محیط شناسی،سال سی و سوم ،زمستان ۸۶،شمارهٔ ٤٤،صفحهٔ ۱۱۶-۱۰۵

پراکنش پوشش گیاهان میکوریزی درارتباط بابرخی از ویژگی‌های خاک در پارک ملی کویر

فرهنگ قصریانی[۱]*، حسن زارع‌مایوان[۲] ، محمد رضاچائی‌چی[۳]

۱- دانشجوی دوره دکتری دانشگاه آزاد اسلامی تهران- واحد علوم وتحقیقات

۲- دانشیار دانشکده علوم دانشگاه تربیت مدرس.

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت:۸٤/۳/۸ تاریخ پذیرش :۸۶/٤/۱۰

چکیده

مجموعه منطقه حفاظت شده و پارک ملی کویر در منطقه وسیعی از بخش مرکزی ایران در جنوب رشته کوه البرز و جنوب شرق تهران واقع شده‌است. اگرچه جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی، هیدرولوژی و زیست‌شناسی این پارک مورد مطالعه قرار گرفته است ولی در ارتباط با اکولوژی پوشش گیاهی و عوامل خاکی تحلیل جامعی ارائه نشده است. در این تحقیق، ارتباط بین پراکنش گیاهان میکوریزی جوامع غالب و قارچ‌های همزیست اندومیکوریز(*vesicular-arbuscular*) با ارتفاع و برخی از ویژگی‌های خاک مورد مطالعه قرارگرفت. نمونه‌های گیاهان و خاک از ۱۲ ایستگاه از مناطق پایین دست بخش دشتی (ارتفاع ۸۹۳ مترازسطح دریا) تا مناطق کوهپایه‌ای و کوهستانی (ارتفاع ۱۶۱۰ مترازسطح دریا) جمع‌آوری شد. در مجموع ۱۸ گونه گیاهی غالب شناسایی شد که ۱۴ گونه واجد همزیستی قارچ‌های اندومیکوریزی AM از جنس *lomus*شامل گونه‌های قارچی *G. aggregatum, G.claroideum, G. fasiculatum, G. interadices* و *G. microaggregatum* بودند. فراوانی اسپور قارچ‌های اندومیکوریزی AMدر دو فصل بهار و پاییز تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد رانشان داد و بین ایستگاه‌های انتخاب شده تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود داشت. در ریزوسفر گونه‌های درمنه‌دشتی (*Artemesia sieberi*) و درمنه‌کوهی (*Artemesia aucheri*) بیشترین فراوانی اسپور و در ریزوسفر گونه‌های *Halocnemum strobilaceum*، *Seidlitzia rosmarinus* و *Peganum harmala* کمترین تعداد اسپورهای اندومیکوریز وجود داشت. تجزیه رگرسیون روی ویژگی‌های مورد بررسی نشان داد که ارتفاع و درصد شن بیشترین سهم را در SS صفت فراوانی اسپور قارچ‌های میکوریزی داشتند. حضور قارچ‌های میکوریزی از نوع وسیکولار–اربسکولار در ۷۸ درصد گیاهان منطقه پارک ملی کویر اهمیت همزیستی میکوریزی را در مناطق استپی و نیمه بیابانی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پارک‌ملی کویر– اندومیکوریز– فراوانی اسپور– همزیستی

سرآغاز

مجموعه ۶۷۰ هزار هکتاری شامل منطقه حفاظت شده با سطحی معادل ۲۵۰ هزار هکتار و پارک ملی کویر شامل ۴۲۰ هزار هکتار در محدوده جغرافیائی بین مختصات ′۲۵ °۵۲ الی ′۰۴ °۵۳ طول شرقی تا ′۱۷ °۳۴ الی ′۱۲ °۳۵ عرض شمالی، در منطقه وسیعی از بخش مرکزی ایران در جنوب رشته کوه البرز، جنوب شرقی تهران، شرق دریاچه نمک و غرب کویر مرکزی واقع شده‌است (شکل شمارهٔ۱). ویژگی‌های آب‌شناختی این منطقه بیانگر تخلیه روان‌آبها به دریاچه نمک در جنوب غربی و دشت کویر در شرق است.

