

## تنوع شیمیایی افراد گونه *Astragalus verus* (Fabaceae)، بر اساس الگوی فلاونوئیدی در غرب ایران

مهتاب عسگری نعمتیان<sup>۱\*</sup>، مرتضی عطری<sup>۲</sup> و عبدالکریم چهرگانی راد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشگاه پیام نور مرکز بهار (همدان)

<sup>۲</sup> گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

### چکیده

گونه (*Astragalus*) به عنوان بزرگترین جنس گیاهان آونددار به شمار می‌رود. این جنس دارای ۲۵۰۰-۳۰۰۰ گونه و ۲۵۰ بخش است. این بررسی به منظور تعیین و تشخیص تنوع درون گونه‌ای در افراد گونه *Astragalus verus* Olivier از نظر فلاونوئیدها در غرب ایران انجام گرفت. ترکیبات فنلی برگ‌ها در جمعیت‌های مختلف گونه *A. verus* مربوط به ۲۰ زیستگاه مختلف از غرب کشور استخراج و به روش TLC مطالعه گردید و حضور یا فقدان سه استاندارد فلاونوئیدی (فلاوون، کوئرستین و روتین) در آنها بررسی شد. سرانجام داده‌های به دست آمده از مطالعات فلاونوئیدی توسط نرم‌افزارهای MVSP و SPSS به روش‌های PCA و WARD و UPGMA آنالیز شدند. نتایج به دست آمده از مطالعات فلاونوئیدی، تنوع درون گونه‌ای در سطح ترکیبات شیمیایی را نشان داد. گروه‌های مختلف از نظر ترکیبات فنلی برای افراد گونه *A. verus* در غرب ایران از زیستگاه‌های مطالعه شده به دست آمد. این گروه‌ها در زیستگاه‌های مختلف تحت شرایط اکولوژیک متفاوت حضور داشتند. عوامل اکولوژیک مورد مطالعه، شامل: بافت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی بودند. آنالیز داده‌های اکولوژیک نشان داد در بین عوامل مورد مطالعه، عامل ارتفاع مهمترین نقش را در ایجاد تنوع درون گونه‌ای در غرب کشور دارد.

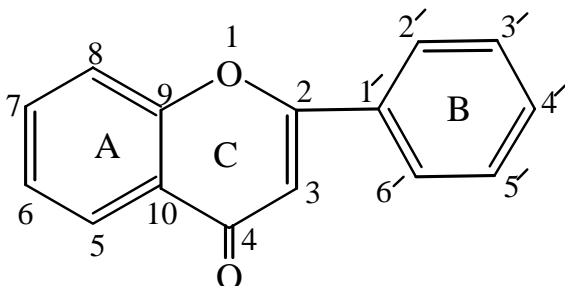
**واژه‌های کلیدی:** گونه، ترکیبات فلاونوئیدی، تنوع درون گونه‌ای

### مقدمه

فلاونوئیدها به عنوان یکی از بزرگترین گروه ترکیبات طبیعی شناخته می‌شوند. تا به امروز متجاوز از ۴۰۰۰ فلاونوئید شناخته شده است که به طور وسیعی در برگ‌ها،

دانه‌ها، پوسته و گل‌های گیاهان وجود دارند (Medica- Saric et al., 2004). به طور خلاصه، فلاونوئیدها بزرگترین گروه ترکیبات طبیعی فنلی در گیاهان هستند و به دلیل حضور آنها در تقریباً همه گروه‌های گیاهی، در بیشتر

پستانداران که منجر به تولید پروستاگلندین و ممانعت از رشد تومور می‌شود به‌طور کامل تشریح شده است (Middleton and Kandaswami, 1993).



شکل ۱- اسکلت عمومی فلاونوئیدها (Markham, 1982)

مطالعات کموتاکسونومیک به کارهای دوکاندول بر می‌گردد (Hegnauer, 1967). Erdtman (۱۹۵۶) ترکیبات فنلی را در افراد جنس *Pinus L.* مطالعه و از آنها در رده‌بندی و گروه‌بندی گونه‌ها استفاده نمود. Semmar و همکاران در سال ۲۰۰۵، بر اساس تفاوت الگوهای فلاونوئیدی افراد *Astragalus caprinus L.* چهار کموتیپ از این گونه را معرفی کردند، که این کموتیپ‌ها متعلق به شرایط اکولوژیک و اقلیمی متفاوتی بودند. در بررسی‌های انجام شده بر روی جمعیت‌های مختلف گونه *Artemisia pedemontana Balb.* موجود در زیستگاه‌های مختلف، تنوع ترکیبات شیمیایی آنها به اثبات رسید (Perez-Alosa et al., 2003). تنوع شیمیایی در سطح درون گونه‌ای (کموتیپ) در جمعیت‌های مختلف *Cryptocarya mandioccana Meissner* (Lauraceae) مشخص کرد که هر یک از این کموتیپ‌ها در زیستگاه‌های مختلف تحت شرایط اکولوژیک متنوع حضور داشتند (Telascrea et al., 2006). نتایج مطالعات مذکور شده نشان داد عوامل اکولوژیک نقش مهمی در

