

استفاده از آنالیز گرادیان مستقیم برای شناسایی عوامل محیطی تأثیرگذار بر خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه دارویی گل ماهور

وحید کریمیان^{۱*}، محمدرضا وهابی^۲، محمد فضیلتی^۳، ندا کاوه^۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱۷

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، استفاده از آنالیز گرادیان مستقیم، جهت شناسایی عوامل محیطی تأثیرگذار بر خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه دارویی گل ماهور *Verbascum songaricum* Schrenk است. این پژوهش در مراتع دره‌حوض، قهیز، ورودی سمیرم و قلعه‌قدم از استان اصفهان و دنا از توابع استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت. در همه مکان‌های مرتعی مطالعه‌شده، ویژگی‌های ریخت‌شناسی، مشخصات اقلیمی، فیزیوگرافی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل روابط بین شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی از روش تحلیل کاهشی (RDA) به‌عنوان یکی از روش‌های تحلیل گرادیان مستقیم استفاده شد. نتایج نشان داد عوامل اسیدیته خاک، آهک خاک و جهت جغرافیایی جنوبی با محور اول گونه - محیط دارای همبستگی قوی (به ترتیب $r=0/87$ ، $r=0/80$ ، $r=0/86$) هستند. بافت شنی لوم با محور دوم گونه - محیط همبستگی متوسط ($r=0/54$) دارد. متوسط بارندگی سالانه، متوسط تعداد روزهای یخبندان سالانه، ضریب رطوبتی آمبرژه و متوسط ارتفاع از سطح دریا با محور سوم همبستگی خیلی قوی ($r=0/90$) دارند. درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به محور چهارم گونه - محیط (به ترتیب $r=0/74$ و $r=0/54$) همبستگی قوی و متوسط دارند. استفاده از آنالیز گرادیان در این تحقیق نشان داد که روش RDA از دقت خوبی برخوردار است و می‌تواند شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی اندازه‌گیری شده را به نحو مطلوبی رج‌بندی کرده و روابط شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی را نشان دهد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی وجود دارد. آگاهی از روابط عوامل محیطی و شاخص‌های گیاهی در مراتع به ما کمک می‌کند تا این یافته‌ها را در مدیریت، احیا و توسعه و زراعی کردن گونه‌های دارویی و صنعتی در حال انقراض به‌کار ببریم.

کلمات کلیدی: آنالیز گرادیان مستقیم، ریخت‌شناسی، گیاهان دارویی و صنعتی، گل ماهور.

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران، نویسنده مسئول / Email: v.karimian_49@yahoo.com

۲. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۳. دانشیار، گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۴. کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

مقدمه

کیفی گیاه کتیرا با شرایط اکولوژیک و بررسی خصوصیات رویشگاه‌های گون زرد، ۴۳ عامل محیطی و ۲۵ شاخص کیفی کتیرا را به روش تحلیل کاهشی با استفاده از فن رج‌بندی، مورد پردازش قرار داد. نتایج ایشان نشان داد رویشگاه‌های گون زرد در مناطق مرتفع و شیبدار با سازند دگرگونی و خاک‌هایی با ظرفیت کاتیون تبدالی در حد متوسط، آهک و فسفر قابل جذب بالا و روی دامنه‌های شمال و غرب واقع هستند. سپهوند (۱۳۸۹)، به منظور تعیین ارتباط بین شاخص‌های کیفی گیاه کما با شرایط اکولوژیک و بررسی خصوصیات رویشگاه‌های کما، ۲۱ عامل محیطی و ۳۶ شاخص کیفی کما (ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس برگ، گل و ساقه) را به روش آنالیز تجزیه مؤلفه‌های اصلی و با استفاده از فن رج‌بندی، مورد پردازش قرار داد. نتایج نشان داد که میزان مواد مؤثره (ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس این گیاه)، در رویشگاه دوم (تنگ‌دوزان) نسبت به رویشگاه اول (گوهردره اسلام‌آباد و خرسانک) و رویشگاه سوم (چاله‌قو) بیشتر است. بنابراین رویشگاه دوم (تنگ‌دوزان) از لحاظ میزان مواد مؤثره از مزیت بیشتری نسبت به رویشگاه اول (گوهردره اسلام‌آباد و خرسانک) و رویشگاه سوم (چاله‌قو) برخوردار است و بیان نمود این گیاه با افزایش آهک، تعداد برگ‌های قاعده‌ای، ارتفاع گیاه و وزن خشک گیاه در رویشگاه دوم (مکان‌های تنگ‌دوزان و چاله‌قو) افزایش یافته است. عقیقیان (۱۳۸۹)، طی شناسایی و تعیین برخی از مواد مؤثره گیاه لاله واژگون و بررسی ارتباط آن با شرایط رویشگاه در منطقه غرب استان اصفهان، به بررسی ارتباط شاخص‌های کیفی لاله واژگون با عوامل محیطی در ۵ مکان مرتعی پرداخت. نتایج نشان داد در مجموع از عوامل محیطی ضریب خشکی دمارتن، ضریب رطوبتی آمبرژه، ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه، متوسط درجه‌حرارت سالانه، متوسط تعداد روزهای یخبندان سالانه، تبخیر سالانه، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه، متوسط حداکثر دمای سالانه، متوسط حداقل دمای سالانه و کلسیم تبدالی خاک می‌توان برای ارزیابی و طبقه‌بندی قابلیت بهره‌برداری در مصارف دارویی از عرصه‌های لاله واژگون استفاده کرد و بیان نمود وزن تر و خشک لاله واژگون در مکانی که آهک زیادی دارد، بیشتر از مکان‌های دیگر است.

