترین ضریب تغییرات به‌ترتیب مربوط به صفات قطر برابر سینه، تعداد جست و قطر یقه است. در بررسی ایشان نشان داده شد که عواملی از قبیل جهت عمومی دامنه، شیب زمین و ارتفاع از سطح دریا روی مشخصه‌های کمی و رویشی درختچه‌های سماق مانند میانگین قطر برابر سینه، قطر یقه پایه اصلی، ارتفاع، متوسط قطرتاج و درصد تاج‌پوشش تأثیر گذار هستند (Alijanpour, 2013). در بررسی‌های ایشان مشخص شد پایه‌های سماق بیشتر در مناطقی با ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا و به‌طور میانگین ۱۳۰۰ متر از سطح دریا پراکنش یافته‌اند.

جمعیت خان دره‌سی بیشترین و جمعیت هوراند کمترین مقدار را از نظر قطر برابر سینه در تنه اصلی داشتند که تأییدکننده شرایط خوب رشدی در جمعیت خان دره‌سی است. افراد جمعیت نیژ دره‌سی بیشترین تعداد جست و افراد جمعیت خان دره‌سی کمترین تعداد جست در تنه اصلی را داشتند. جست‌دهی معمولاً در شرایط بد رشدی و برای بقای نسل اتفاق می‌افتد. بیشترین مقدار ارتفاع پایه اصلی مربوط به جمعیت خان دره‌سی و کمترین مقدار مربوط به جمعیت کچله بود که بخشی از این تفاوت ناشی از شرایط رشدی بسیار خوب مانند دسترسی به آب فراوان، قرارگیری این درختچه‌ها در ناحیه آبرفتی غنی از ترکیبات آلی و دیگر عوامل در منطقه خان دره‌سی نسبت به کچله می‌تواند باشد.

بین طول برگ با چند صفت و همچنین قطر برابر سینه با بیشتر صفات همبستگی مثبت مشاهده شد. همبستگی منفی بین عرض برگ با کلیه صفات مشاهده شد. در گروه‌بندی بر اساس صفات مورفولوژیک، افراد به تفکیک محل‌های جغرافیایی در گروه‌های مجزایی قرار گرفتند؛ بنابراین طبق نتایج حاصل از این پژوهش می توان اظهار کرد عوامل فیزیوگرافی به‌ویژه عامل ارتفاع از سطح دریا تأثیر زیاد بر روی خصوصیات مورفولوژیک درختچه‌های سماق داشته است، به‌طوری که در بعضی نقاط نمونه برداری مثل خان دره سی که در ارتفاع ۱۵۰۰ متری قرار دارد بیشتر صفات دارای وضعیت مطلوب از نظر فنوتیپ صفت هستند که این می تواند نشان‌دهنده تأثیر ارتفاع در شرایط رشدی این گونه باشد.

شناخت روابط موجود بین شاخص‌های رشد در پوشش گیاهی و عوامل محیطی، به‌دلیل نقش مهم گیاهان در تعادل اکوسیستم و بهره‌گیری‌های مختلفی که بشر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از آن می کند، اجتناب‌ناپذیر است. ویژگی‌های مهم محیطی مؤثر بر پوشش گیاهی را می توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول شامل ویژگی های مرتبط با خاک محل رشد و گروه دوم شامل عوامل مربوط به فیزیوگرافی منطقه مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت و شیب دامنه است. عوامل اقلیمی از عوامل بسیار مهم در این خصوص به‌شمار می‌آیند لیکن خود متأثر از عوامل توپوگرافی