مطالعات مربوط به عصاره‌های گیاهی بررسی می‌شوند و ساختار عمومی همه آنها یک اسکلت ۱۵ کربنه به صورت دو یا سه حلقه متصل به هم است (شکل ۱) (Markham, 1982). اگرچه از این ترکیبات در تمام سطوح رده‌بندی و در اغلب گروه‌های گیاهی می‌توان استفاده نمود، ولی کاربرد آنها در درجه اول در بررسی روابط بین گونه‌ای نزدیک و همچنین تنوعات درون گونه‌ای حایز اهمیت است (Judd et al., 1999). فلاونوئیدها ترکیبات دی فنیل پروپانوییدی هستند که تقریباً در همه گیاهان یافت می‌شوند و نقش‌های فراوانی برای این ترکیبات شناخته شده است. در گیاهان عالی فلاونوئیدها دفاع در برابر نور ماوراءبنفش، پاتوژن‌ها، علف‌خواران را سبب می‌شوند. نقش ویژه آنها در گیاهان در ایجاد رنگ و تثبیت نیتروژن در گیاهان است که دارای زندگی همزیستی‌اند. آثار سلامت فلاونوئیدها بیشتر در نتیجه خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و توانایی کلاته‌کنندگی آنهاست. مطالعات زیادی انجام شده است تا مؤثر بودن فلاونوئیدها به عنوان عوامل ضدقارچی، ضدباکتریایی، ضد ویروسی، ضد التهاب، آنتی‌اکسیدانت، تعادل‌کننده ایمنی، و ضد عوامل موتاژن سمی را به اثبات رساند (Medica-Saric et al., 2004). امروزه بسیاری از ترکیبات مصنوعی و طبیعی فلاونوئیدها برای مقابله با ویروس‌ها و سلول‌های سرطانی استفاده می‌شود. کوئرستین، روتین، پلارگونیدین، لوکوسیانیدن و نارنجین از ترکیباتی هستند که خاصیت ضد ویروسی دارند. این مواد با خاموش کردن سنتز پروتئین میزبان که توسط ویروس القا شده، عمل بازدارندگی خود را نشان می‌دهند. دخالت احتمالی کوئرستین در فعال کردن و اصلاح پاسخ‌های ایمنی شناختی

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی و مناطق جمع‌آوری آنها

با استفاده از منابع موجود و با مراجعه به مراکز تحقیقاتی چهار استان همدان، کرمانشاه، کردستان و اراک و استفاده از هرباریوم‌های آنها، مناطق پراکنش گونه مورد نظر در چهار استان مشخص گردید. سپس مواد گیاهی از ۲۰ زیستگاه مختلف *A. verus* تحت شرایط اکولوژیک متفاوت در چهار استان مورد بررسی جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده، خشک و پرس شده، پس از شناسایی در هرباریوم دانشگاه بوعلی سینا نگهداری شد. در هر زیستگاه، علاوه بر جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی مورد نظر، عوامل اکولوژیک و اداپتیک مختلف، از قبیل: طول و عرض جغرافیایی زیستگاه، ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک، اسیدیته و هدایت الکتریکی، درصد و جهت شیب بررسی گردید.

ایجاد تنوع درون گونه‌ای دارند. با توجه به اینکه افراد گونه *A. verus* دارای گسترش نسبتاً وسیعی در مناطق مورد بررسی بوده، در زیستگاه‌های مختلف، تحت شرایط اکولوژیک متفاوت قادر به استقرار و بقا هستند، هدف از این مطالعه تشخیص وجود یا فقدان تنوع درون گونه‌ای، در افراد گونه مورد نظر در زیستگاه‌های مختلف تحت شرایط اکولوژیک متفاوت است. با توجه به اهمیت فلاونوئیدها به عنوان نشانگرهای ژنتیکی مناسب در روشن نمودن قرابت‌ها و تنوع‌های درون گونه‌ای و بین گونه‌ای، از این ترکیبات در تعیین تیپ‌های احتمالی موجود در جمعیت‌های متفاوت گونه گیاهی مورد نظر در چند ناحیه از غرب ایران استفاده شد.

جدول ۱- زیستگاه‌های مطالعه شده گونه *A. verus* در غرب ایران

ایستگاه	استان	Voucher number	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
<i>A. verus</i> 1	همدان	7286	N 34° 47' 44"	E 43° 11' 7.1"	2324
<i>A. verus</i> 2	همدان	7287	N 34° 47' 40"	E 43° 11' 34"	2517
<i>A. verus</i> 3	همدان	7288	N 34° 47' 45"	E 43° 11' 34"	2408
<i>A. verus</i> 4	همدان	7289	N 34° 47' 44"	E 43° 11' 33"	2305
<i>A. verus</i> 5	همدان	7290	N 34° 47' 42"	E 48° 11' 42"	2216
<i>A. verus</i> 6	همدان	7291	N 34° 47' 40"	E 48° 11' 42"	2350
<i>A. verus</i> 7	همدان	7292	N 34° 43' 29"	E 43° 26' 15"	2563
<i>A. verus</i> 11	همدان	7293	N 34° 14' 00"	E 43° 04' 31"	1723
<i>A. verus</i> 14	همدان	7294	N 35° 22' 36"	E 43° 55' 45"	2024
<i>A. verus</i> 15	همدان	7295	N 35° 22' 37"	E 48° 55' 46"	2015
<i>A. verus</i> 20	همدان	7296	N 34° 37' 54"	E 48° 17' 45"	1898
<i>A. verus</i> 23	همدان	7297	N 34° 45' 13"	E 48° 29' 22"	1750
<i>A. verus</i> 24	همدان	7298	N 34° 45' 19"	E 48° 29' 19"	1800
<i>A. verus</i> 30	کرمانشاه	7299	N 34° 17' 00"	E 46° 56' 00"	1640
<i>A. verus</i> 31	کرمانشاه	7300	N 34° 17' 00"	E 46° 15' 00"	1850
<i>A. verus</i> 32	کرمانشاه	7301	N 34° 14' 00"	E 46° 15' 00"	2600
<i>A. verus</i> 37	کردستان	7302	N 35° 1.7' 00"	E 46° 56' 00"	1800
<i>A. verus</i> 38	همدان	7303	N 34° 4.3' 00"	E 49° 36' 00"	2550
<i>A. verus</i> 39	همدان	7304	N 34° 4.3' 00"	E 49° 36.7' 00"	1650
<i>A. verus</i> 41	همدان	7305	N 33° 53.3' 00"	E 49° 32.8' 00"	1680

شیوه جداسازی مواد، تعداد نوارها و لکه‌های تشکیل شده و همچنین رنگ آنها در نور مرئی و UV-366nm قبل و بعد از اسپری نمودن با معرف‌ها مطالعه شد.  $R_f$  هر یک از لکه‌ها نیز به روش زیر محاسبه گردید. (Medica- Saric *et al.*, 2004).