برای بررسی ارتباط شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی، از روش‌های مختلفی برای آنالیز و تفسیر داده‌ها استفاده می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به روش‌های رگرسیون چندمتغیره^۱ و رج‌بندی^۲ اشاره (جنگمن^۳ و همکاران، ۱۹۸۷). رج‌بندی در حقیقت به معنای مرتب کردن است. این واژه را اولین بار گودال^۴ (۱۹۵۴) مورد استفاده قرار داد. در رج‌بندی پلات‌ها یا توده‌های گیاهی براساس تشابهی که بین صفات گوناگون و عوامل محیطی مختلف وجود دارد، در یک فضای دوبعدی یا سه‌بعدی محورهای مختصات مرتب می‌شوند (مصدیقی، ۱۳۸۱). روش‌های رج‌بندی، بخشی از آنالیز گرادیان است که معمولاً به دو صورت آنالیز گرادیان مستقیم و غیرمستقیم به‌کار می‌روند. در حالت مستقیم تغییرات پوشش گیاهی مستقیماً از طریق بررسی عوامل محیطی مطالعه می‌گردد و در حالت غیرمستقیم، تغییرات پوشش گیاهی به تنهایی و جدای از عوامل محیطی مطالعه می‌شود. عوامل محیطی فقط در مرحله تفسیر داده‌ها وارد می‌شود (مصدیقی، ۱۳۷۸). روش‌های عمده رج‌بندی پوشش گیاهی در آنالیز گرادیان مستقیم شامل آنالیز تطبیقی متعارف^۵، آنالیز افزونگی (تحلیل کاهشی)^۶ و در آنالیز گرادیان غیرمستقیم شامل آنالیز مؤلفه‌های اصلی^۷ و تحلیل تطبیقی قوسی^۸ و رج‌بندی قطبی^۹ می‌باشند (بصیری، ۱۳۸۲). رج‌بندی با استفاده از روش تحلیل کاهشی زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که براساس روش تحلیل تطبیقی قوس‌گیر طول گرادیان محاسبه‌شده از ارزش عددی ۳ کمتر باشد. روش تحلیل کاهشی رج‌بندی به روش خطی و مستقیم است. تاکنون تحقیقاتی در زمینه گیاهان دارویی و ارتباط مواد مؤثره با خصوصیات محیطی به‌وسیله آنالیزهای رج‌بندی انجام شده است که به اختصار اشاره می‌کنیم. خادمی (۱۳۸۸) به‌منظور تعیین ارتباط بین شاخص‌های

1. Multiple Regression
2. Ordination
3. Jongman
4. Goodal
5. Canonical Correspondence Analysis
6. Redundancy Analysis
7. Principal Component Analysis
8. Detrend Canonical Analysis
9. Polar Ordination

دانه خاص است. سطح کپسول شیاردار و مخطط و ندرتاً صاف و بدون شیار است. کپسول به ندرت صاف و پوشیده از کرک است. کابی^۴ و همکاران (۲۰۱۱) طی مطالعه‌ای به بررسی مورفولوژی دانه جنس گل ماهور پرداخت. مشاهدات نشان داد دامنه اندازه دانه‌ها، از ۰/۳ میلی متر تا ۱/۵ میلی متر طول و ۰/۵ تا ۰/۶ میلی متر عرض متغیر است. دانه‌ها مستطیلی، مستطیلی منشوری، مثلثی منشوری، منشوری و تخم مرغی در گونه‌های مورد مطالعه دیده شد. دانه‌ها منتهی به نوک تیز، کند، با سر صاف و پهن یا نوک مدور دیده می‌شوند. روکش دانه دارای خطوط متقاطع یا حفره‌دار است. با بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی گیاهان دارویی و صنعتی و ارتباط این خصوصیات با عوامل محیطی ضمن اینکه از اندازه پارامترهای ریخت‌شناسی آگاهی پیدا می‌کنیم، می‌توان رویشگاه مناسب گیاه را متوجه شد تا در صورت کشت گیاه با فراهم کردن شرایط ایدئال محیطی اندام بیشتری تولید شود و به لحاظ تولید مواد مؤثره مقرون به صرفه‌تر باشد. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در زمینه ویژگی‌های محیطی و تأثیر آن‌ها بر خصوصیات ریخت‌شناسی گل ماهور انجام نشده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر عوامل محیطی بر خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه گل ماهور با استفاده از آنالیز گرادیان در مراتع استان‌های اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد که از رویشگاه‌های مهم این گیاه در مراتع زاگرس است.

مواد و روش‌ها

معرفی مناطق مورد مطالعه

این پژوهش در ۵ مکان مرتعی (دره‌حوض در شهرستان فریدونشهر، قهیزدر شهرستان فریدن، ورودی شهر سمیرم، قلعه قدم در شهرستان سمیرم و ارتفاعات دنا در شهرستان سی سخت) از توابع استان‌های اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد به‌عنوان نماینده مناطق رویشی زاگرس انجام شد.

روش تحقیق

برای بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه *Verbascum*

سلیمانی (۱۳۹۰)، طی بررسی فیتوشیمیایی چای کوهی *(Stachys lavandulifolia Vahl)* و ارتباط آن با شرایط اکولوژیک در منطقه غرب استان اصفهان و ویژگی‌های اکولوژیک مکان‌های مورد مطالعه اقلیم (۱۰ عامل)، خاک (۱۰ عامل) و فیزیوگرافی (۵ عامل) و ۱۵ شاخص کیفی چای کوهی را به روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی و با استفاده از فن رج‌بندی مورد بررسی قرار داد. گل ماهور (*Verbascum*) متعلق به طایفه *Verbaceae* از تیره *Scrophulariaceae* است. گل ماهور بزرگ‌ترین جنس از خانواده گل میمون است که با بیش از ۲۵۰۰ گونه در سرتاسر دنیا گسترش یافته است (امام^۱، ۲۰۱۰). *Verbascum songaricum* Schrenk گیاهی است چندساله علفی، به ارتفاع تا ۱/۵ متر، با کرک‌های ستاره‌ای فشرده مایل به خاکستری، دمبرگ برگ‌های قاعده‌ای تا ۱۰ سانتی‌متر، پهنک برگ‌ها مستطیلی تا مستطیلی - واژنبره‌ای و تا حدود ۸ سانتی‌متر عرض و ۲۵ سانتی‌متر طول دارد. برگ‌های ساقه‌ای بدون دمبرگ، گل آذین خوشه مرکب تا ۴۰ سانتی‌متر، گلبرگ‌ها زردرنگ با پهنای ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر و دارای میوه کپسول است که زمان میوه دهی آن مرداد ماه می‌باشد. با توجه به مطالعات فنولوژیک انجام‌گرفته، گیاه گل ماهور در ماه‌های خرداد تا شهریور به گل می‌نشیند و زمان برداشت این گیاه در همین مدت است. از روزگاران کهن از این گیاهان برای درمان ناراحتی‌های تنفسی استفاده می‌شده است. پزشکان از این گیاه برای درمان سرفه استفاده می‌کردند و مهاجران اروپایی این گیاه را با خود به آمریکا برده و از زمان‌های قدیم از این گیاه برای درمان سرفه، سرماخوردگی، التهاب حلق و گلو و رم لوزه‌ها، اسهال و بواسیر و عفونت‌های مجاری ادراری استفاده می‌کردند (میرحیدر^۲، ۲۰۰۵).

