

ارتباط تغییرات عوامل ژئوگرافیکی و مورفولوژیکی با ویژگی های فیتوشیمیایی جمعیت های سماق ایرانی (*Rhus coriaria* L.)

رسول محمدی آلاگوز^۱، رضا درویش زاده^{۲*}، احمد علیجانپور^۳ و میترا رازی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران. (rasulagri88.rm@gmail.com)

۲- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)

۴- دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (razi.mitra2012@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۲۲

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تغییرات جغرافیایی و مورفولوژیکی بر تولید ترکیبات فیتوشیمیایی در سماق (*Rhus coriaria* L.) با استفاده از تجزیه همبستگی کانونی اجرا شد. تجزیه همبستگی کانونی بین چهار متغیر محیطی (ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب دامنه، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی) و نه صفت مورفولوژیکی (قطر یقه، تعداد جست، ارتفاع پایه اصلی، قطر بزرگ تاج، قطر کوچک تاج، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه) با مؤلفه های شیمیایی انجام شد. اطلاعات نمونه ها از پنج موقعیت جغرافیایی در دو استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی جمع آوری شدند. تجزیه همبستگی کانونی نشان داد نمونه هایی که در طول جغرافیایی بالاتر (از نظر عددی مقادیر بیشتر) و زمین های با شیب زیاد و عرض جغرافیایی کم (از نظر عددی مقادیر کمتر) قرار دارند دارای مقادیر بالای از Ellagic acid 11.49 بودند. نتایج نشان داد نمونه هایی که طول برگچه زیاد و طول برگ کمی دارند دارای مقادیر بالای از Mallic acid هستند. با افزایش طول برگچه و قطر بزرگ تاج، کاهش قابل ملاحظه ای در مقدار Quercetin و Mallic acid با افزایش طول برگچه و قطر بزرگ تاج، کاهش قابل ملاحظه ای در مقدار Mallic acid و Quercetin مشاهده شد.

واژه های کلیدی: تنوع فیتوشیمیایی، متغیرهای محیطی، متغیرهای کانونی، سماق.

پراکنش این گونه گیاهی مؤثر هستند (Shokrolahi et al., 2013).

تنوع پومولوژیکی و فیتوشیمیایی موجود در جمعیت گیاهان ممکن است به تنوع ژنتیکی و همچنین عوامل محیطی نسبت داده شود (Djabou et al., 2012). پژوهش‌های (Hussain et al., 2009) نشان داده‌اند که ترکیبات فیتوشیمیایی گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی مختلفی مانند عوامل جغرافیایی، آب و هوا، نوع خاک، قرار شدن در معرض آفتاب، تنش چرا، تغییرات فصلی و غیره قرار می‌گیرند. گزارش شده است که صفات پومولوژیکی و فیتوشیمیایی گونه‌های واکسینوم به شدت تحت تأثیر مختصات جغرافیایی مانند ارتفاع و شاخص‌های آب و هوایی مانند دما و میانگین بارندگی سالیانه قرار می‌گیرند (Zoratti et al., 2015). بر اساس گزارش (Akbarian et al., 2017) شرایط خاک، دما و ارتفاع بر فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی و مقدار متابولیت‌های ثانویه در گیاه بیهلر (*Dorema aucheri* L.) تأثیرگذار بوده است. روش‌های مختلفی برای تخمین و تعیین حضور ترکیبات زیستی فعال در گیاهان دارویی استفاده شده است. کروماتوگرافی و تکنیک‌های طیف‌سنجی مفیدترین و محبوب‌ترین ابزاری هستند که برای این منظور استفاده می‌شوند (Ashokkumar and Ramaswamy, 2014).