$$R_f = \frac{\text{فاصله لکه از مبدأ}}{\text{فاصله جبهه حلال از مبدأ}}$$

برای مطالعه مقایسه‌ای فلاونوئیدهای برگ، در جمعیت‌های گونه مورد مطالعه به روش کروماتوگرافی یک بعدی، از حلال‌های مختلف استفاده شد که در جدول ۲ آورده شده است. در نهایت، حلالی که به طور نسبی برای گونه مورد مطالعه، تفکیک مناسبی را ارائه نمود، انتخاب گردید. تفکیک عصاره‌های فلاونوئیدها به کمک فاز متحرک BAW (شامل: بوتانول نرمال - استیک اسید - آب مقطر به نسبت ۵:۱:۴) حاصل شد. بعد از خاتمه کروماتوگرافی، هر یک از کروماتوگرام‌ها با معرف دی فنیل بوریک اسید اتانول آمین استر اسپری شدند. بعد از خشک شدن، رنگ و  $R_f$  لکه‌های ایجاد شده در نور سفید و UV-366 nm بررسی شدند. (Medica- Saric *et al.*, 2004).

### مطالعه عوامل اکولوژیک

ضمن جمع‌آوری داده‌های فلوریستیک، داده‌های اکولوژیک زیستگاه‌های مورد مطالعه *A. verus* جمع‌آوری شدند. موقعیت هر زیستگاه توسط دستگاه GPS مشخص گردید. سپس داده‌های اکولوژیک جمع‌آوری شده از هر زیستگاه در فرم‌های ویژه‌ای وارد گردید. از بین داده‌های

### آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی به منظور استخراج فلاونوئیدها

ابتدا نمونه‌های گیاهی هر جمعیت، خشک گردید. به علت حساس بودن فلاونوئیدها به افزایش دما، عمل خشک شدن نمونه‌های گیاهی در دمای پایین و سایه، انجام شد. سپس برگ‌های خشک شده هر تاکسون جدا و در پاکت‌های کاغذی مخصوص به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های انتخاب شده از هر نظر سالم و دور از هر گونه آلودگی قارچی، میکروبی، نکروز و ... بودند. سپس برگ‌ها خرد و در ظروف پلاستیکی در دمای ۴°C و دور از رطوبت نگهداری شدند.

### استخراج فلاونوئیدها

۵۰۰ میلی گرم پودر برگ خشک شده از هر نمونه گیاهی در ارلن ۲۵ میلی لیتری ریخته شد و ۱۰ میلی لیتر متانول ۹۹٪ به آن اضافه گردید. ارلن‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اولترا سونیک با دور بالا قرار داده شدند. عصاره‌های حاصل با کاغذ صافی، صاف و برای آنالیز با TLC در یخچال نگهداری شدند (Pereira *et al.*, 2004).

### کروماتوگرافی به روش TLC

در این تحقیق، از صفحات آماده 25 Feuilles d'aluminium CCM (20×20) Gel de silice 60 F<sub>254</sub> (Merck) استفاده شد. این صفحات پس از لکه‌گذاری با سرنگ هامیلتون در تانک‌های مخصوص کروماتوگرافی محتوی ۴۰-۶۰ میلی لیتر فاز متحرک قرار داده شدند. کروماتوگرافی به روش صعودی انجام شد و زمانی که جبهه حلال حدود ۱۴ سانتی متر از محل لکه‌گذاری (مبدأ) بر روی صفحات پیشروی نمود، آنها را از تانک خارج نموده،

یک ساعت با همزن مخلوط گردید. سپس سوسپانسیون بدست آمده چند دقیقه ساکن ماند تا ته نشین شود و محلول رویی توسط pH متر (مدل Gen Way) و EC خاک از عصاره صاف شده همان سوسپانسیون توسط هدایت سنج (مدل Gen Way) و بافت خاک توسط هیدرومتر تعیین و اندازه گیری شد.

اکولوژیک جمع آوری شده، از قبیل: ارتفاع، جهت شیب، درصد شیب، pH، EC و بافت خاک برخی از آنها، از جمله: ارتفاع، pH، EC و بافت خاک مطالعه و بررسی شدند. نمونه خاک زیستگاه‌ها از عمق ۳۰ سانتی متری جمع آوری شد و در آزمایش‌های مربوط به خاک، ۱۰ گرم خاک در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد و به مدت نیم الی

جدول ۲- نام و ترکیب مجموعه‌ای از حلال‌ها که به‌عنوان فاز متحرک در تجربیات TLC به کار برده شده‌اند (Markham, 1982; Wagner and Bladt, 1996).

کاربرد	ترکیب حلال	نام حلال
مناسب برای جداسازی گلیکوزیدهای و آگلیکوزیدها	بوتانول نرمال - استیک استیک - آب مقطر (۴:۱:۵)	BAW
تفکیک گلیکوزیدها	اتیل استات - فرمیک اسید - استیک اسید گلاسیال - آب مقطر (۲۶:۱۱:۱۱:۱۰۰)	EFAW
تفکیک مناسب آگلیکوزیدها و گلیکوزیدها	tert - بوتانول - استیک اسید گلاسیال - آب مقطر (۱:۱:۳)	TBA
جداسازی فلاوون و فلاوونول آگلیکون‌ها	کلریدریک اید غلیظ - استیک اسید گلاسیال - آب مقطر (۱۰:۳۰:۳)	Forestal
تفکیک آگلیکون‌ها	استیک اسید گلاسیال - آب مقطر (۱:۱)	AcOH 50%
تشخیص منو، دی و تری گلیکوزیدها	استیک اسید گلاسیال - آب مقطر (۸۵:۱۵)	AcOH 15%
مناسب برای تشخیص پلی گلیکوزیدها و اسیدهای فنلی	استیک اسید گلاسیال - آب مقطر (۴۹:۱)	AcOH 2%
مناسب برای تشخیص O و C - گلیکوزیدها	آب مقطر	H <sub>2</sub> O