اتار^۳ و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه میکرومورفولوژی جنس‌های گل ماهور با تأکید بر سطح دانه، تزیینات کپسول و کرک در ایران به این نتیجه رسید سطح دانه این جنس مضرس و حفره‌دار بود. در گونه‌های گل ماهور عمق حفره‌ها، اندازترین پلی‌گن‌های سلول‌ها در طول وزیکول‌های دیواره سلولی سطح

1. Emam
2. Mirhaidar
3. Attar

از سطح دریا به ترتیب با استفاده از شیب سنج، قطب نما و دستگاه موقعیت یاب جهانی^{۱۰} اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده ها

از روش های آنالیز چند متغیره برای تجزیه و تحلیل داده های ریخت شناسی و عوامل محیطی استفاده شد. برای انتخاب روش مناسب برای رج بندی در ابتدا رج بندی با روش تجزیه و تحلیل تطبیقی ناریب روی ماتریس داده های گونه و محیط انجام شد و اندازه طول گرادیان^{۱۱} محاسبه شد (جعفری و همکاران، ۱۳۸۷). چنانچه اندازه طول گرادیان کمتر از ارزش عددی ۳ باشد، از روش های رج بندی خطی می توان استفاده کرد و اگر مقدار آن بیش از ارزش عددی ۴ باشد، از روش های رج بندی غیر خطی استفاده می شود. در صورتی که مقدار اندازه طول گرادیان بین مقادیر عددی ۳ تا ۴ باشد، می توان از هر دو روش رج بندی خطی و غیر خطی استفاده کرد. در این بررسی، چون مقدار اندازه طول گرادیان کمتر از ۳ به دست آمد، از روش رج بندی خطی RDA استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل بین خصوصیات ریخت شناسی گل ماهور با شرایط رویشگاه از دو دسته اطلاعات استفاده شد. این اطلاعات شامل خصوصیات ریخت شناسی از گیاهان نمونه برداری شده و اطلاعات مربوط به عوامل محیطی (اقلیم، خاک و فیزیوگرافی) در مکان های مرتعی پنج گانه است (به ترتیب ماتریس گونه و ماتریس محیط) در نهایت رابطه بین شاخص های گیاهی (خصوصیات ریخت شناسی) و عوامل محیطی در پنج مکان مرتعی به روش رج بندی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنالیزهای یاد شده بر روی داده ها و نتیجه گیری از آن با کمک نرم افزار CANOCO تحت ویندوز نسخه ۴/۵ و نمایش گرافیکی نتایج ابتدا با استفاده از نرم افزار CanoDraw و سپس در محیط Canopost انجام شد. نتایج آنالیز رج بندی به صورت جداول ضرایب همبستگی و نمودار سه پلاتی گونه - محیط - مکان ارائه شده است.

نتایج

جدول (۱) نتایج مطالعات خاک شناسی، اقلیمی و توپوگرافی

songaricum در رویشگاه های مورد مطالعه نمونه برداری به صورت تصادفی سیستماتیک در امتداد ترانسکت های مستقر شده با ۱۰ تکرار انجام شد. آمار ۹ خصوصیت ریخت شناسی (طول برگ فوقانی^۱، طول گل آذین فوقانی^۲، ارتفاع گیاه^۳، طول گل آذین پایینی^۴، طول گل آذین میانی^۵، طول برگ میانی^۶، طول گل آذین اصلی^۷، طول برگ قاعده^۸ و قطر یقه^۹ توسط متر و کولیس اندازه گیری شد. برای بررسی تأثیر عوامل محیطی بر خصوصیت ریخت شناسی در همه رویشگاه های مورد مطالعه، عوامل محیطی (اقلیم، خاک و فیزیوگرافی) به شرح زیر بررسی شد.

مهم ترین ویژگی های اقلیمی شامل متوسط بارش سالانه، تعداد روزهای یخبندان سالانه، متوسط دمای سالانه، متوسط بالاترین درجه حرارت سالانه، متوسط پایین ترین درجه حرارت سالانه، تبخیر سالانه، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه، طول دوره خشکی، ضریب رطوبتی آمبرژه و ضریب خشکی دمارتن مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور از آمار نزدیک ترین ایستگاه های هواشناسی استفاده شد. در هریک از مکان های مورد مطالعه پروفیل خاک حفر شد و با توجه به مرز تفکیک افقها در سه عمق نمونه برداری انجام شد. نمونه های خاک پس از خشک شدن از الک عبور داده شد تا سنگریزه ها از آن جدا شوند. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین شد. شامل سنگریزه (به روش حجمی)، هدایت الکتریکی (با Ec متر)، اسیدیته (با pH متر)، ماده آلی (به روش تیتراسیون)، ازت (به روش کج لادل)، فسفر (به روش اولسون با دستگاه اسپکتوفتومتری)، پتاسیم (با فلیم فتومتر)، کلسیم (به روش کمپلکسومتری)، آهک (به روش تیتراسیون، ظرفیت تبادل کاتیونی) (به روش فلیم فتومتری) و بافت خاک (به روش هیدرومتری) انجام گرفت. در هریک از مراتع مورد بررسی عوامل پستی و بلندی از قبیل شیب دامنه، جهت شیب و ارتفاع

1. Upper leaf Length
2. Upper Corymb Length
3. Plant Height
4. Down Corymb Length
5. Middle Corymb Length
6. Middle Leaf Length
7. Main Corymb Length
8. Down Leaf Length
9. Basal area Diameter

10. Global positioning system

11. Length of gradient

مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. میانگین متوسط درجه حرارت سالانه مکان‌های مرتعی مورد مطالعه ۹/۴ است. میزان بارندگی سالانه مکان‌های مورد مطالعه بین دو حد ۳۷۲/۱ و ۵۱۵/۵ میلی‌متر به ترتیب در مناطق قهیز و دنا است. هدایت الکتریکی خاک در مکان‌های مورد بررسی بین دو مقدار (۰/۵ تا ۰/۹ ds/m) و میزان ماده آلی بین دو مقدار (۰/۳ و ۰/۹) درصد قرار دارد. مقادیر شیب متوسط در ۵ مکان

مرتعی مورد مطالعه دارای نوسان نسبتاً زیادی بوده، به طوری که بیشترین مقدار شیب متعلق به مکان مرتعی دنا با ۴۷ درصد و کمترین آن مربوط به مکان قهیز با ۱۰ درصد بوده است. ارتفاع متوسط از سطح دریا در مکان‌های مورد مطالعه از ۲۴۰۰ متر در مکان مرتعی شماره قهیز تا ۲۹۰۰ متر در مکان مرتعی دنا به ترتیب کمترین و بیشترین است.