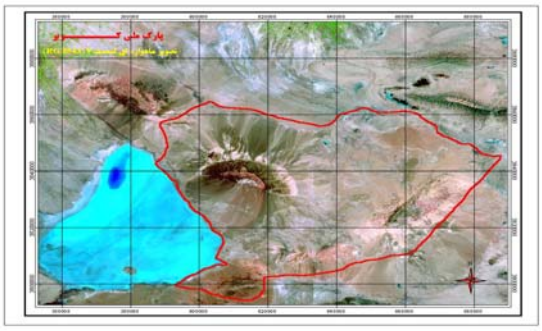
منطقه مورد مطالعه در ناحیه‌ای خشک و بیابانی قرار دارد. میانگین ریزش‌های جوی از کمتر از ۱۰۰ میلیمتر در سال در بخش وسیعی از منطقه تا حدود ۲۰۰ میلیمتر در سال در عرصه‌های بسیار محدودی تغییر می‌کند.

خاک حدوداً ۱۸۰ روز از سال خشک است. متوسط دمای خاک بین ۱۵ تا ۲۲ درجه سانتیگراد در عمق ۲۰ سانتیمتری متغیر است (کیانی‌پور،۱۳۸۳).همزیستی میکوریزی موجب افزایش فعالیت‌های متابولیکی در گیاه شده، برفعالیت روزنه‌ها تأثیر گذاشته و از طریق تعرق باعث سهولت انتقال آب در گیاه می‌شود (Kingsbury, 1984 و Manchanda & Sharms, 1991) . در شرایط تنش کمبود آب مقاومت روزنه‌ای در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی افزایش می‌یابد (Jayachandran, 1992) .رشد ریسه اندومیکوریز در شرایط شوری ناشی از (Nacl) در اثر سمیت یونی و تنش اسمزی ناشی‌از افزایش غلظت یون محلول خاک کاهش می‌یابد (Safir et al., 1972).

نویسنده مسئول: ۰۲۱-۴۴۱۹۵۹۰۱

Email:fghasriani1330@yahoo.com

Archive of SID



شکل شمارهٔ(۱): نقشه محدوده پارک ملی کویر و منطقهٔ حفاظت شده کویر

قارچ‌های میکوریزی موجب جذب نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در گیاه درشرایط تنش خشکی می‌گردند(Michelsen, et al. 1998). اگرچه جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و زیستی پارک ملی کویر مورد مطالعه قرار گرفته و اسامی گیاهان و فرم‌های رویشی آنان در این منطقه معرفی شده است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲)، ولی درارتباط با اکولوژی پوشش گیاهی و عوامل خاکی تحلیل لازم ارائه نشده است (قصریانی، ۱۳۸۴). خارا و کریمی (۱۳۸۳) در تحقیقی نشان دادند که گونه‌های متعلق به خانواده Chenopodiaceae کمتر میکوریزی هستند. خارا (۱۳۸۳) جمعیت‌های میکوریز گیاهان گلیکوفیت و هالوفیت جزایر چهارگانه پارک ملی دریاچه ارومیه را شناسایی و معرفی کرده است. در تحقیقی که توسط عامریان (۱۳۷۱) در استان خراسان به‌عمل آمد، فعالیت اسپورهای میکوریز اربسکولار و آلودگی ریشه گزارش شد و در ضمن برای اولین بار گونه *Gigaspora heterogana* از ایران گزارش شد. زارع مایوان (۱۳۸۳) ارتباط بین پوشش گیاهی و قارچهای میکوریزی را با عوامل خاک و ارتفاع در مناطق بیابانی مطالعه کرده ولی در زمینه تأثیرات متقابل عوامل خاک و پوشش گیاهی تحلیل مبسوطی انجام نداده‌است. نظمی‌افشار (۱۳۸۳) کارآیی مدل تصمیم‌گیری چند گزینه‌ای منطق فازی را برای گیاهان میکوریزی پارک ملی کویر بررسی کرده‌است. قصریانی (۱۳۸۴) در تحقیقی جامع طرح مدیریت پایدار حفاظتی پارک ملی کویر را مورد تحلیل قرار داده و امکان تعیین جایگاه و رتبه اکولوژیکی پوشش گیاهی را در ارتباط با صفات کمی و کیفی اکولوژیک و حضور میکوریز را با استفاده از منطق فازی (مدل TOPSIS) نشان داده‌است.