## نتایج

### نتایج حاصل از مطالعات فلاونوئیدی

مطالعات فلاونوئیدی به منظور تعیین سطح و نوع تنوع درون گونه‌ای انجام شد. کروماتوگرام‌های به دست آمده، نوارها و لکه‌های فلاونوئیدی مختلف را با کیفیت متفاوت در افراد *A. verus* نشان دادند (شکل ۲). باندهای مختلف فلاونوئیدی و R<sub>f</sub> آنها اندازه گیری شدند. نتایج آنها در جدول ۳ نشان داده شده است. سپس داده‌های فلاونوئیدی آنالیز شد. گروه‌های به دست آمده از آنالیز داده‌های فلاونوئیدی تنوع درون گونه‌ای را در حد تنوع ترکیبات

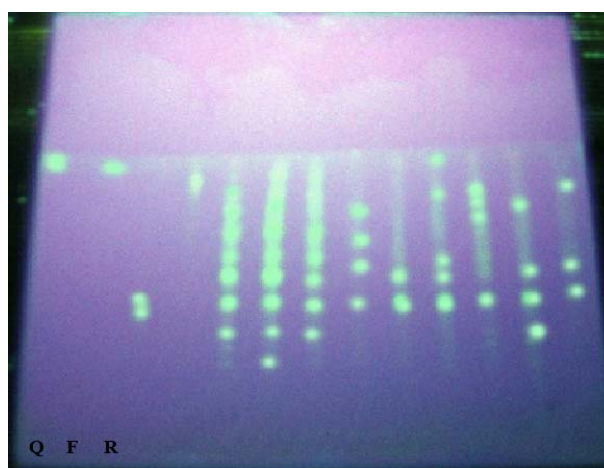
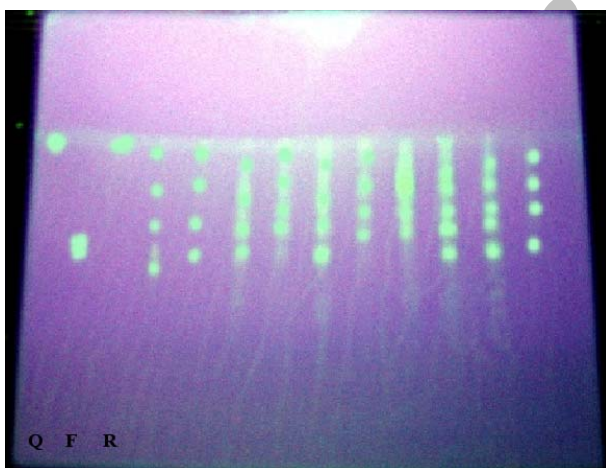
## تحلیل داده‌ها

در این مرحله، ابتدا حضور یا غیاب لکه‌های مشاهده شده روی کروماتوگرام مربوط به کروماتوگرافی لایه نازک TLC برای جمعیت‌های مختلف گونه مورد مطالعه به دست آمد. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS به روش‌های WARD و PCA و همچنین نرم افزار MVSP به روش UPGMA آنالیز داده‌های فیتوشیمیایی انجام شد. آنالیز داده‌های اکولوژیک هم با استفاده از نرم افزار MVSP و Anaphyto ver. 95 با روش‌های CCA و FCA انجام شد.

۳۱ و ۳۷)، گروه C شامل جمعیت‌های شماره (۲، ۷، ۳۲ و ۳۷) و گروه D شامل جمعیت‌های شماره (۱، ۳، ۴، ۵ و ۶) هستند (شکل‌های ۳ و ۴ و ۵). این گروه‌بندی بر اساس تشابه و تفاوت در باندهای فلاونوئیدی آنها انجام گرفته است. بر اساس این نتایج می‌توان چهار گروه فلاونوئیدی متنوع از جمعیت‌های مختلف *A. verus* در زیستگاه‌های متفاوت از غرب ایران را معرفی نمود. گروه‌های به دست آمده از آنالیز داده‌های فیتوشیمیایی به روش‌های UPGMA و PCA (شکل‌های ۳ و ۴) با گروه‌های به دست آمده از آنالیز همان داده‌ها به روش Ward (شکل ۵) همپوشانی و تطابق خوبی دارند و چهار گروه فیتوشیمیایی را نشان می‌دهند.

شیمیایی (کموتیپ) نشان می‌دهند. مطابق این نتایج، می‌توان گروه‌های مختلف فلاونوئیدی را برای *A. verus* در غرب ایران معرفی کرد. این گروه‌ها به لحاظ کمیت، کیفیت و  $R_f$  باندهای فلاونوئیدی متفاوتند. همچنین در بین سه استاندارد فلاونوئیدی مورد مطالعه کوئرستین، روتین و فلاون، استاندارد فلاون بیشتر از دو مورد دیگر در جمعیت‌های مختلف گونه مورد نظر مشاهده شد، اما با توجه به تنوع بالای ترکیبات فنلی دیگر در این جمعیت‌ها، آنالیز داده‌های فلاونوئیدی و گروه‌بندی آنها بر اساس کلیه ترکیبات فنلی موجود انجام گرفت. گروه‌های به دست آمده به شرح زیر است:

گروه A شامل جمعیت‌های شماره (۱۱، ۲۳، ۲۴، ۳۰، ۳۹ و ۴۱)، گروه B شامل جمعیت‌های شماره (۱۴، ۱۵، ۲۰،