جدول (۱): ویژگی‌های محیطی مکان‌های مرتعی مورد مطالعه گل‌ماهور

نام مکان مرتعی	ارتفاع متوسط از سطح دریا (متر)	شیب متوسط (%)	متوسط بارندگی سالانه (mm)	متوسط دمای سالانه (°C)	پتانسیل سالانه تبخیر و تعرق (mm)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)	ظرفیت تبادل کاتیونی	بافت خاک
دره حوض	۲۵۱۹/۰	۲۸/۰	۴۰۶/۳	۹/۸	۱۳۰۴/۰	۱۱۰/۹	۰/۸	۰/۷	۲۹۵۹/۸	شنی لومی
قهیز	۲۴۰۰/۰	۱۰/۰	۳۷۲/۱	۱۰/۷	۱۳۳۸/۷	۳۸/۷	۰/۳	۰/۷	۲۴۰۰/۶	شنی لومی
سمیرم	۲۶۰۰/۰	۲۲/۰	۴۲۹/۵	۹/۲	۱۲۸۰/۳	۴۸/۳	۰/۷	۰/۹	۳۹۸۸/۴	شنی رسی
قلعه قدم	۲۴۵۷/۰	۴۰/۰	۳۸۸/۵	۱۰/۲	۱۳۲۲/۰	۲۸/۳	۰/۶	۰/۵	۳۶۳۹/۴	شنی رسی
دنا	۲۹۰۰/۰	۴۷/۰	۵۱۵/۵	۶/۹	۱۱۹۲/۸	۸۷/۳	۰/۹	۰/۹	۴۱۴۷/۱	شنی لومی

کمترین ارتفاع گیاه با ۹۸ سانتی‌متر مربوط به مراتع قهیز می‌باشد. طول گل‌آذین از ۹۲ سانتی‌متر در مکان مرتعی دره حوض تا ۶۸/۱ سانتی‌متر در مکان مرتعی قهیز متغیر است. سایر خصوصیات ریخت‌شناسی در جدول آمده است.

جدول (۲) خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه گل‌ماهور در مراتع مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به مکان مرتعی دره حوض با ۱۳۷/۳ سانتی‌متر و

بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی گیاهان در مکان‌های مورد مطالعه

جدول (۲): میانگین پارامترهای ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده گیاه گل‌ماهور در استان‌های اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد

مکان مرتعی	ارتفاع گیاه	طول گل اصلی	قطر یقه	طول برگ قاعده‌ای	طول برگ میانی	طول برگ فوقانی	طول گل آذین پایینی	طول گل آذین میانی	طول شاخه گل آذین فوقانی (cm)
دره حوض	۱۳۷/۳	۹۲	۱۹/۹	۳۶/۷	۲۲/۶	۵/۶	۲۱/۴	۳۴/۷	۱۹/۸
قهیز	۹۸	۶۸/۱	۲۱	۳۲/۷	۱۴/۸	۷/۶	۱۶/۳	۲۶/۸	۱۱/۳۵
ورودی سمیرم	۱۳۵/۷	۷۳	۱۸/۴	۲۹/۸	۲۰/۱	۷/۹	۲۱/۱	۳۲	۱۹/۵
قلعه قدم	۱۱۰	۷۷/۳	۱۹/۵	۲۹/۸	۱۵/۱	۷	۱۸/۷	۲۶	۱۵/۳
دنا	۱۱۸/۹	۷۸	۱۹/۷	۳۲/۱	۲۵/۱	۱۲/۵	۲۱/۱	۲۸/۴	۱۸/۶

می‌شود که محور اول ۰/۸۱۸ درصد، محور دوم ۰/۱۰۵ درصد، محور سوم ۰/۰۵۷ درصد و محور چهارم ۰/۰۲۰ درصد در تبیین داده‌ها سهم هستند که به ترتیب ۸۱/۸۹، ۱۰/۶، ۵/۶ و ۲/۰۰ درصد کل واریانس را در بر دارند. این جدول مذکور نشان می‌دهد مؤلفه‌های اصلی اول و دوم ۹۲/۴ درصد تغییرات را در بر می‌گیرد. (جدول ۳).

ارتباط خصوصیات ریخت‌شناسی گل‌ماهور با عوامل محیطی

تجزیه داده‌های ریخت‌شناسی و عوامل محیطی (اقلیم، خاک و توپوگرافی) با استفاده از روش تحلیل کاهشی، روابط میان تغییرات عوامل محیطی و ریخت‌شناسی گیاهی را نمایان ساخت. با توجه به اعداد مقادیر ویژه جدول (۳) نتیجه

جدول (۳): آمار مقادیر ارزش ویژه محورهای چهارگانه در رجن بندی خصوصیات ریخت شناسی گیاه گل ماهور با عوامل محیطی مکان های مرتعی مورد مطالعه به روش تحلیل کاهشی