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

مواد و روش‌ها

مناطق مورد بررسی

سماق نام مشترک جنس *Rhus* است که دارای بیش از ۲۵۰ گونه از گیاهان گل‌دار در خانواده Anacardiaceae است (Sezik et al., 1991). این جنس در مناطق معتدل و گرمسیری در سرتاسر جهان یافت می‌شود. به‌طور کلی سماق می‌تواند در مناطقی که از نظر کشاورزی مناسب نیست، رشد کند. *Rhus coriaria* (Tanner's sumac) که در مناطق قرق‌شده واقع در جزایر قناری، مدیترانه و خاورمیانه (ایران و افغانستان) رشد می‌کند، معمولاً به عنوان ادویه و همچنین به‌عنوان گیاه دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sezik et al., 1991). گزارش شده است که خاک مناطق دارای پوشش سماق نسبت به ناحیه فاقد این درختچه دارای درصد بیشتری از نسبت کربن به ازت، پتاسیم، کلسیم و خصوصیات شیمیایی مطلوب است و اراضی تحت کشت این گونه گیاهی حاصلخیزی بیشتری دارند (Saghari et al., 2020). توده‌های گونه سماق (*Rhus coriaria* L.) که در شمال غرب ایران و در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی پراکنش دارند، اگرچه از نظر تولید چوب اهمیت کمی دارند، اما از نظر استفاده‌های غذایی-دارویی، اثرات زیست‌محیطی و حفاظت از منابع آب و خاک نقش ارزنده‌ای در این مناطق ایفا می‌کنند (Alijanpour, 2013).

تأثیرپذیری از اقلیم‌های مختلف و وجود شرایط فیزیوگرافی متنوع موجب شکل‌گیری جمعیت‌های گیاهی بسیار متنوعی از این گیاه شده است (Alijanpour, 2013). پژوهش‌های بررسی مقدار پراکنش گونه *Agropyron cristatum* در مراتع مازندران نشان داد که عوامل محیطی مختلفی مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب، وضعیت ماده آلی، بافت خاک، میزان ازت، فسفر و لاشبرگ بر مقدار

پنج ناحیه از ارتفاعات مختلف رویشگاه‌های سماق، در دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انتخاب شدند. مناطق نمونه‌برداری از آذربایجان غربی شامل کچله، دره خان و دره نیژ و از استان آذربایجان شرقی شامل آقبراز هوراند و وینق ارسباران بودند. در جدول ۱ مشخصات ژئوگرافیکی مناطق نمونه‌برداری ارائه شده است (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات ژئوگرافیکی مناطق نمونه‌برداری جمعیت‌های سماق مورد بررسی

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

منطقه	مکان	طول	عرض	ارتفاع از سطح دریا	شیب دامنه
Region	Location	Geographical Longitude	Geographical Latitude	Above sea level (m)	(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

برای اندازه‌گیری مواد فیتوشیمیایی از میوه‌های سماق استفاده شد. به این صورت که میوه‌ها در شرایط سایه خشک شدند سپس پریکارپ میوه از دانه آن جدا و به وسیله آسیاب خانگی خرد شد. پریکارپ خرد شده تا زمان استخراج ترکیبات فنولی در دمای اتاق نگهداری شد.

استخراج ترکیبات فنولی

استخراج ترکیبات فنولی در آزمایشگاه گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشگاه ارومیه و آزمایشگاه رادین (تبریز) (<http://www.radinqlab.ir/>) انجام شد. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد حجمی (HPLC grade) به نیم گرم از پریکارپ‌های خرد شده اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۴۵ دقیقه در حمام اولتراسونیک (ELMA, Germany) و در دمای اتاق سونیکیت شدند. بعد از این

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک

تعداد ۱۵ درختچه از هر منطقه با رعایت اصول نمونه برداری در یک مقیاس خطی شرقی به غربی و بالعکس به فاصله ۱۵ متر از هم انتخاب شد (Malvolti et al., 1993). در درختچه‌های انتخاب شده صفات مورفولوژیک مختلف از قبیل قطر یقه (X1; mm)، تعداد جست (X2)، ارتفاع پایه اصلی (X3; cm)، قطر بزرگ تاج (X4; cm)، قطر کوچک تاج (X5; cm)، طول برگ (X6; cm)، عرض برگ (X7; cm)، طول برگچه (X8; mm)، عرض برگچه (X9; mm) اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی صفات فیتوشیمیایی

آماده سازی نمونه‌ها

مرحله، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای اتاق ساتریفوژ شده و سپس با فیلتر سرنگی ۰/۲۲ میکرونی (ساخت شرکت پال آمریکا) فیلتر شدند. نمونه‌ها برای ادامه مراحل بعدی تجزیه، در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آنالیز HPLC-LC/MS-MS