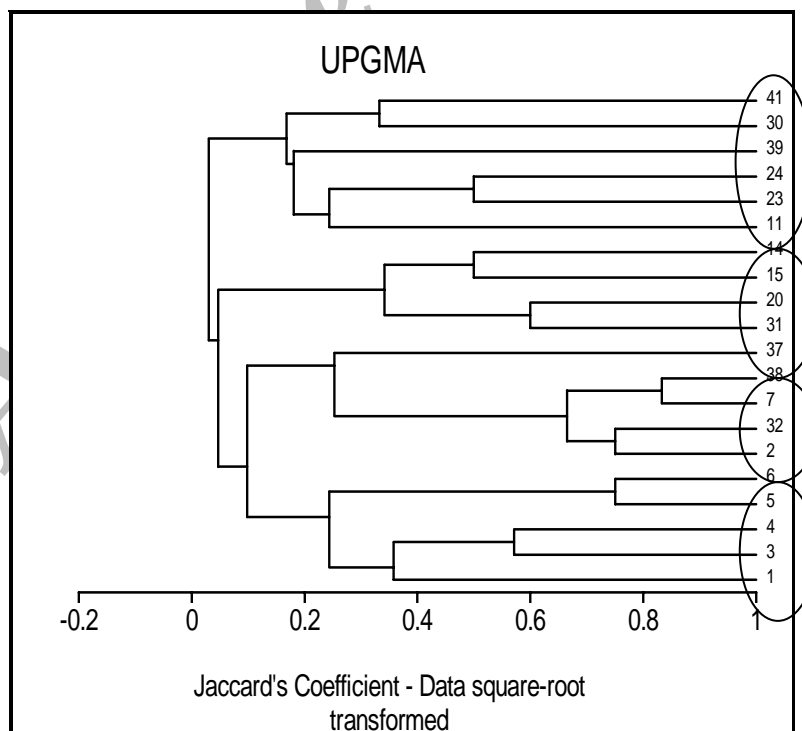


شکل ۲- کروماتوگرام‌های حاصل از TLC یک بعدی عصاره فلاونوئید گلیکوزیدی برگ جمعیت‌های مختلف *A. verus* در حلال BAW و استاندارد های فلاونوئیدی کوئرستین (Q)، روتین (R) و فلاون (F).

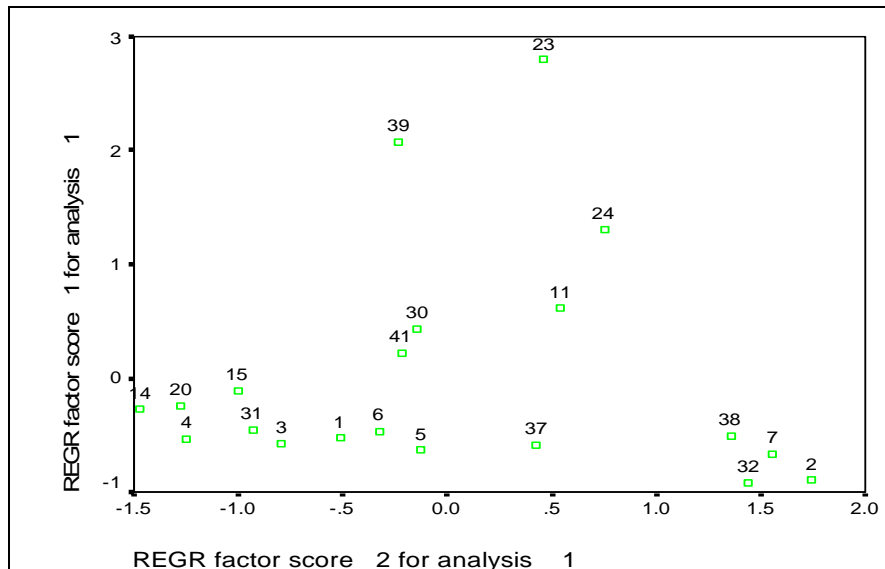
جدول ۳- حضور و فقدان لکه‌های فلاونوئیدی روی کروماتوگرام حاصل از TLC یک بعدی مربوط به برگ جمعیت‌های مختلف *A. verus*، همان‌طور

که مشاهده می‌شود R<sub>F</sub> جمعیت‌های مختلف متفاوتند.

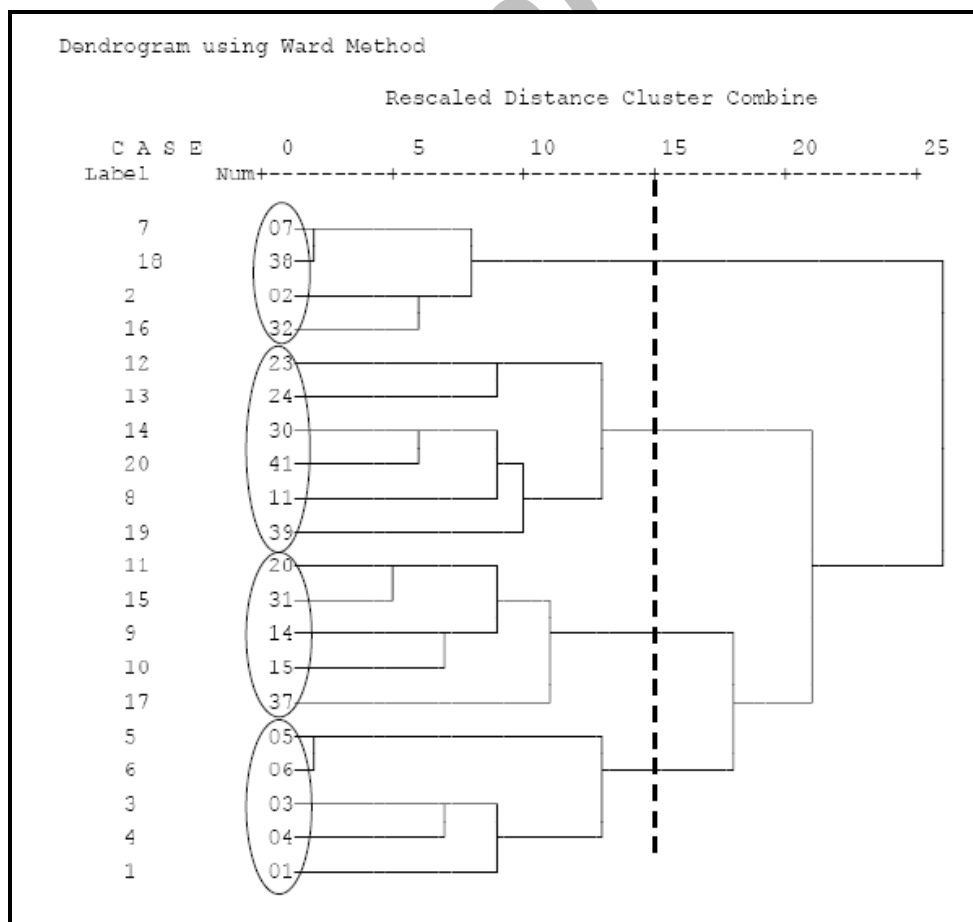
R <sub>F</sub>	1	2	3	4	5	6	7	11	14	15	20	23	24	30	31	32	37	38	39	40
27.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
32.1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
39.2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
40.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
41.4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
42.8	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
50.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
51.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
53.5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
55.7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
57.1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
58.5	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
60.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
64.2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
65.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67.8	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
71.4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
75	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
78.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
82.1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
85.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
90.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
97.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای مطالعات فلاونوئیدهای گلیکوزیدی (آنالیز) TLC به روش UPGMA با ضریب Jaccard در جمعیت‌های مختلف *A. verus* چهار گروه شیمیایی قابل تشخیص است.