هستند (Iranmanesh *et al.*, 2019، Matinkia, 2011). تأثیر تنوع جغرافیایی در مورفولوژی گیاهی تابعی از تغییرات فنوتیپی در پاسخ به شرایط محلی زیست‌محیطی، تنوع ژنتیکی و تکامل در میان جمعیت و تاریخ زیست جغرافیایی در گونه های منحصر به‌فرد است. خصوصیتی مانند شکل برگ ها که تحت تأثیر ژنتیک افراد قرار دارند، همچنین می‌توانند به‌شدت تحت تأثیر محیط محلی قرار گیرند (Thompson, 1991، Schlichting and Pigliucci, 1998، Mohebi Bijarpasi *et al.*, 2019). برای شناخت روابط موجود بین شاخص‌های رشد در پوشش گیاهی و عوامل محیطی از تجزیه‌های چند متغیره مانند تجزیه همبستگی کانونی می توان بهره جست. وجود هر نوع رابطه معنی‌دار (منفی یا مثبت) در بین متغیرهای محیطی و مورفولوژیکی جالب است زیرا این روابط می‌توانند بیانگر سازگاری این گونه جنگلی به شرایط محیطی باشد. با توجه به نتایج تجزیه همبستگی کانونی عرض جغرافیایی و شیب دامنه دو عامل مهمی هستند که برخی صفات مورفولوژیکی درختچه‌های سماق را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار داده اند به‌طوری که این عوامل تأثیر مثبتی را در بهبود کمیت این صفات داشته اند. افزایش درصد شیب به‌علت افزایش میزان فرسایش و کاهش عناصر غذایی موجود در خاک عملکرد گیاه را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Papiernik *et al.*, 2005). Tavakkoli و همکاران (2008) گزارش کردند که در باغات بادام، قسمت های پایین شیب شامل پای شیب و پنجه شیب حداکثر مقدار رس، کربن آلی، هدایت الکتریکی، فعالیت آلکالین و اسید فسفاتاز، معدنی شدن نیتروژن و کربن را دارا هستند که هرکدام نقش تعیین‌کننده‌ای در توان تولید خاک دارند. دو عامل بالا به‌ترتیب با تأثیر بر مقدار و کیفیت نور تابیده‌شده و همچنین دردسترس قرارشدن عناصر پرمصرف و کم‌مصرف به‌طور عمده و غیرمستقیم رشد در بخش‌های مختلف را تغییر داده‌اند. این در حالیست که پژوهش‌های قبلی بر روی این گیاه و گیاهان جنگلی دیگر، این مهم را تأیید می‌کنند. Sims and Pearcy (1992) عنوان کردند که ضخامت برگ‌ها با تابش نور در زمان توسعه برگ تعیین می‌شود؛ بنابراین تابش نور طولانی‌مدت در نواحی با ارتفاع بالا ممکن است افزایش ضخامت برگ را توجیه کند. البته Zhao و همکاران (2016) در بررسی‌های خود نشان دادند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، برخی مشخصه‌های مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده برگ (عرض و طول برگ) تفاوت معنی‌داری در جمعیت های مورد بررسی نمی‌کنند اما برخی دیگر مانند (سطح برگ و ضخامت برگی) تفاوت معنی‌داری در سطوح ارتفاع متفاوت نشان می‌دهند. James و همکاران (1994) این فرض را که گیاهان چوبی در ارتفاعات بالا در شرایط تنش آبی قرار می‌گیرند را مطرح کردند و دو احتمال کاهش جذب آب توسط ریشه به‌علت خاک سرد (Magnani and Borgetti, 1995) و همچنین ایجاد یک حالت مقاومت به سرمازدگی در برابر دمای هوای سرد را که سبب کاهش جذب آب می‌شود را ارائه کردند (Grace *et al.*, 2002). Korner و همکاران (1989) نشان دادند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا مقدار نیتروژن در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد و علت آن را همبستگی مثبت جذب آب با جذب نیتروژن بیان کردند. با افزایش ارتفاع مقدار جذب آب کاهش یافته و نیتروژن نیز کمتر جذب شده و علائم تنش در گیاه (که در پژوهش‌های ما افزایش جست‌دهی و کاهش قطر برابر سینه در تنه اصلی پایه‌ها است) ظهور پیدا می کند.