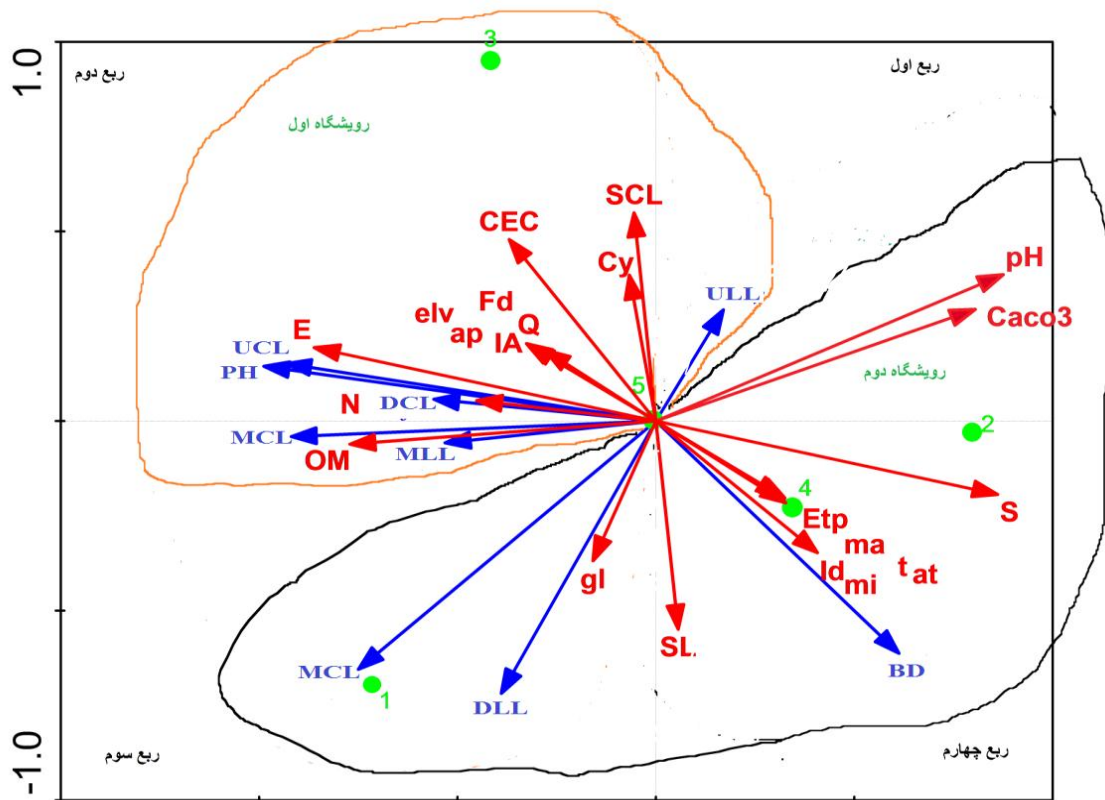
محورها	اول	دوم	سوم	چهارم
مقدار ویژه	۰/۸۱۸	۱۰۵/۰	۰/۰۵۷	۰/۰۲۰
درصد واریانس	۸۱/۸۹	۱۰/۶	۵/۶	۲/۰۰
درصد تجمعی واریانس	۸۱/۸	۹۲/۴	۹۸/۰	۱۰۰

همبستگی خیلی قوی و منفی دارند. متوسط بارندگی سالانه، متوسط تعداد روزهای یخبندان سالانه، ضریب رطوبتی آمبرژه و متوسط ارتفاع از سطح دریا با این محور همبستگی خیلی قوی و مثبت دارند. ضریب خشکی دمارتن، طول دوره خشکی، درصد سنگریزه خاک، ازت خاک با محور سوم گونه-محیط به ترتیب همبستگی خیلی قوی مثبت، قوی منفی، قوی مثبت و خیلی قوی دارند. درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به محور چهارم گونه - محیط (به ترتیب $r=0/74$ و $r=0/65$) همبستگی قوی و متوسط دارند (جدول ۴).

عوامل اسیدیته خاک، آهک خاک و جهت جغرافیایی جنوبی با محور اول گونه - محیط دارای همبستگی قوی ($r=0/87$ ، $r=0/81$ و $r=0/86$) هستند. ماده آلی خاک و جهت جغرافیایی شرقی با این محور به ترتیب ($r=0/86$ و $r=0/77$) همبستگی قوی و منفی دارند. بافت شنی لومی و شنی رسی با محور دوم گونه - محیط به ترتیب ($r=0/54$ و $r=0/54$) همبستگی متوسط مثبت و منفی دارند. عامل های متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت سالانه، متوسط دمای سالانه، تبخیر سالانه و تبخیر و تعرق سالانه با محور سوم گونه - محیط

جدول (۴): ضرایب همبستگی محورها با عوامل محیطی

عوامل محیطی	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴
(Ap) متوسط بارندگی سالانه	-۰/۳۲۵۴	۰/۲۰۳۵	۰/۹۰۶۸	۰/۱۷۴۴
(Ma) متوسط حداکثر دمای ماهانه	۰/۳۱۸۰	-۰/۲۰۲۴	-۰/۹۰۸۹	-۰/۱۷۸۵
(Mi) متوسط حداقل دمای ماهانه	۰/۳۲۶۸	-۰/۲۱۲۶	-۰/۹۰۲۶	-۰/۱۷۸۱
(At) متوسط دمای سالانه	۰/۳۱۷۵	-۰/۱۹۶۲	-۰/۹۰۷۴	-۰/۱۹۳۰
(T) تبخیر سالانه	۰/۳۱۷۲	-۰/۲۰۰۲	-۰/۹۱۰۷	-۰/۱۷۳۱
(Etp) تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه	۰/۳۲۴۹	-۰/۲۰۳۹	-۰/۹۰۶۸	-۰/۱۷۴۷
(Fd) متوسط روزهای یخبندان سالانه	-۰/۳۲۶۸	۰/۲۰۳۸	۰/۹۰۶۴	۰/۱۷۳۴
(Id) طول دوره خشکی	۰/۴۰۷۴	-۰/۳۴۷۷	-۰/۸۱۱۵	-۰/۲۳۳۵
(IA) ضریب خشکی دمارتن	-۰/۲۸۰۶	۰/۱۸۷۰	۰/۹۲۶۰	۰/۱۷۰۰
(Q) ضریب رطوبتی آمبرژه	-۰/۳۲۰۹	۰/۲۰۱۳	۰/۹۱۰۱	۰/۱۶۷۹
(GI) سنگریزه خاک	-۰/۱۵۸۳	-۰/۳۶۸۸	۰/۷۴۷۱	-۰/۵۲۹۹
(Cy) رس	-۰/۰۶۷۶	۰/۳۸۴۲	-۰/۵۴۲۲	۰/۷۴۴۲
(pH) اسیدیته	۰/۸۷۵۲	۰/۳۸۵۷	-۰/۰۳۶۲	۰/۲۸۹۶
(Caco3) آهک	۰/۸۰۵۰	۰/۲۹۳۷	-۰/۰۷۸۱	۰/۵۰۹۵
(OM) ماده آلی	-۰/۷۷۱۹	-۰/۰۶۲۰	۰/۵۳۴۳	۰/۳۳۹۰
(N) ازت	-۰/۴۵۲۳	۰/۰۵۳۹	۰/۸۴۰۱	۰/۲۹۴۵
(CEC) ظرفیت تبادل کاتیونی	-۰/۳۶۹۷	۰/۴۷۸۸	۰/۴۵۶۵	۰/۶۵۲۵
(SL) بافت شنی لومی	۰/۰۵۵۷	-۰/۵۴۹۴	۰/۵۰۹۵	-۰/۶۵۹۸
(SC) بافت شنی رسی	-۰/۰۵۵۷	۰/۵۴۹۴	-۰/۵۰۹۶	۰/۶۵۹۸
(Elv) ارتفاع از سطح دریا	۰/۳۲۵۰	۰/۲۰۳۶	۰/۹۰۷۰	۰/۱۷۴۲
(E) جهت جغرافیایی شرقی	-۰/۸۶۱۷	۰/۱۹۳۶	-۰/۳۸۰۰	-۰/۲۷۴۹
(S) جهت جغرافیایی جنوبی	۰/۸۶۱۷	-۰/۱۹۳۶	۰/۳۸۰۰	۰/۲۷۴۹