در این تحقیق ارتباط برخی ویژگی‌های خاک با پراکنش گیاهان دارای همزیستی با قارچ‌های اندومیکوریز در مجموعه کویر بررسی شد و تأثیر تغییر در غلظت عناصر و ارتفاع در دو فصل بهار و پاییز بر روی فراوانی اسپور قارچ‌های میکوریز VAM مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت.

مواد و روشها

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از خاک محدودهٔ ریزوسفر و گیاهان پارک ملی کویر در ۱۲ ایستگاه در دو فصل بهار و پاییز ۱۳۸۲ انجام شد (جدول‌شمارهٔ۱). الگوی بلوک‌های نمونه برداری و جمع‌آوری اطلاعات منطقه در شکل‌شمارهٔ(۲) ارائه شده‌است. ۶۳ نمونه مخلوط خاک و ۵۳ نمونه گیاه از مجموع ۱۰۸ نقطه نمونه‌برداری شدند. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری محدوده تاج‌پوشش (سایه‌انداز) گیاهان درختی و درختچه‌ای و زیر گیاهان بوته‌ای در دایره‌ای به قطر ده سانتی‌متر، جمع‌آوری شد. در هر ایستگاه حداقل ۳ پلات ۱۰ × ۱۰ متری و از هر پلات حداقل ۳ نمونه خاک و ریشه برداشت شد و برای اندازه‌گیری حضور اسپور ۲۵ گرم از خاک در کیسه‌های پلاستیکی ضخیم بر چسب دار به آزمایشگاه منتقل شدند.

شناسائی گونه‌های گیاهی

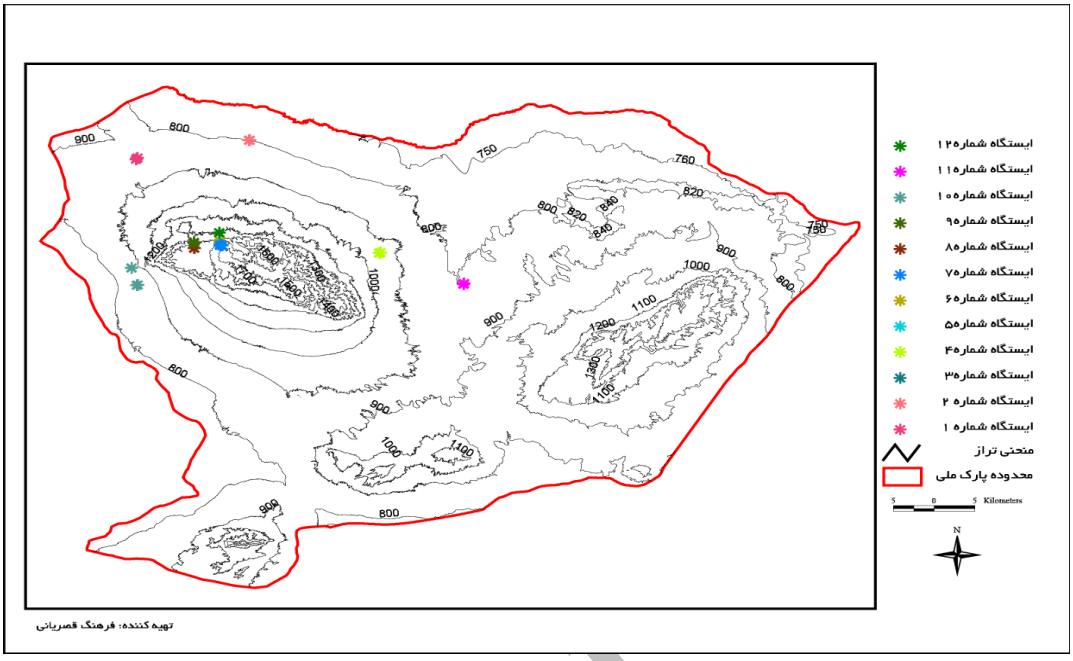
گونه‌های جمع‌آوری شده از داخل پلات‌های اندازه‌گیری با استفاده از کلیدهای معتبر مانند راهنمای فلور ایران (اسدی، ۱۳۶۷) و هرباریم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور شناسایی شدند.