شکل ۴- آنالیز داده‌های فلاونوئیدی حاصل از TLC در جمعیت‌های *A. verus* با روش PCA



شکل ۵- آنالیز داده‌های فلاونوئیدی جمعیت‌های *A. verus* به روش Ward



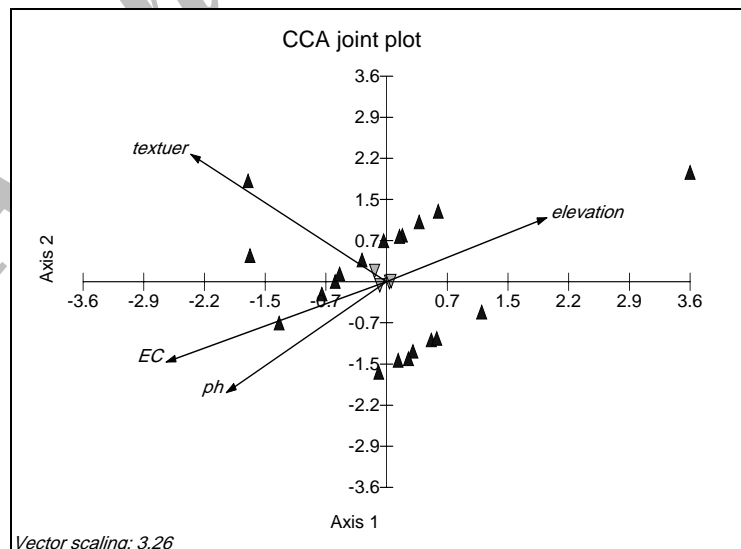
### نتایج حاصل از مطالعات اکولوژیک

در بین عوامل اکولوژیک جمع آوری شده، شامل: ارتفاع، pH، EC، بافت خاک، جهت شیب، درصد شیب و طول و عرض جغرافیایی، برخی از آنها از قبیل pH، EC و بافت خاک در آزمایشگاه مورد آزمایش و اندازه گیری قرار گرفتند (جدول ۵) و نتایج حاصل از آنها با نرم افزارهای CCA و Anaphyto ver. 95 و MVSP به روش های FCA و CCA آنالیز شدند. مقایسه نتایج به دست آمده از آنالیز فاکتورهای اکولوژیک روی محورهای چند گانه مشخص نمود (شکل های ۶ و ۷)، بین عوامل اکولوژیک مطالعه شده، عامل ارتفاع مهمترین نقش را در تفکیک و گروه بندی زیستگاه ها دارد (شکل ۶). این نتایج به طبقه بندی زیستگاه های ویژه در چهار دامنه ارتفاع منجر گردید (شکل ۷). گروه بندی زیستگاه های ویژه بر اساس گروه بندی ارتفاع به شرح ذیل است: گروه ۱ شامل زیستگاه های ویژه شماره ۱۱، ۲۳، ۲۴، ۳۰، ۳۹ و ۴۱ است. دامنه ارتفاعی این زیستگاه ها بین ۱۶۰۰-۱۸۵۰ متر، با جهت

شیب شمال- غربی، pH آنها بین ۷/۹-۸/۳ بافت خاک Sandy loam و Clay loam، Sandy clay loam. گروه ۲ شامل زیستگاه های ویژه شماره ۱۴، ۱۵، ۲۰، ۳۱ و ۳۷ است. دامنه ارتفاعی این زیستگاه ها بین ۱۸۵۰-۲۲۰۰ متر، با جهت شیب شمال- غربی، pH آنها بین ۷/۹-۸/۳ بافت خاک Sandy و Sandy clay loam loam.

گروه ۳ شامل زیستگاه های ویژه شماره ۱، ۳، ۴، ۵ و ۶ است. دامنه ارتفاعی این زیستگاه ها بین ۲۲۰۰-۲۴۰۰ متر، با جهت شیب شمال- غربی، pH آنها بین ۷/۱-۸/۰ بافت خاک Sandy loam و Sandy clay loam.

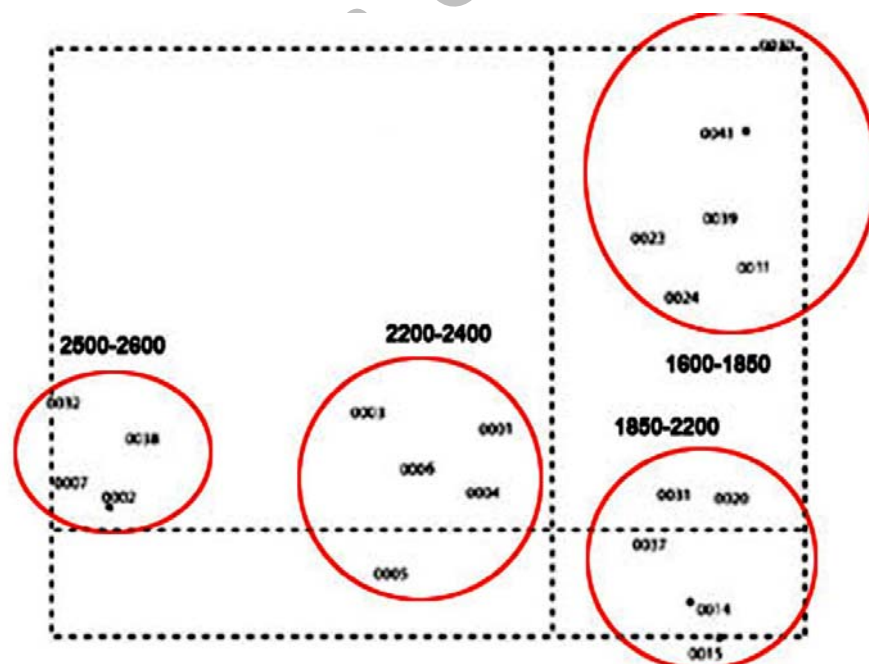
گروه ۴ شامل زیستگاه های ویژه شماره ۲، ۷، ۳۲ و ۳۸ است. دامنه ارتفاعی این زیستگاه ها بین ۲۵۰۰-۲۶۰۰ متر، با جهت شیب شمال- غربی، pH آنها بین ۷/۸-۸/۱ بافت خاک loamy Sandy و Sandy loam.