نمونه‌های متانولی پریکارپ میوه سماق در دستگاه LC-MS/MS با سیستم اتاکن جداسازی پیوسته (Waters, Milford, MA, USA) شامل سیستم تحویل حلال چهار جزئی با نمونه‌بردار اتوماتیک و ستون متصل به ستون جدا کننده Agilent ZORBAX SB-C18 مورد تجزیه قرار شدند. شناسایی ترکیبات در دو سطح الکترواسپری منفی و مثبت انجام شد. همچنین مساحت زیر منحنی برای هر ترکیب در هر یک از نمونه‌های سماق به صورت AUC (مساحت زیر منحنی) و هم به صورت انتگریت دستی محاسبه شد. مقدار عددی آن‌ها بر حسب ppm با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه و گزارش شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی ارتباط بین تغییرات صفات فیتوشیمیایی و متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب دامنه و طول و عرض جغرافیایی و همچنین تغییرات صفات مورفولوژیک از تجزیه همبستگی کانونیک استفاده شد. تعیین تعداد متغیرهای کانونیک و انتخاب همبستگی‌های کانونیک مناسب بر مبنای مقادیر همبستگی‌های کانونیک تصحیح شده و آزمون Roy's Greatest Root انجام شد. محاسبات آماری در نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد.

نتایج

با توجه به مقادیر همبستگی کانونیک چهار متغیر محیطی و ۱۳ صفت فیتوشیمیایی مشخص شد که یک

متغیر کانونیک دارای مقادیر قابل توجهی از همبستگی کانونیک تصحیح شده است (جدول ۲). ضرایب کانونیک استاندارد شده برای صفات Ellagic acid 11.49 با اثر مثبت و Mallic acid با اثر منفی بیشترین سهم را در تشکیل متغیر اول کانونیک ویژگی‌های فیتوشیمیایی داشتند (جدول ۳). مقادیر مربوط به ضرایب متغیر کانونیک اول در ویژگی‌های محیطی گویای تأثیر مثبت طول جغرافیایی و شیب دامنه و تأثیر منفی چشمگیر عرض جغرافیایی در تشکیل این متغیر است. ضرایب دومین متغیر کانونیک، تفاوت قابل-توجهی را با ضرایب اولین متغیر نشان داد به طوری که Ellagic acid 8.7، Mallic acid، Quercetin، Gallic acid و Ellagic acid 11.49 با اثر مثبت بسیار بزرگ و Gallic acid 6.5 و Ellagic acid 13.97 با اثر منفی بزرگ سهم خود را در این متغیر کانونیک نشان دادند. همچنین به طور مشابه بیشترین ضرایب دومین متغیر کانونیک با علامت منفی برای ویژگی‌های جغرافیایی مربوط به عرض جغرافیایی بود. طول جغرافیایی و شیب دامنه نیز ضریب تقریباً مشابه و مثبتی را داشتند. با بررسی معادله اول چنین به نظر می‌رسد که ظاهراً نمونه‌هایی که در طول جغرافیایی بالاتر (از نظر عددی مقادیر بیشتر) و زمین‌های با شیب زیاد و عرض جغرافیایی کم (از نظر عددی مقادیر کمتر) قرار دارند دارای مقادیر بالایی از Ellagic acid 11.49 هستند. تفسیر دومین جفت از متغیرهای کانونی باز هم تأثیر بسیار مهم عرض جغرافیایی در تغییر برخی از صفات فیتوشیمیایی را نشان داد؛ به طوری که با کاهش شدید عرض جغرافیایی مقادیر 8.7، Gallic acid، Quercetin، Mallic acid و Ellagic acid 11.49 افزایش قابل توجه و زیادی را نشان دادند. ترکیبات فیتوشیمیایی دیگر مانند Gallic acid 6.5 و Ellagic acid 13.97 با کاهش عرض جغرافیایی کاهش شدیدی نشان دادند.