تجزیه نمونه‌های خاک

نمونه‌های خاک باروش‌های استاندارد و به شرح زیر مورد تجزیه فیزیکی و شیمیائی قرار گرفت:

- اندازه‌گیری پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم در pH=۷؛
- فسفر قابل جذب به روش اولسن؛
- اندازه‌گیری ازت به روش کجلدال ؛
- تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری؛
- اندازه‌گیری pHدر عصاره اشباع؛
- اندازه‌گیری ECدر عصاره اشباع؛
- اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم محلول با روش کمپلکسومتری (زرین کفش، ۱۳۷۲).

Archive of SID



شکل‌شمارهٔ(۲): الگوی بلوک‌های نمونه‌برداری و جمع آوری اطلاعات

جدول‌شمارهٔ(۱): مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در پارک ملی کویر

ایستگاه	طول شرقی			عرض شمالی			ارتفاع از سطح دریا (متر)
	ثانیه	دقیقه	درجه	ثانیه	دقیقه	درجه	
۱	۱۳/۴	۰۵	۵۲	۵۵/۴	۴۹	۳۴	۸۷۵
۲	۱۵/۲	۱۴	۵۲	۷/۹۹	۵۰	۳۴	۸۴۰
۳	۲۰/۶	۳۱	۵۲	۶/۸۲	۳۹	۳۴	۸۴۵
۴	۵۰/۲	۲۴	۵۲	۱۱/۵	۴۲	۳۴	۹۸۵
۵	۹/۷۷	۰۴	۵۲	۲۰/۱	۴۱	۳۴	۸۷۶
۶	۵۸/۱	۰۹	۵۲	۰/۹۸	۴۳	۳۴	۱۲۰۰
۷	۶/۵۰	۰۹	۵۲	۶/۵۴	۴۲	۳۴	۱۳۷۵
۸	۷/۳۰	۱۱	۵۲	۸/۸۱	۴۲	۳۴	۱۶۰۰
۹	۶/۹۸	۱۱	۵۲	۱۷/۵	۴۳	۳۴	۱۴۵۰
۱۰	۸/۸۴	۱۱	۵۲	۳۷/۱	۴۳	۳۴	۱۳۱۰
۱۱	۴/۶۶	۱۱	۵۲	۸/۱۱	۴۳	۳۴	۱۲۵۵
۱۲	۶/۰۰	۱۱	۵۲	۸/۰۰	۴۳	۳۴	۱۲۱۰

Archive of

جداسازی و شمارش قارچ‌های میکوریزی

جداسازی اسپورها با استفاده از روش الک مرطوب و سانتریفوژ در محلول ساکاروز ۶۰ درصد انجام شد(Phillips, 1970). بدین ترتیب که ۲۵ گرم از هر نمونه خاک از سری الک‌های ۷۱۰، ۴۲۰، ۲۵۰، ۱۷۰، ۱۰۶ و ۳۸ میکرون عبور داده شد. پس از شستشو، محتوی الک‌های ۷۱۰ تا ۲۵۰ میکرومتری به پتری دیش منتقل شد.