شکل ۶- نتایج حاصل از آنالیز داده های اکولوژیک به روش CCA. همان طور که مشاهده می شود، اکثر زیستگاه های ویژه در امتداد محور عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا قرار گرفته اند.

جدول شماره ۵- نتایج حاصل از آنالیز داده‌های خاک‌شناسی مربوط به زیستگاه‌های مختلف *A. verus*

Stations	Texture of soil	%Clay	%Silt	%Sand	EC	pH
1	Sandy clay Loam	21.3	25.9	52.8	7.27	7.1
2	Sandy Loam	17.2	24.1	48.7	49.8	8
3	Sandy Loam	17.2	25.1	42.7	50.8	8
4	Sandy Loam	16.3	25.9	57.8	54.74	7.6
5	Sandy Loam	16.3	25.9	57.8	55.73	7.4
6	Sandy Loam	7.18	40.92	51.9	44.85	7.7
7	Loamy Sandy	12.2	4.1	83.7	38.92	7.8
11	Sandy Clay Loam	26.3	15.9	57.8	102.2	8.1
14	Sandy Clay Loam	22.1	10.9	67	118	7.9
15	Sandy Clay Loam	29.9	29.1	31	84.41	8.2
20	Sandy Loam	15.8	12.8	71.4	106.2	8.1
23	Clay Loam	32.2	25.9	41.9	95.29	8
24	Sandy Clay Loam	32.2	5	62.8	104.2	7.9
30	Sandy Loam	14.9	24.1	61	92.32	8.1
31	Sandy Clay Loam	29.3	20.9	52.8	136.8	8.1
32	Sandy Loam	17.2	15	67.8	106.2	8
37	Sandy Clay Loam	24.9	19.1	56	72.54	8
38	Sandy Loam	27.2	30	42.8	56.72	8.1
39	Sandy Clay Loam	27.2	24.1	48.7	71.55	8.3
41	Sandy Clay Loam	27.2	25.1	48.7	68.55	8.3



شکل ۷- گروه‌های حاصل از آنالیز زیستگاه‌های *A. verus* بر اساس عامل اکولوژیک ارتفاع. همانطور که مشاهده می‌شود، زیستگاه‌های ویژه بر اساس دامنه ارتفاعی در چهار گروه قرار می‌گیرند که این چهار گروه ارتفاعی دارای همپوشانی خوبی با گروه‌های فلاونوئیدی هستند.

## بحث و نتیجه گیری

تنوع زیستی هر منطقه ظرفیت زیستی آن منطقه را نشان می دهد. یکی از ذخایر مهمی که منجر به تنوع زیستی می شود، تنوع درون گونه ای و بین گونه ای است. ایجاد تنوع درون گونه ای و بین گونه ای در هر منطقه ای، منشأ اصلی گونه زایی آن منطقه است و می تواند سبب غنای گونه ای آن منطقه شود. بنابراین شناخت تنوع درون گونه ای و بین گونه ای در هر منطقه، به منظور شناخت تنوع زیستی هر منطقه بسیار مهم است (Atri and Asgari, 2009) (Nenatian, 2009). همچنین تنوع زیستی برای عملکرد اکوسیستم، می تواند مفید باشد و به عنوان عامل حفاظتی اکوسیستم در مقابل آشفستگی و اختلال و تغییرات محیطی محسوب گردد (Atri and Asgari, 2009). نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد که جمعیت های مطالعه شده گونه *A. verus* در غرب ایران، دارای تنوع شیمیایی هستند که این تنوع درون گونه ای می تواند ناشی از تفاوت شرایط اکولوژیک زیستگاه های آنها باشد. به عبارت دیگر، عوامل اکولوژیک متفاوت در زیستگاه های مختلف، آثار مهم، اما متفاوتی در ایجاد تنوع درون گونه ای دارند. در این راستا Callaghan و همکاران (۲۰۰۴) اظهار کردند که افراد یک گونه به عنوان واحدهای اصلی اکوسیستم هستند که به تغییرات شرایط محیطی پاسخ می دهند. همچنین Atri و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که عوامل اکولوژیک، نقش مهمی در ترکیب فلوربستیکی و ریختار هر منطقه ایفا می کند. هر گونه تغییر در فاکتورهای اکولوژیک منطقه می تواند به تغییراتی در ترکیب فلوربستیکی و یا حتی ریختارهای گیاهی آن منطقه منجر شود، به طوری که نتایج به دست آمده از مطالعات

فیتوشیمیایی، چهار گروه متفاوت به لحاظ ترکیبات فلاونوئیدی را نشان می دهد. این گروه بندی بر اساس تشابه و تفاوت باندهای فلاونوئیدی و  $R_f$  جمعیت های مختلف گونه *A. verus* در غرب ایران انجام گرفت. بر اساس این نتایج، می توان چهار گروه متفاوت فلاونوئیدی گونه مورد مطالعه، متعلق به زیستگاه های مختلف در غرب کشور را معرفی نمود. این چهار گروه به لحاظ کمیت و کیفیت ترکیبات فلاونوئیدی متفاوتند. چهار گروه حاصل از آنالیز داده های فلاونوئیدی به روش UPGMA، توسط روش های PCA و Ward هم تایید می شوند که گروه ها در چهار دامنه ارتفاعی ۱۶۰۰-۱۸۵۰ متر و ۱۸۵۰-۲۲۰۰ متر و ۲۲۰۰-۲۴۰۰ متر و ۲۴۰۰-۲۵۰۰ متر قرار می گیرند. کمترین و بیشترین دامنه ارتفاع به ترتیب ۱۶۰۰ و ۲۶۰۰ متر است. بر اساس این نتایج می توان اظهار کرد، در بین داده های اکولوژیک مورد مطالعه، ارتفاع، عامل مهمی در ایجاد تنوع شیمیایی درون گونه ای در افراد گونه مورد بررسی در زیستگاه های مورد مطالعه است. از سوی دیگر، در بررسی گونه های گیاهی باید در نظر داشت که هیچ گونه گیاهی در هیچ زیستگاهی به طور تصادفی بقا نمی یابد (عطری، ۱۳۷۸).