شکل (۱): نمودار خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه گل‌ماهور و عوامل محیطی حاصل از تحلیل کاهشی. توضیح علائم دایره (●)، فلش (→) و فلش (←) به ترتیب معرف موقعیت قرارگیری مکان‌های مرتعی پنج‌گانه، خصوصیات مرتعی پنج‌گانه، خصوصیات ریخت‌شناسی گل‌ماهور و عوامل محیطی است. طول فلش میزان اثرگذاری عوامل محیطی و شاخص‌های کیفی گل‌ماهور را نشان می‌دهد. سایر علائم به‌کاررفته در شکل نیز در جدول (۴) و زیرنویس صفحات بالا تعریف شده است.

خشکی دما‌رتن و متوسط بارندگی سالانه در ربع دوم، ماده آلی خاک و درصد سنگریزه خاک در ربع سوم، جهت جغرافیایی جنوبی، طول دوره خشکی، متوسط دمای سالانه، متوسط حداکثر دمای سالانه، تبخیر سالانه، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه و متوسط حداقل دمای سالانه و بافت شنی لوم در ربع چهارم تأثیر مهم‌تری در جداسازی مکان‌های پنج‌گانه و تشکیل ۲ رویشگاه اول و دوم را بر روی نمودار حاصل از رجن‌بندی داشته‌اند. از عوامل محیطی عوامل اسیدیته خاک، آهک خاک، جهت جغرافیایی جنوبی، تبخیر سالانه، تبخیر و تعرق سالانه، متوسط دمای سالانه، طول دوره خشکی، متوسط حداکثر و حداقل دمای سالانه و بافت شنی لوم و درصد سنگریزه خاک باعث جدایی رویشگاه دوم (مکان‌های ۱، ۲ و ۳) از رویشگاه دوم (مکان‌های ۴ و ۵) شده

شکل (۱) توزیع ۲۲ عامل محیطی و ۹ خصوصیت ریخت‌شناسی گیاه گل‌ماهور را بر روی نمودار رجن‌بندی نشان داده و بیان می‌کند که این نمودار شامل ۴ ربع است. ۵ مکان مطالعاتی در این ربع‌ها توزیع شده است. در ربع دوم مکان‌های ۳ و ۵، در ربع سوم مکان ۱ و در ربع چهارم مکان‌های ۲ و ۴ قرار گرفته است. مکان‌های مطالعاتی ۱، ۳ و ۵ به دلیل تشابه عوامل محیطی و خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه گل‌ماهور رویشگاه اول و مکان‌های مطالعاتی ۲ و ۴ رویشگاه دوم را تشکیل می‌دهند. از بین ۲۲ عامل محیطی عوامل اسیدیته خاک و میزان آهک در ربع اول، درصد رس، بافت شنی رسی، ظرفیت تبادل کاتیونی، جهت جغرافیایی شرقی، ضریب رطوبتی آمبرژه و متوسط تعداد روزهای یخبندان سالانه، درصد ازت، ارتفاع از سطح دریا، ضریب

است. از ۹ خصوصیت ریخت‌شناسی گیاه گل ماهور ۲ عامل در سمت راست نمودار قرار گرفته‌اند و ۷ عامل ریخت‌شناسی دیگر در سمت چپ نمودار قرار گرفته‌اند. از بین این عوامل، طول برگ فوقانی واقع در ربع اول، طول گل آذین فوقانی، ارتفاع گیاه، طول گل آذین پایینی واقع در ربع دوم، طول گل آذین میانی، طول برگ میانی، طول گل آذین اصلی و طول برگ قاعده واقع در ربع سوم، قطر یقه واقع در ربع چهارم نمودار حاصل از رج‌بندی، تأثیر مهم‌تری در جداسازی مکان‌های مرتعی پنج‌گانه داشته‌اند. اگر به‌طور دقیق، همبستگی عوامل محیطی با خصوصیات ریخت‌شناسی گل ماهور مورد بررسی قرار گیرد، با توجه به شکل (۱) مشاهده می‌شود طول برگ فوقانی با عوامل محیطی واقع در ربع اول (اسیدیته خاک و میزان آهک) همبستگی مثبت دارند. طول گل آذین فوقانی، ارتفاع گیاه و طول گل آذین پایینی با عوامل محیطی واقع در ربع دوم (درصد رس، بافت شنی رسی، ظرفیت تبادل کاتیونی، جهت جغرافیایی شرقی، ضریب رطوبتی آمبرژه و متوسط تعداد روزهای یخبندان سالانه درصد ازت، ارتفاع از سطح دریا، ضریب خشکی دمارتن و متوسط بارندگی سالانه) همبستگی مثبتی دارند. طول گل آذین میانی، طول برگ میانی، طول گل آذین اصلی و طول برگ قاعده با عوامل محیطی واقع در ربع سوم (ماده آلی خاک و درصد سنگریزه خاک) همبستگی مثبتی را نشان می‌دهند. عوامل محیطی و خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه گل ماهور واقع در ربع دوم و سوم نمودار همبستگی و هم‌راستایی معکوس و منفی با شاخص‌های کیفی و عوامل محیطی واقع در ربع اول و چهارم نمودار حاصل از رج‌بندی دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیقات نشان داده است صفات مورفولوژیکی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی مختلف قرار می‌گیرد (هیوود^۱، ۲۰۰۲؛