تشریح میکروسکوپی و تعیین میکوریز

اسپوروکارپ و اسپورهای موجود در هر پتری‌دیش در زیر میکروسکوپ تشریحی بر اساس شکل، اندازه، رنگ، تزئینات گروه بندی شدند و تعداد ۱۵ الی ۲۰ عدد بر روی یک لام در دو محیط PVLG و PVLC + Melzerr Reagent (به نسبت حجمی یک به یک) منتقل شدند.شناسایی گونه‌ها با ثبت صفات مربوط به اسپور، ریسه متصل به اسپور و اسپوروکارپ، زیر میکروسکوپ نوری، تشریحی المپیوس مدل BH_2 انجام شد (زارع مایوان، ۱۳۸۲) و (Phillips & Hayman, 1970).

ریشه‌های گیاهان از خاک جداسازی و کدگذاری شد و به مدت ۲۴ ساعت در آب استریل و یکبار تقطیر قرار داده شدند و سپس در محلول گلیسرین الکل (GA) تثبیت شدند. برش طولی به ضخامت یک

سانتیمتر از نوک ریشه تهیه شد و با استفاده از محلول ۱۰ درصد KOH بی رنگ و با استفاده از لاکتوفنل‌انیلین‌بلو ۰/۰۵ درصدبه روش فیلیپس رنگ آمیزی شدند.

نتایج و بحث (نتایج تجزیه خاک)

با تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک، نتایج تحلیلی از آنالیز ۶۳ نمونه مخلوط خاک حاصل از مجموع ۱۰۸ نقطه نمونه‌برداری شده در ایستگاه‌های مختلف در دو فصل بهار و پاییز به دست آمد.بافت خاک عمدتاً شنی لومی و pH در هر دو فصل بین ۷ تا حدود ۸/۰۴ در ایستگاه‌های مختلف متغیر بود. میزان کاتیون‌های کلسیم و منیزیوم در حد متوسط، ازت در حد پائین و فسفر و پتاسیم از کلاس ضعیف تا غنی متغیر است (زارع مایوان، ۱۳۸۲). در مجموع خاکهای ایستگاه‌های کم ارتفاع‌تر محدوده مورد مطالعه، دارای املاح کمی بیشتر نسبت به ایستگاه‌های مرتفع‌تر می‌باشد. بافت خاک عمدتاً از درشت تا متوسط متغیر بود. در مجموع ۵ گونه قارچ وسیکولار- اربسکولار شناسائی شدندکه عبارتند از*G. aggregatum* ، *interadices* ، *G. fasiculatum* ، *G.claroideum* و *G. icroaggregatum*.

پراکنش پوشش گیاهی و میکوریز

۱۸ گونه گیاهی در مجموع ۵۳ گونه گیاهی موجود در پارک، داخل پلات‌های اندازه‌گیری مورد ارزیابی قرار گرفتند که در بین آنها ۱۴ گونه واجد حضور قارچ‌های اندو میکوریز بودند.متوسط فراوانی اسپورها در بهار و پاییز به ترتیب ۱۵۷ و ۱۷۸ اسپور در ۲۵ گرم خاک بود و میانگین تعداد اسپورها بین ایستگاه‌ها تفاوت داشت و این دامنه تفاوت برای هر دو فصل بهار و پاییز صادق بود (جدول‌شمارهٔ۲).

مقایسه فراوانی اسپور در ایستگاه‌ها نشان داد که بین ایستگاه‌های پایین‌دست و بالادست (۱ تا ۶ و ۶ تا ۱۲) تفاوت در هر دو فصل بهار و پاییز وجود داشت.بیشترین فراوانی و فراوانی نسبی مربوط به گونه‌های *Artemisia sieberi* (درمنه دشتی)، *Artemisia aucheri* (درمنه کوهی)، *Zygophyllum atriplicoides* (قیچ) و *Ephedra strobilacea* (ارمک بیابانی) بود،(شکل شمارهٔ۳).