با توجه به اینکه هر زیستگاهی دارای ترکیبی از عوامل بوم شناختی ویژه خود است، بر اثر عوامل اکولوژیک خاص حاکم بر آن، ترکیب گونه ای ویژه ای را می پذیرد. بنابراین، نقش و اهمیت عوامل اکولوژیک روی ترکیب رُستنی ها و روابط دو جانبه آنها در یک زیستگاه مشخص می شود. پس تنوع و تغییر عوامل اکولوژیک و تأثیر پدیده هایی چون بر هم کنش و جایگزینی عوامل اکولوژیک، باعث به وجود آمدن شرایط اکولوژیک مختلف و در نتیجه، ایجاد

اکولوژیک هم در مرحله جمع‌آوری داده‌های گیاهی استفاده شود. همچنین، به نظر می‌رسد که الگوهای فنلی متابولیت‌های فلاونوئیدی، نشانگرهای مناسب در جهت درک روند تنوع زیستی به شکل تنوع درون گونه‌ای در نتیجه شرایط مختلف ژئوگرافیک و اکولوژیک هستند.

زیستگاه‌های متفاوت در یک منطقه می‌شود (عطری، ۱۳۷۸). بنابراین، مطالعه معیارهای اکولوژیک در ایجاد تنوع در زیستگاه‌های متفاوت یک منطقه امری ضروری است. بر همین اساس سعی شد تا در بررسی و تعیین تنوع درون گونه‌ای به صورت تنوع شیمیایی، از معیارهای

### منابع

عطری، م. (۱۳۷۸) برداشتی نوین از عوامل اکولوژیک و تقسیم‌بندی آنها در بررسی پوشش‌های گیاهی. مجله زیست‌شناسی ایران، ۸: ۱-۴.

- Atri, M. and Asgari Nematian, M. (2009) HPLC analysis of flavonoids of *Astragalus gossypinus* (Fabaceae), as a medicinal plant in the west of Iran. *Planta medica* 75: 877-1094.
- Atri, M., Kalvandi, R. and Sefidkon, F. (2007) Introduction of DSS (Determination of Special Station) method for discrimination of intra specific diversity with mention of *thymus eriocalyx* study in Iran. 1<sup>st</sup> National Plant Taxonomy Conference of Iran, Tehran.
- Callaghan, T.V., Björn, L. O., Chernov, Y., Chapin, I. F. S., Christensen, T. R., Huntley, B., Ims, R. A., Jolly, D. J., ohansson, M., Jonasson, S., Matveyeva, N., Panikov, N., Oechel, W. C., Shaver, G. R., Elster, J., Henttonen, H., Laine, K., Taulavuori, K., Taulavuori, E. and Zöckler, C. (2004) Climate change and UV-B impacts on arctic tundra and polar desert ecosystems: Biodiversity, distributions and adaptations of arctic species in the context of environmental change. *Ambio* 33: 404-417.
- Erdtman, H. (1956) Organic chemistry and conifer taxonomy. In: *Perspectives in Organic Chemistry* (ed. Alexander, T.) 453- 494. Interscience, New York.
- Hegnauer, R. (1967) Chemical characters in plant taxonomy: some possibilities and limitations. *Pure Applied Chemistry* 14:174-187.
- Judd, W., Campbell, C. S., Kellogg, E. A. and Stevens, P. F. (1999) *Plant systematics, phylogenetic approach*. Sinauer Association, Massachusetts.
- Markham, K. R. (1982) *Techniques of flavonoid identification*. Academic Press, London.
- Medica-Saric, M., Jasprica, I., Smolcic-Bubalo, A., Mornar, A. (2004) Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoids and phenolic acids. *Croatica Chemica Acta* 77(1-2): 361--366.
- Middleton, J. R. E. and Kandaswami, C. (1993) The impact of plant flavonoids on mammalian biology: implications for immunity, in flammation and cancer. In: *The flavonoids, Advances in research since 1989* (ed. Harborne, J. B.) 125-164. Springer Verlag, Berlin.
- Perez-Alonso, M. J., Velasco-Negueruela, A., Palá-Paúla, J. and Sanzb, J. (2003) Variations in the essential oil composition of *Artemisia pedemontana* gathered in

Spain: chemotype camphor-1,8-cineole and chemotype davanone. *Biochemical Systematics and Ecology* 31(1): 77-84.

Pereira, C. A. M., Yariwake, J. H., Lancas, F. M., Wauters, J. N., Tits, M. and Angenot, L. (2004) A HPLC decsitolometric determination of flavonoids from *Passiflora alata*, *P. edulis*, *P. incarnate* and *P. caerulea* and comparison with HPLC method. *Phytochemical Analysis* 15:241-248.

Semmar, N., Jay, M., Farman, M. and Chemli, R. (2005) Chemotaxonomic analysis of *Astragalus caprinus* (Fabaceae) based on the flavonic patterns. *Biochemical Systematics and Ecology* 33: 187-200.

Telascrea, M., de Araújo, C. C., Marques, M. O. M., Facanali, R., Moraes, P. L. R. and Cavalheiro, A. J. (2006) Essential oil from leaves of *Cryptocarya mandioccana* Meisner (Lauraceae): Composition and intraspecific chemical variability. *Biochemical Systematics and Ecology* 35(4): 222-232.

Wagner, H. and Bladt, S. (1996). *Plant drug analysis: A thin layer chromatography atlas*. Springer, Berlin.