جدول ۲- مقادیر همبستگی‌های کانونیک بین صفات فیتوشیمیایی و عوامل محیطی در سماق

Table 2. Canonical correlation between phytochemical traits and environmental factors in sumac

Roy's Greatest Root	توان دوم همبستگی کانونیک Squared of Canonical Correlation	همبستگی کانونیک تصحیح شده Corrected canonical correlation	همبستگی کانونیک Canonical correlation	شماره Number
2.15	0.64	0.76	0.80	1
0.95	0.24	0.33	0.49	2
0.72	0.15	0.25	0.39	3
0.53	0.08	0.14	0.28	4

ns و * به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

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

جدول ۳- مقادیر ضرایب همبستگی کانونیک در دو متغیر اول بین صفات فیتوشیمیایی و عوامل محیطی در سماق

Table 3. The values of canonical correlation coefficients in the first two variables between phytochemical traits and environmental factors in sumac

همبستگی صفت با متغیر کانونیک گروه دیگر Correlation of trait with canonical variable in another group	بارهای کانونیک Canonical bars		ضرایب کانونیک استاندارد شده Standardized canonical coefficients		گروه‌های متغیری Variable groups	
	2	1	2	1		
-0.11	0.11	-0.22	0.13	-1.08	0.22	Gallic acid 6.5
0.00	-0.12	0.00	-0.15	0.91	-0.07	Gallic acid 8.7
0.00	-0.14	0.01	-0.17	1.06	0.35	Quercetin
0.17	-0.59	0.35	-0.73	1.02	-0.53	Mallic acid
0.05	-0.41	0.11	-0.51	-0.07	-0.39	Mallic acid hexoside 2.71
0.14	-0.43	0.29	-0.53	-0.11	0.29	Mallic acid hexoside 6.11
0.09	-0.48	0.18	-0.60	-0.54	-0.33	Coumaric acid
0.20	0.07	0.40	0.09	-0.35	0.01	Coumaric acid 8.9
0.13	-0.27	0.27	-0.34	-0.22	-0.16	Caftaric acid
0.24	-0.06	0.48	-0.07	-0.04	-0.17	Linoleic acid
0.22	0.02	0.46	0.03	0.41	0.11	Linoleic acid 5
0.27	0.44	0.55	0.54	0.97	0.58	Ellagic acid 11.49
-0.01	-0.14	-0.03	-0.17	-1.25	-0.05	Ellagic acid 13.97
0.09	0.33	0.19	0.41	0.13	-1.35	ارتفاع از سطح دریا (متر) Height above sea level (m)
-0.44	0.05	-0.89	0.06	-0.22	4.06	شیب دامنه (درصد) Slope slider (%)
-0.12	-0.29	-0.25	-0.36	-1.11	-8.06	عرض جغرافیایی Latitude
0.18	-0.26	0.37	-0.32	1.37	5.01	طول جغرافیایی Longitude

Phytochemical traits

Environmental characteristics

تصحیح شده هستند (جدول ۴). ضرایب کانونیک استاندارد شده برای صفت طول برگچه با اثر مثبت و طول برگ با اثر منفی بیشترین سهم را در تشکیل متغیر

مقادیر همبستگی کانونیک ۹ صفت مورفولوژیکی و ۱۳ صفت فیتوشیمیایی نشان داد که ۲ متغیر کانونیک دارای مقادیر قابل توجهی از همبستگی کانونیک

6.11 نشان داد، به طوری که با افزایش طول برگچه و قطر بزرگ تاج، کاهش قابل توجه در مقدار Quercetin و Mallic acid hexoside مشاهده شد. همچنین کاهش عرض برگچه و قطر کوچک تاج با کاهش میزان Quercetin و Mallic acid hexoside 6.11 هم‌راستا بود. ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در فایل تکمیلی ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین همبستگی مثبت بین صفات طول برگچه و Mallic acid ($r = 0/31$) مشاهده شد. بین Quercetin با همه صفات مورفولوژیکی همبستگی مثبت مشاهده شد. همبستگی بسیار ناچیز ($r = 0/005$) بین طول برگ و Ellagic acid 11.49 مشاهده شد. همبستگی منفی بین Ellagic acid 13.97 با اکثر صفات وجود داشت. بر اساس ضرایب همبستگی بین صفات فیتوشیمیایی و عوامل محیطی (فایل تکمیلی ۲)، بیشترین همبستگی مثبت بین صفات طول جغرافیایی و Mallic acid ($r = 0/24$) مشاهده شد. همبستگی بسیار ناچیز بین صفات ارتفاع از سطح دریا و Gallic acid 8.7 ($r = 0/004$) مشاهده شد.

کانونیک اول ویژگی‌های مورفولوژیک داشتند (جدول ۵). مقادیر مربوط به ضرایب متغیر کانونیک اول در ویژگی‌های فیتوشیمیایی گویای تأثیر مثبت Mallic acid و تأثیر منفی چشمگیر Quercetin در تشکیل این متغیر است.