درحالیکه‌گونه‌های *Haloxylon ammodendron* (سیاه تاغ)، *L*(جدول‌شمارهٔ۳). بسامد نسبی ایستگاهی در گونه‌های بادام و افدرا و درمنه برابر با ۱۳/۲ درصد بود.

بیشترین بسامد نسبی در پلاتها مربوط به درمنه دشتی با ۲۱/۸ درصد بود. بیشترین فراوانی‌ها مربوط به گونه‌های سیاه‌تاغ، دیوخار، علف‌شور و گز (*Tamarix hispida*) بود *ycium depressum* (دیوخار)، *Peganum harmala*(اسفند)، *Salsola arbusculiformis*، *S. crassa* ، *S. tomentosa* (علف شور) و *Seidilitzia rosmarinus* (اشنان)کمترین فراوانی را داشتند

جدول‌شمارهٔ(۲): فراوانی اسپور در ۲۵گرم خاک مورد آزمایش در دو فصل بهار و پاییز در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه	بهار	پاییز
۱	۱۷۵	۳۷۸
۲	۶۱	۷۲
۳	۱۳۶	۱۶۳
۴	۱۰۷	۳۰۱
۵	۶۰	۱۷۷
۶	۹۷	۱۷۷
۷	۱۱۵	۲۰۳
۸	۳۱۷	۲۰۱
۹	۲۵۹	۱۱۵
۱۰	۳۰۲	۱۴۶
۱۱	۱۵۲	۱۹۴
۱۲	۱۱۱	۹۷
جمع	۱۸۹۲	۲۱۲۴
میانگین	۱۵۷/۲	۱۷۷
انحراف معیار	۸۸/۶	۶۷/۱

شکل شمارهٔ(۳): نمایی از پراکنش گونه *Ephedra strobilacea* **در آبراهه ها**

Archive of SID

جدول‌شمارهٔ(۳): فراوانی و فراوانی نسبی گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

ردیف	ایستگاه / گونه گیاهی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	جمع فراوانی	فراوانی نسبی
۱	*Acanthophyllum sp.*	۰	۰	۰	۰	۱۲	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۲۰	۲/۹
۲	*Amygdalus scoparia*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۴	۵	۱	۰	۰	۱۴	۲/۰
۳	*Artemisia aucheri*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۵	۵۹	۳۲	۸	۵	۹	۱۹۸	۲۸/۳
۴	*A. sieberi*	۳۷	۱۸	۳۰	۸۵	۳۶	۴۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵۱	۳۵/۹
۵	*Atraphaxis spinosa*	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۳	۴	۳	۱۲	۱/۷
۶	*Dendrostellera lessertii*	۰	۰	۰	۰	۵	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰/۷
۷	*Ephedra strobilacea*	۸	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۳۲	۴/۶
۸	*Halocnemum strobilaceum*	۵	۱۵	۱۳	۰	۰	۰	۰	۳	۷	۰	۰	۰	۳۳	۴/۷
۹	*Halothamnus glaucus*	۴	۳	۱۴	۰	۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۸	۴/۰
۱۰	*Haloxylon ammodendron*	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰/۹
۱۱	*Lycium depressum*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۴	۰/۶
۱۲	*Peganum harmala*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰	۱۰	۱/۴
۱۳	*Salsola arbusculiformis*	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۱
۱۴	*S. crassa*	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰/۳
۱۵	*S. tomentosa*	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰/۷
۱۶	*Seidlitzia rosmarinus*	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸	۱/۱
۱۷	*Tamarix hispida*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۴/۰
۱۸	*Zygophyllum atriplicoides*	۲	۰	۳	۵۳	۰	۸	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۶۷	۹/۶
	جمع	۶۴	۴۱	۶۹	۱۳۸	۷۰	۶۲	۹۰	۶۶	۴۴	۱۳	۲۶	۱۶	۶۹۹	۱۰۰/۰

Archive of SID

جدول‌شمارهٔ(۴):درصدپوشش گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه در پارک ملی کویر در بهار۱۳۸۲