این پژوهش برای تعیین ارتباط بین دو مجموعه متغیرهای محیطی (ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب دامنه، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی) و گیاهی (قطر یقه، تعداد جست، قطر برابر سینه، ارتفاع پایه اصلی، قطر بزرگ تاج، قطر کوچک تاج، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه) در سماق (Rhus coriaria L.) با استفاده از تجزیه همبستگی کانونیک انجام شد. تجزیه و تحلیل فیلوژئوگرافی می‌تواند برای روشن شدن تعامل آب و هوا، تاریخ جغرافیایی و دینامیک تکاملی در تولید آرایه‌های جدید استفاده شود (Arbogast and Kenagy, 2001، Avise *et al*., 1987، Templeton *et al*., 1995). با مد نظر قرار دادن نتایج این بررسی و پژوهش‌های تکمیلی می‌توان بهترین نقاط را برای گسترش و توسعه این گونه جنگلی مهم تعیین کرد. انتخاب بهترین مکان توسعه می‌تواند در حفظ غنای گونه‌ای و حفظ مناطق جنگلی بسیار حائز اهمیت باشد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است که در قالب یک همکاری مشترک بین گروه‌های "تولید و ژنتیک گیاهی" و "جنگلداری" دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ارومیه انجام شده است. از دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی به‌خاطر فراهم‌کردن امکانات لازم برای انجام پژوهش و همچنین از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه به‌خاطر تأمین منابع مالی پژوهش تشکر و قدردانی می شود. همچنین از آقای دکتر هادی بیگی حیدرلو از گروه جنگلداری دانشگاه ارومیه به خاطر تهیه شکل ۲ تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- Alijanpour, A., 2013. The effect of physiographic factors on quantitative and qualitative characteristics of *Rhus coriaria* L. in Arasbaran region (Horand County), *Iranian Journal of Forest*, 5(4): 431-442. (In Persian)
- Arbogast, B. S. & G. J. Kenagy, 2001. Comparative phylogeography as an integrative approach to historical biogeography, *Journal of Biogeography*, 28(7): 819-825.
- Avise, J. C., J. Arnold, R. M. Ball, E. Berminham, T. Lamb, J. E. Niegel, C. A. Reeb & N. C. Saunders, 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18(1): 489-522.
- Bartlett, M. S., 1974. The general canonical correlation distribution, *Annals of Mathematical Statistics*, 18: 1-17.
- Ejtehadi, H., A. Sepehry & H. R. Akkafi, 2010. Method of Measuring Biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad Press, No. 530. 228p. (In Persian)
- Emad, M., 2008. Identification of Medicinal, Industrial, Rangeland and Forest plants and their use. 1st eds. Tehran University Press, Tehran, 156 p. (In Persian)
- Ghasempour, S., A. Alijanpour & A. Banj Shafiei, 2016. Growth and soil characteristics of Sumac (*Rhus coriaria* L.) natural stands in Urmia, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(2): 332-343.
- Grace, J., F. Berninger & L. Nagy, 2002. Impacts of climate change at the tree line, *Annals of Botany*, 90(4): 537-554.
- Iranmanesh, Y., H. Jahanbazy, M. Talebi & H. Mahinpour, 2019. Effect of morphological variables, altitude and tree gender on gum production of Pistacia atlantica in Chaharmahal & Bakhtiari Province forests, *Journal of Forest Research and Development*, 5(2): 195-207.
- James, J. C., J. Grace & S. P. Hoad, 1994. Growth and photosynthesis of *Pinus sylvestris* at its altitudinal limit in Scotland, *Journal of Ecology*, 82(2): 297-306.
- Jianxun, L., R. Zang & C. Li, 2006. Physiological and morphological variations of *Picea asperata* populations originating from different altitudes in the mountains of southwestern China, *Forest Ecology and Management*, 221(1-3): 285-290.