ضرایب دومین متغیر کانونیک تفاوت زیادی را با ضرایب اولین متغیر نشان داد به طوری که طول برگچه با اثر مثبت بسیار بزرگ و عرض برگچه با اثر منفی بسیار بزرگ سهم خود را در این متغیر کانونیک نشان دادند. همچنین به طور مشابه بیشترین ضرایب دومین متغیر کانونیک با علامت منفی برای ویژگی‌های فیتوشیمیایی مربوط به Quercetin و Mallic acid 6.11 hexoside بود. Ellagic acid 13.97 و Ellagic acid 11.49 نیز ضریب تقریباً مشابه و مثبتی را نشان دادند.

با بررسی معادله اول چنین به نظر می‌رسد که ظاهراً نمونه‌هایی که طول برگچه زیاد و طول برگ کمی دارند دارای مقادیر بالایی از Mallic acid هستند. تفسیر دومین جفت از متغیرهای کانونی باز هم تأثیر بسیار مهم طول برگچه و قطر بزرگ تاج را بر ترکیب فیتوشیمیایی Quercetin و Mallic acid hexoside

جدول ۴- مقادیر همبستگی‌های کانونیک بین صفات فیتوشیمیایی و مورفولوژیک در سماق

Table 4. Canonical correlation between phytochemical and morphological traits in sumac

Roy's Greatest Root	توان دوم همبستگی کانونیک Squared of Canonical Correlation	همبستگی کانونیک تصحیح شده Corrected Canonical Correlation	همبستگی کانونیک Canonical Correlation	شماره Number
1.31	0.569683	0.660531	0.754774	1
1	0.439072	0.55172	0.662625	2
0.76	0.295485	0.366857	0.543585	3
0.61	0.22561	0.304321	0.474984	4
0.47	0.182822	.	0.427577	5
0.27	0.086619	0.122589	0.294311	6
0.16	0.032803	.	0.181117	7
0.12	0.020044	.	0.141577	8
0.04	0.00291	.	0.053948	9

ns و * به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

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

جدول ۵- مقادیر ضرایب همبستگی کانونیک در دو متغیر اول بین صفات فیتوشیمیایی و صفات مورفولوژیک در سماق

Table 5. The values of canonical correlation coefficients in the first two variables between phytochemical traits and morphological traits in sumac.

همبستگی صفت با متغیر کانونیک گروه دیگر		ضرایب کانونیک استاندارد شده				گروه‌های متغیری Variable groups	
Correlation of trait with canonical variable in other group		بارهای کانونیک		Standardized canonical coefficients			
2	1	2	1	2	1		
-0.1717	0.0471	-0.259	0.0624	-0.5488	-0.0581	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	Morphological traits
0.0796	-0.5434	0.1201	-0.7199	0.1268	-0.5012	تعداد جست Number of sprouts	
-0.2558	0.1924	-0.386	0.2549	-0.2163	-0.0364	ارتفاع پایه اصلی (سانتی‌متر) Stock height (cm)	
0.0463	0.0535	0.0699	0.0709	0.8952	0.1906	قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر) Great crown diameter (cm)	
-0.2739	-0.0696	-0.4134	-0.0922	-0.6197	-0.2335	قطر کوچک تاج (سانتی‌متر) Small crown diameter (cm)	
0.003	0.1148	0.0045	0.1521	-0.3539	-0.8957	طول برگ (سانتی- متر) Leaf length (cm)	
-0.1788	-0.1278	-0.2698	-0.1693	-0.211	-0.408	عرض برگ (سانتی- متر) Leaf width (cm)	
-0.0502	0.432	-0.0758	0.5724	1.5804	0.8517	طول برگچه (میلی- متر) Leaflet length (mm)	
-0.2291	0.4272	-0.3458	0.566	-1.46	0.3475	عرض برگچه (میلی- متر) Leaflet width (mm)	
0.2871	-0.1473	0.4333	-0.1952	0.4878	-0.1553	Gallic acid 6.5	
0.3635	0.0223	0.5486	0.0295	0.3232	0.2091	Gallic acid 8.7	
0.2293	0.0597	0.3461	0.0791	-1.1478	-0.4723	Quercetin	
0.2057	0.5349	0.3104	0.7086	0.7761	0.9925	Mallic acid	
0.2185	0.3055	0.3297	0.4048	-1.0943	0.1003	Mallic acid Hexoside 2.71	
0.3155	0.3925	0.4761	0.52	0.5292	-0.2158	Mallic acid Hexoside 6.11	

ادامه جدول ۵.