ردیف	ایستگاه / گونه گیاهی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	جمع	درصدنسبی پوشش
۱	*Acanthophyllum sp.*	۰	۰	۰	۰	۵	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۷	۱/۹
۲	*Amygdalus scoparia*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷	۲۲	۲۰	۲	۰	۰	۵۱	۵/۸
۳	*Artemisia aucheri*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰	۹۰	۷۰	۱۰	۵	۳۵	۲۴۰	۲۷/۲
۴	*A. sieberi*	۵۰	۴۳	۲۸	۶۵	۲۴	۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵۰	۲۸/۳
۵	*Atraphaxis spinosa*	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۵	۱۰	۱۰	۲۸	۳/۲
۶	*Dendrostellera lessertii*	۰	۰	۰	۰	۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳	۱/۵
۷	*Ephedra strobilacea*	۶	۰	۰	۰	۱۹	۱۵	۰	۷	۱۰	۲	۰	۰	۵۹	۶/۷
۸	*Halocnemum strobilaceum*	۵	۲۵	۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۸	۵/۴
۹	*Halothamnus glaucus*	۰	۳	۱۲	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱	۲/۴
۱۰	*Haloxylon ammodendron*	۰	۰	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱/۱
۱۱	*Lycium depressum*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۳/۴
۱۲	*Peganum harmala*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۵	۰/۶
۱۳	*Salsola arbusculiformis*	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۱
۱۴	*S. crassa*	۰	۰	۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱/۷
۱۵	*S. tomentosa*	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰/۶
۱۶	*Seidelitzia rosmarinus*	۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸	۲/۰
۱۷	*Tamarix hispida*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۰	۲۰	۲/۳
۱۸	*Zygophyllum atriplicoides*	۴	۰	۳	۳۵	۰	۸	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۵۱	۵/۸
	جمع	۸۳	۷۶	۸۷	۱۰۰	۷۰	۶۵	۳۸	۱۱۹	۱۰۰	۱۹	۷۰	۵۵	۸۸۲	۱۰۰/۰

Archive of SID

جدول‌شمارهٔ(۵): تجزیه واریانس اثرات فصل و ایستگاه بر صفات مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	اسیدیته	شوری	رس	سیلت	شن	ازت	پتاسیم	فسفر	کلسیم	منیزیم	فراوانی اسپور
		MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
فصل	۱	۰/۱۳۷^{ns}	۰/۲۰۵^{ns}	۰/۱۳۵^{ns}	۲۳۵/۸^{ns}	۷۶۶/۵*	۰/۰۴۷۶^{ns}	۱۵۸۴**	۴۵/۰۸^{ns}	۴/۷۰^{ns}	۸/۸۸^{ns}	۱۳۵۱*
ایستگاه	۱۱	۰/۰۷۴۶^{ns}	۲/۶۶۸^{ns}	۱۱/۷۷^{ns}	۱۴۲/۵^{ns}	۱۰۸/۶^{ns}	/۰۲۵۸^{ns}	۲۷۵۶۶^{ns}	۳۳/۴۸^{ns}	۵۳/۶۱^{ns}	۱۱/۲۲^{ns}	۱۸۶۳**
اشتباه	۵۰	۰/۰۵۶	۲/۲۲	۱۴/۴۸	۱۱۸	۱۷۲/۶	۰/۰۲۷۸	۲۰۱۲۵	۳۴/۳۶	۳۱/۲۸	۹/۵۶۶	۳۰۰۲

**–دارای رگرسیون معنی دار در سطح۱ درصد *–دارای رگرسیون معنی دار در سطح ۵ درصد ns– غیر معنی دار

تجزیه واریانس اثرات فصل و ایستگاه نشان داد که بین دو فصل بهار و پاییز از لحاظ درصد رس و شن در سطح ۵ درصد و از نظر درصد پتاسیم درسطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت، در حالیکه سایر ویژگی‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در بین ایستگاه‌های مورد بررسی از نظر ویژگی‌ها و خصوصیات خاک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی از نظر فراوانی اسپور هم دربین فصل‌ها وهم دربین ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری مشاهده شد، به‌گونه‌ای‌که دربین دو فصل بهار و پاییز اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و در بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار در سطح۱ درصد وجود داشت (جدول‌شمارهٔ ۵)