سعادت‌مند و همکاران، ۱۳۹۴). به‌منظور تعیین ارتباط بین خصوصیات ریخت‌شناسی با شرایط اکولوژیک و بررسی خصوصیات رویشگاه‌های گل ماهور، ۲۲ عامل محیطی و ۹ عامل ریخت‌شناسی گل ماهور به روش تحلیل کاهشی و با استفاده از فن رج‌بندی، مورد پردازش قرار گرفتند. طول برگ میانی، طول گل آذین فوقانی، طول گل آذین پایینی، طول گل آذین میانی و ارتفاع گیاه در رویشگاه اول (ورودی سمیرم و دنا) بیشتر است، ولی طول برگ قاعده‌ای، طول گل آذین اصلی قطر یقه و طول برگ فوقانی در رویشگاه دوم (دره حوض، قهیز و قلعه قدم) بیشتر است. با توجه با شرایط اقلیمی، خاک و فیزیوگرافیک به نظر می‌رسد خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه گل ماهور در رویشگاه اول (ورودی سمیرم و دنا)، در شرایط رویشگاهی با تعداد روزهای یخبندان زیاد، متوسط بارندگی بالا، خاک‌های حاصیخیز و غنی از مواد غذایی و سنگین، مناطق مرتفع، ضریب رطوبتی بالا، خاک‌های سنگریزه‌دار و بافت شنی رسی، ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد و جهت‌های شرقی و اسدیته بین ۷/۶ تا ۷/۸ افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌توان گفت افزایش و تولید این خصوصیات در رویشگاه اول تحت شرایط ذکرشده میسر است. این در حالی است که در رویشگاه دوم، متوسط درجه‌حرارت بالا، تبخیر و تبخیر و تعرق زیاد، خاک‌های آهکی اسدیته بالا برابر با ۷/۹، طول دوره خشکی طولانی، بافت شنی لوم، دامنه‌های جنوبی و از نظر مواد غذایی نسبتاً ضعیف می‌باشد. تبخیر و تعرق، آب خالص را به‌صورت بخار از خاک خارج کرده و املاح باقی‌مانده محلول خاک را تغلیظ می‌کند. هرچه غلظت املاح خاک بیشتر باشد، سبب افزایش هدایت الکتریکی و منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی آن می‌شود و جود یون‌های پتاسیم و سدیم به میزان کافی در خاک نیز شرایط مساعدی را برای مقاومت به خشکی و سرما و افزایش راندمان در گیاهان فراهم می‌آورد. بنابراین تنش‌های محیطی را بهتر تحمل کرده و از ظرفیت بالاتری برای بهتر کردن خصوصیات ریخت‌شناسی گیاه برخوردار است (عمادیان، ۱۳۸۰). خاک رویشگاه اول از نظر ماده آلی

طول گل آذین اصلی، طول برگ میانی، طول گل آذین فوقانی، طول گل آذین پایینی، طول گل آذین میانی و ارتفاع گیاه در رویشگاه اول (دره حوض و رودی سمیرم و دنا) رابطه مستقیم دارد. جعفری (۱۳۸۱) رابطه خصوصیات خاک و پوشش گیاهی مراتع و شنوه را مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد عوامل خاکی در تغییرات پوشش گیاهی تأثیر عمده‌ای دارد؛ هرچند این تأثیرات صددرصد نیست. به‌عنوان یک نتیجه کلی پوشش گیاهی به آن دسته از فاکتورهایی که به جذب مواد غذایی و آب کمک می‌کند، گرایش مثبت نشان می‌دهد، به طوری که در تیپ‌های مورد مطالعه ماده آلی و بافت بیشترین رابطه را با گونه‌های گیاهی مورد مطالعه دارند. در تحقیق حاضر نتیجه مشابه تحقیق فوق به دست آمد. با توجه به شرایط اقلیمی، خاک و فیزیوگرافیک به نظر می‌رسد خصوصیات ریخت‌شناسی گل‌ماهور در شرایط رویشگاهی با اقلیم سرد و مرطوب و از نظر مواد غذایی حاصلخیز افزایش می‌یابد، درحالی که در شرایط گرم و خشک قطر یقه و طول برگ‌های فوقانی افزایش می‌یابد، به نظر می‌رسد در شرایطی که ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد قطر یقه کم می‌شود و عکس این قضیه نیز صادق است، یعنی با کاهش ارتفاع گیاه انرژی بیشتری را صرف قطور کردن خود می‌نماید که این موضوع نیازمند بررسی دقیق است. به‌طور کلی نتایج آنالیز رج‌بندی عوامل محیطی و خصوصیات ریخت‌شناسی نشان داد که طول برگ فوقانی، طول برگ میانی، طول گل آذین فوقانی، طول گل آذین پایینی، طول گل آذین میانی و ارتفاع گیاه در رویشگاه اول (رودی سمیرم و دنا) بیشتر است، پس می‌توان نتیجه گرفت که خاک رویشگاه اول از نظر مواد غذایی غنی بوده و شرایط مناسب را برای رشد و نمو گیاه فراهم کرده است. از طرف دیگر، به این نتیجه می‌رسیم که گیاه گل‌ماهور یک گیاه در برابر سرما مقاوم است و در رویشگاه‌های با اقلیم سرد قدرت رویش بیشتری دارد. استفاده از آنالیز گرادیان در این تحقیق نشان داد که روش تحلیل کاهشی از دقت زیادی برخوردار است و می‌تواند شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی

و ازت غنی بوده و این خصوصیات شرایط مناسبی را برای رشد گیاه فراهم کرده است. در رویشگاه دوم درصد آهک نسبت به رویشگاه اول بیشتر است که این امر به نظر می‌رسد با خاک برداشت شده در عمق متفاوت در این دو رویشگاه مرتبط باشد. نتایج تحقیق با یافته‌های عفیفیان (۱۳۸۹) نیز مطابقت دارد. عفیفیان ضمن شناسایی و تعیین برخی از مواد مؤثره گیاه لاله واژگون و بررسی ارتباط آن با شرایط رویشگاه در منطقه غرب استان اصفهان بیان نمود وزن تر و خشک لاله واژگون در مکانی که آهک زیادی دارد بیشتر از مکان‌های دیگر است. در تحقیقی دیگر، سپهوند (۱۳۸۹) بیان نمود گیاه کما با افزایش آهک، تعداد برگ‌های قاعده‌ای، ارتفاع گیاه و وزن خشک گیاه در رویشگاه دوم (مکان‌های تنگ دوزان و چاله‌قو) افزایش یافته است. درجه حرارت یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان است و تأثیر بسزایی در رویش و گسترش آن‌ها دارد. بطوری که شکل برگ‌ها و ساقه‌های بسیاری از گیاهان معرف درجه حرارت محل رویش آن‌هاست. مثلاً هوای گرم در طول رویش خشخاش، ارتباط مستقیمی با مرفین تولیدی در گرز این گیاه دارد یا اسانس نعنای تولیدشده در پیکر رویشی گیاه در فصولی که هوا نسبتاً گرم باشد، دارای مقدار بیشتری است. خصوصیات مختلف خاک نیز بر چگونگی رشد و نمو و بر میزان مواد مؤثره گیاهان تأثیر دارد، ولی نمی‌توان مثلاً فقط به خصوصیات فیزیکی یا فقط به خصوصیات شیمیایی یک خاک از این نظر اکتفا کرد (امیدبیگی، ۱۳۷۴). چنان‌که درباره گیاه رازیانه، ازت سبب افزایش میزان محصول میوه گیاه به مقیاس بیش از ۱/۵ برابر می‌گردد یا گونه‌های مختلف تاجریزی به‌طور کلی گیاهانی گرما دوست‌اند و چنان‌که در محیط‌های گرم کشت شوند، شکل برگ‌ها و ساقه‌های آن‌ها تغییر می‌کند. مواد آلی خاک و حاصلخیزی خاک نیز بر رشد و نمو گیاهان دارویی و مواد مؤثره آن‌ها تأثیر می‌گذارد (امیدبیگی، ۱۳۷۴). در تحقیق حاضر، افزایش ماده آلی خاک با افزایش خصوصیات مرفولوژیکی طول برگ قاعده‌ای،

اندازه‌گیری شده را به نحو مطلوبی رج‌بندی کرده و روابط شاخص‌های گیاهی و عوامل محیطی را واضح‌تر نشان دهد. (۱۳۸۷) نیز گزارش شده است.

مراجع

1. Afifian, M., 2011. Investigating of Phytochemical of *Fritillaria imperialis* L. in Relation to Habitat Conditions in the West of Isfahan Province. Msc Thesis, Natural Resources College, Isfahan University of technology, Isfahan.
2. Attar, F., Keshvari, A., Ghahreman, A., Zarre, S., Aghabeigi, F., 2006. Micromorphological studies on *Verbascum* (Scrophulariaceae) in Iran with emphasis on seed surface, capsule ornamentation and trichomes". *Elsvier* 202, 169-175.
3. Basiri, R., 2003. Study ecological habitats *Quercus Libani* Olive using analysis of environmental factors in the area Vivel Marivan. Msc Thesis, Natural Resources and Marine Science College, Tarbiat Modares University.
4. Cabi, E., Baser, B., Yavru, A., Polat, F., Toprak, U., Karaveliogulları, F. A., 2011. Scanning electron microscope (SEM) and light microscope (LM) studies on the seed morphology of *Verbascum* taxa (Scrophulariaceae) and their systematic implications. *Australian Journal of crop Science* 5, 660-667.
5. Emadian, F., Mirnia, K.H., 1999. Plant ecophysiology. Mazandaran University Publisher, Babolsar, 152P.
6. Emam, S., 2010. Glycosides of *Verbascum letourneuxii*, Asch And its Antioxidant Activity. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4, 5038-5050.
7. Goodall, D.W., 1954. Objective methods for the comparison of vegetation. III. An essay in the use of factor analysis. *Australian Journal of Botany* 1, 39-63.
8. Heywood, V.H., 2002. The conservation of genetic and chemical diversity in medicinal and aromatic plants, In: biodiversity: biomolecular aspects of biodiversity and innovative utilization. Sener B (Ed.). Springer, Berlin, Heidelberg, 13-22.
9. Jafari, M., Rostampur, M., Tavili, A., Zarechahuki, M.A., Farzadmehr, J., 2007. Direct gradient analysis of plant species and environmental factors in rangeland ecological groups Zirkooh Ghaen. *Journal of range* 4, 329-343.
10. Jongman, R. H., Terbreak, C. J. F. Tongerea, D. F. R. V., 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc wageningen, Netherlands.
11. Khademi, B., 2010. Quality of Gum tragacanth from *Astragalus* verus in relation to habitat conditions in the east and north – east region of Isfahn province. Msc Thesis, Natural Resources College, Isfahan University of Technology, Isfahan.
12. Mesdaghi, M., 2005. Plant Ecology, Jahad daneshgahi. Press, 187pp.
13. Mirhaidar, H., 2005. Plant sciences-Nashre Farhange Eslami. 418-423.
14. Omidbeygi, R., 1995. Approaches to Production and Processing of Medical Plants. Fekre Ruz Publisher, Tehran, 286p.
15. Sepahvand, S., 2009. Identify and determine of chemical component of *Ferula ovina* Boiss. Msc Thesis, Natural Resources College, Isfahan University of technology, Isfahan.
16. Soleimani meimand, F., 2012. Investigating of Phytochemical of *Stachys lavandulifolia* Vahl. In Relation to Habitat Conditions in the West of Isfahan Province. Msc Thesis, Natural Resources College, Isfahan University of technology, Isfahan.

17. Saadatmand, L., Ghorbanli, M., Neyakan, M., 2015. Study of morpho-physiological some traits medicinal plant *Elaeagnus angustifolia* L. in four Habitat of Khorasan Razavi province. Journal Plant Physiology 37, 21-30.