Continued table 5.

همبستگی صفت با متغیر کانونیک گروه دیگر		ضرایب کانونیک استاندارد شده				گروه‌های متغیری
Correlation of trait with canonical variable in another group		بارهای کانونیک		Standardized canonical coefficients		Variable groups
2	1	2	1	2	1	
0.0972	0.2556	0.1467	0.3387	0.1713	-0.0848	Coumaric acid
0.0569	-0.1386	0.0859	0.1836	-0.7486	-0.4829	Coumaric acid 8.9
-0.0731	0.2632	0.1103	0.3488	0.0266	0.4471	Caftaric acid
0.0471	0.0174	0.0711	0.023	-0.4893	0.1346	Linoleic acid
0.0852	-0.1264	0.1285	0.1675	-0.0981	-0.3483	Linoleic acid 5
0.1804	-0.3961	0.2723	0.5248	1.0427	-0.1538	Ellagic acid 11.49
0.3624	0.0795	0.5469	0.1054	1.2471	0.1059	Ellagic acid 13.97

بحث

نظر عددی مقادیر کمتر) قرار دارند دارای مقادیر بالایی از Ellagic acid 11.49 هستند. عامل جهت جغرافیایی بر مقدار آب در دسترس گیاه، درجه حرارت خاک و مقدار نور دریافتی توسط گیاه تأثیر می‌گذارد. از سوی دیگر تفاوت در شدت تابش نور در جهت‌های مختلف یک دامنه سبب به وجود آمدن تغییرات اقلیمی محلی در آن دامنه می‌شود (Kazemi et al., 2011). عوامل محیطی از طریق تأثیر بر مقدار کلی متابولیت‌ها، تأثیر بر ترکیبات تشکیل دهنده متابولیت‌ها و همچنین تأثیر بر مقدار تولید وزن خشک بر عملکرد فیتوشیمیایی گیاه اثر می‌گذارند (Cseke et al., 2006). از بین چهار مؤلفه جغرافیایی، مؤلفه‌های عرض و طول جغرافیایی بیشترین تأثیر و ارتفاع از سطح دریای آزاد کمترین تأثیر را در تولید ترکیبات فیتوشیمیایی داشته‌اند. علاوه بر این افزایش طول جغرافیایی و شیب دامنه به‌طور غالب سبب کاهش تولید در اکثر ترکیبات شده است. به‌طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عرض جغرافیایی بیشترین تأثیر را در تولید یا عدم تولید برخی ترکیبات شیمیایی داشته است و به‌عنوان عامل محدودکننده در

گیاهان دارویی حاوی طیف گسترده‌ای از مولکول‌های تخریب‌کننده رادیکال‌های آزاد مانند ترکیبات فنولیک (اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، کاتچین‌ها، پروآنتوسیانیدین‌ها، کوئینون‌ها، کومارین‌ها، تانن‌ها و غیره)، ترکیبات نیتروژن‌دار (آلکالوئیدها، آمین‌ها، بتالین‌ها و غیره)، کاروتنوئیدها و دیگر متابولیت‌های ثانویه هستند (Cai et al., 2003). محققین Rawat et al. (2014) گزارش کردند ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند فصل، آب و هوا و شرایط زیستگاه و همچنین ترکیب ژنتیکی قرار می‌گیرد. تغییرات زیاد ترکیبات فنلی در این بررسی بین جمعیت‌های مورد بررسی می‌تواند به دلیل شرایط زیستگاه‌های مختلف جمعیت‌ها باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده هر چهار مورد از ویژگی‌های جغرافیایی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر مقدار ترکیبات فیتوشیمیایی داشته‌اند. نتایج نشان داد ظاهراً نمونه‌هایی که در طول جغرافیایی بالاتر (از نظر عددی مقادیر بیشتر) و زمین‌های با شیب زیاد و عرض جغرافیایی کم (از