- Korner, C., M. Neumayer, M. R. S. Palaez & A. Smeets-Scheel, 1989. Functional morphology of mountain plants, *Flora*, 182(5-6): 353-383.
- Kosar, M., B. Bozan, F. Temelli & K. H. C. Baser, 2007. Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts, *Food Chemistry*, 103(3): 952-959.
- Magnani, F. & M. Borghetti, 1995. Interpretation of seasonal changes of xylem embolism and plant hydraulic resistance in *Fagus sylvatica*, *Plant, Cell & Environment*, 18(6): 689-696.
- Majnoonian, H., 1986. Study and identification of four regions of under management of bioenvironmental organization. Training division of bioenvironmental organization Tehran, 65 p. (In Persian)
- Malvolti, M.E., M. Paciucci, F. Cannata, & S. Fineschi, 1993. Genetic variation in Italian populations of *Juglans regia* L., *Acta Hort* 311:86–94.
- Matinkia, M., B. Pilevar, L. Farhadi, H. Jafari & S. Abbasi, 2011. The effect of the canopy cover of upper mezzanine on the variation of submerged vegetation in central Zagros region. National Congress of Central Zagros forests, capabilities and bottlenecks. Lorestan Province Unitary School, Vol. 1. (In Persian)
- Mohebi Bijarpasi, M., T. Rostami Shahraji & H. Samizadeh Lahiji, 2019. Changes in leaf morphological characteristics of *Fagus orientalis* Lipesky along altitudinal gradients (Case study: Gilan forests, Masal), *Journal of Forest Research and Development*, 5(1): 27-40.
- Papiernik, S. K., M. J. Lindstrom, J. Schumacher, A. Farenhorst, A. Stephans, K. D. T. E. Schumacher & D. A. Lobb, 2005. Variation in soil properties and crop yield across an eroded prairie landscape, *Journal of Soil and Water Conservation*, 60(6): 388-395.
- Pourahmad, J., M. R. Eskandari, S. Shakibaei & M. Kamalinejad, 2010. A search for hepatoprotective activity of aqueous extract of *Rhus coriaria* L. against oxidative stress cytotoxicity, *Food and Chemical Toxicology*, 48(3): 854-858.
- Saghari, M., H. Shahrokhi, M. Rostampour & M. Eshgizade, 2016. A survey topographic factors affecting on growth parameters and establishment of sumac shrubs (*Rhus coriria*) in rangelands of East Watershed basin (Case Study: Kakhk Watershed of Gonabad County), *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 4(9): 133-150.
- Schlichting, C. D. & M. Pigliucci, 1998. Phenotypic evolution: a reaction norm perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Sharma, S., 1996. Applied multivariate techniques. John Wiley & Sones press, Inc., USA, 493 p.
- Sims, D. A. & R. W. Pearcy, 1992. Response of leaf anatomy and photosynthetic capacity in Alocasia macrorrhiza to transfer from low to high light, *American Journal of Botany*, 79(4): 449-455.
- Tavakkoli, M., F. Raiesi & M. H. Salehi, 2008. Evaluation of selected soil quality indicators in almond orchard located on north and south-facing slopes in Saman region, Shahrekord, *Journal of Agricultural Science and Natural Resource*, 15(3): 31-43. (In Persian)
- Templeton, A. R., E. Routman & C. A. Phillips, 1995. Separating population structure from population history: a cladistic analysis of the geographic distribution of mitochondrial DNA haplotypes in the tiger salamander, *Ambystoma tigrinum*, *Genetics*, 140(2): 767-782.
- Thompson, J. D., 1991. Phenotypic plasticity as a component of evolutionary change, *Trends in Ecology and Evolution*, 6(8): 246-249.
- Zhao, L. L., Y. Zhang, P. Wang, T. Luo, W. Zhang & J. Chen, 2016. Morphological and genetic variations of *Sophora davidii* populations originating from different altitudes in the mountains of southwestern China, *Flora*, 224: 1-6.

Assessment of relationship between morphological variability in sumac population and environmental variants by canonical correlation analysis

R. Mohammadi Alaghoz[1], R. Darvishzadeh[*2], A. Alojanpour[3] and M. Razi[4]

1- M.Sc. of Agricultural Biotechnology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (rasulagri88.rm@gmail.com)
2- Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)
4- PhD of Fruit Tree Physiology and Breeding, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (razi.mitra2012@gmail.com)

Received: 25.07.2019 Accepted: 11.11.2019

Abstract

The aim of this study was to investigate morphological diversity and canonical correlation analysis between four environmental variables (altitude, slope, latitude, longitude) and 10 plant characteristics (collar diameter, number of sprouts, diameter at breast height, main stem height, large crown diameter, small crown diameter, leaf length, leaf width, leaflet length) in sumac (*Rhus coriaria* L.). Plant samples were selected from five geographical locations with unique features in two provinces of East and West Azarbaijan. According to the results of descriptive statistics, the highest coefficients of variations were observed for diameter at breast height (61%), number of sprouts (52%), collar diameter (40%) and the lowest one was observed for leaf width (21%). The highest sprout was found in the plants sampled from Nizhdarreh that can be due to its bad growth conditions. Canonical correlation analysis revealed that with increasing the amounts of latitude and reducing the amounts of slope and longitude, the length of leaves increases.

Keywords: Arasbaran forests, Morphological variability, Canonical variables, Environmental variability, *Rhus coriaria* L.

[*] Corresponding author Tel: +989149734458