برگ از اهمیت بسیاری برخوردار بودند. صفاتی مانند شکل و اندازه برگ در میوه‌های چند ساله توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شوند (Migicovsky et al., 2017) اما این صفات به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی و عوامل متأثر از شرایط خاک (Edaphic) نیز قرار دارند. نتایج این پژوهش نشان داد نمونه‌هایی که طول برگچه زیاد و طول برگ کمی دارند، دارای مقادیر بالایی از Mallic acid هستند. تغییر در ویژگی‌های برگ می‌تواند تأثیر زیادی بر تولید متابولیت‌های گیاه داشته باشد چون تغییر در محتوای کلروفیل برگ با تنش و پیری گیاه همراه است (Tripathi and Gautam, 2007). به‌طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که افزایش اندازه در صفاتی مانند طول برگچه و طول برگ بیشترین تأثیر را در تغییر ترکیبات فیتوشیمیایی داشته‌اند. با توجه به آنچه در نتایج بالا ذکر شد می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عامل محدودکننده در پژوهش، صفات برگ‌گی مثل طول برگ و برگچه است.

References

- Akbarian, A.; Rahimmalek, M.; Sabzalian, M. R.; Saeidi, G., Assessment of phytochemical, morphological and antioxidant variation of bilehar (*Dorema aucheri*) populations cultivated in different environmental conditions. *Journal of Medicinal Plants* **2017**, *16* (62), 120-135.
- Alijanpour, A.; The effect of physiographic factors on quantitative and qualitative characteristics of *Rhus coriaria* L. in Arasbaran region (Horand County). *Iranian Journal of Forest* **2013**, *5* (4), 431-442. (In Persian)
- Ashokkumar, R.; Ramaswamy, M., Phytochemical screening by FTIR spectroscopic analysis of leaf extracts of selected Indian medicinal plants. *International journal of Current Microbiology and applied Sciences* **2014**, *3* (1), 395-406.
- Cai, Y.; Sun, M.; Corke, H., Antioxidant activity of betalains from plants of the

تولید ترکیبات شیمیایی معرفی می‌شود. Demasi et al. (2018) گزارش کردند که با کاهش عرض جغرافیایی مقدار ترکیبات فرار و چربی‌های ضروری در گیاه *Lavandula angustifolia* Mill افزایش یافته است. (2008) Rieger et al. گزارش کردند محتوای آنتوسیانین با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد. در بررسی بررسی اثر متغیرهای مورفولوژیکی و ارتفاع از سطح دریا بر تولید سقز بنه در جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری مشخص شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میانگین تولید سقز افزایش یافت (Iranmanesh et al., 2019). در پژوهشی ارتباط برخی از عوامل محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در مراتع دنبلید طالقان مورد بررسی قرار شد، نتایج نشان داد که بافت، مقدار ماده آلی و درصد شیب از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی منطقه مورد بررسی بودند (Zarehesari et al., 2015).

در بین صفات مختلف مورفولوژیک، شاخص‌های

- Amaranthaceae. *Journal of agricultural and food chemistry* **2003**, *51* (8), 2288-2294.
- Cseke, L. J.; Kirakosyan, A.; Kaufman, P. B.; Warber, S.; Duke, J. A.; Briemann, H. L., *Natural products from plants*. CRC press: 2016.
- Demasi, S.; Caser, M.; Lonati, M.; Cioni, P. L.; Pistelli, L.; Najar, B.; Scariot, V., Latitude and altitude influence secondary metabolite production in peripheral alpine populations of the Mediterranean species *Lavandula angustifolia* Mill. *Frontiers in plant science* **2018**, *9*, 983.
- Djabou, N.; Muselli, A.; Allali, H.; Dib, M. E. A.; Tabti, B.; Varesi, L.; Costa, J., Chemical and genetic diversity of two Mediterranean subspecies of *Teucrium polium* L. *Phytochemistry* **2012**, *83*, 51-62.
- Hussain, J.; Khan, A.L.; Rehman, N.; Zainullah, S.T.; Khan, F.; Hussain, S.; Shinwari, Z.; Proximate and nutrient analysis of selected medicinal plant species of Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition* **2009**, *8*: 620-624.

- Iranmanesh, Y.; Jahanbazi, H.; Talebi, M.; Mahinpour, H.; Effect of morphological variables, altitude and tree gender on gum production of *Pistacia atlantica* in Chaharmahal & Bakhtiari Province forests. *Forest Research and Development* **2019**, *5* (2), 195-207. (In Persian)
- Kazemi, S. E.; Shahmoradi, A. A.; Padyab, M.; Shafiee, A.; Ghasemi Aryan, Y.; Autecology of *Dorema aucheri* in Rangeland Ecosystems of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province. *Iranian Journal of Range and Desert Research* **2011**, *17* (4), 564-574. (In Persian)
- Malvolti, M.; Paciucci, M.; Cannata, F.; Fineschi, S. In *Genetic variation in Italian populations of Juglans regia L*, International Walnut Meeting 311, 1991; pp 86-94.
- Migicovsky, Z.; Li, M.; Chitwood, D. H.; Myles, S., Morphometrics reveals complex and heritable apple leaf shapes. *Frontiers in plant science* **2018**, *8*, 2185.
- Rawat, S.; Bhatt, N. D.; Rawal, R. S.; Nandi, H. K., Effect of developmental stage on total phenolics composition and anti-oxidant activities in *Hedychium spicatum* Buch.-Ham. ex. D. Don. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **2014**, *89* (5), 557-563.
- Rieger, G.; Muller, M.; Guttenberger, H.; Bucar, F., Influence of altitudinal variation on the content of phenolic compounds in wild populations of *Calluna vulgaris*, *Sambucus nigra*, and *Vaccinium myrtillus*. *Journal of agricultural and food chemistry* **2008**, *56* (19), 9080-9086.
- Saghari, M.; Saghari, M.; Roosta, M.; Helalbaky, Y.; Effects of plantation of *Rhus coriaria* and *Amygdalus scoparia* on some chemical properties of soil (Case study: Kakhk, Gonabad). *Forest Research and Development* **2020**, *6* (2), 185-202 (In Persian).
- Sezik, E.; Tabata, M.; Yesilada, E.; Honda, G.; Goto, K.; Ikeshiro, Y., Traditional medicine in Turkey I. Folk medicine in northeast Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology* **1991**, *35* (2), 191-196.
- Shokrolahi, S.H.; Moradi, H. R.; Dianati Tilaki, G. H. A.; Survey of some environmental factors affecting on distribution of *Agropyron cristatum* (case study: Polur summer rangelands, Mazandaran province). *Watershed Management Researches (Pajouhesh-Va-Sazandegi)* **2013**, *97*, 111-119. (In Persian)
- Tripathi, A.; Gautam, M., Biochemical parameters of plants as indicators of air pollution. *Journal of Environmental Biology* **2007**, *28* (1), 127.
- Zarehesari, B.; Ghorbani, A.; Azimi Moazem, F.; Hashemi Majd, K.; Asghari, A.; Ecological factors of effective on species dispersing *Artemisia fragrans* Willd in south west slope Sabalan. *Journal of Rangeland* **2015**, *8* (3), 238-250. (In Persian)
- Zoratti, L.; Palmieri, L.; Jaakola, L.; Häggman, H., Genetic diversity and population structure of an important wild berry crop. *AoB Plants* **2015**, *7*, 117.

Relation between geographical and morphological variations with phytochemical characteristics of Iranian Sumac (*Rhus coriaria* L.) populations

R. Mohammadi Alaghuz¹, R. Darvishzadeh^{*2}, A. Alijanpour³ and M. Razi⁴

1- M.Sc., 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, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)

3- Ph.D., 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: 12.03.2021 Accepted: 24.05.2021

Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship between geographical and morphological changes on the production of phytochemical compounds in sumac (*Rhus coriaria* L.) using canonical correlation analysis. Canonical correlation analysis between four environmental variables (height above sea level, slope percentage, latitude, longitude) and 9 morphological traits (collar diameter, number of sprouts, stock height, great crown diameter, small crown diameter, leaf length, leaf width, leaflet length, leaflet width) with phytochemical components was investigated. Samples were collected from five geographical locations in the two provinces of East Azarbayjan and West Azarbayjan. Canonical correlation analysis showed that the samples from higher longitude (numerically higher values) and lands with high slope and low latitude (numerically lower values) had high levels of Ellagic acid 11.49. Results revealed that samples with high leaflet length and low leaf length had high levels of Mallic acid. With increasing leaflet length and great crown diameter, significant decrease in level of Quercetin and Mallic acid hexocide 6.11 was observed.

Keywords: Phytochemical diversity, Environmental variables, Canonical variables, *Rhus coriaria* L.

* Corresponding author

Tel: +984432779558