همان‌طوری‌که از جدول‌شمارهٔ(۵)پیداست بین دو فصل بهار و پاییز از نظر ویژگی‌هایی مانند درصد رس و شن در سطح احتمال ۵ درصد و از نظر پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است، از نظر سایر ویژگی‌های مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.برای فراوانی اسپور هم از نظر فصل و هم در بین ایستگاه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری مشاهده شد. به گونه‌ای‌که فصل‌ها تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ایستگاه‌ها تأثیر بسیار معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بر فراوانی اسپور داشتند. در تجزیه رگرسیون ویژگی‌های خاک و فراوانی اسپور دو ویژگی ارتفاع و درصد شن به ترتیب بیشترین سهم را در صفت فراوانی اسپور داشتند (جدول‌های‌شمارهٔ۶ و ۷). این نکته بیانگر آنست که در بررسی پوشش گیاهان کویری به جز عناصر و خصوصیات خاک، بایستی سایر ویژگی‌های محیطی و عوامل از جمله اثرات موجودات زنده، مد نظر قرار گیرد. این یافته از روی ضریب تبیین (R^2) نیز قابل استنباط است.

جدول‌شمارهٔ(۶): تجزیه رگرسیون ویژگی‌ها وخصوصیات مورد بررسی بر فراوانی اسپور

منبع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F
رگرسیون	۱۱	۶۷۴۹۲	۶۱۳۶	۰۵/۱۰^{ns}
باقیمانده	۵۱	۲۹۹۳۷۰	۵۸۷۰	

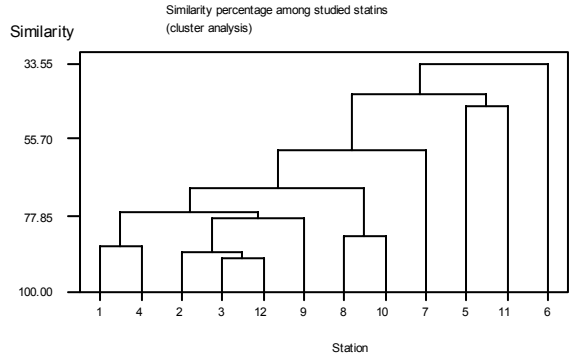
$R^2 = ۱۸/۴$

جدول‌شمارهٔ(۷): ضرایب رگرسیون ویژگی‌های خاک و ارتفاع وسهم آنها در مجموع مربعات (SS) متغیر وابسته (فراوانی اسپور)

صفت	ضریب رگرسیون بر فراوانی اسپور	سهم صفت در SS فراوانی اسپور
ارتفاع از سطح دریا	۵۰۸/۵۷	۳۹۱۵۵
اسیدیته	-۴۲/۴۳	۲۰۳۳
شوری	-۶/۸۹	۴۶۷۴
رس٪	۱/۳۳	۱۶۴۰۳
سیلت٪	-۰/۷۴۳	۱۳۵۵
شن٪	-۱/۷۴۶	۹۱۱
ازت٪	-۱۹/۳۴	۱۲۳۳
پتاسیم٪	-۰/۰۱۲۰۸	۱
فسفر٪	-۰/۷۷۶	۱۰۷۱
کلسیم٪	۰/۸۰۵	۳۳۲
منیزیم٪	۰/۸۴۱	۳۲۵

Archive of SID

با توجه به ویژگی‌های مورد مطالعه عامل خاک ۱۸/۴ درصد تغیرات متغیر اسپور را توجیه می‌کند. در بین سایر خصوصیات ارتفاع از سطح دریا و در صد شن بیشترین سهم را در تغیرات فراوانی اسپور داشتند(جدول شمارهٔ۸) داده‌های برداشت شده از نظر صفات و خصوصیات مورد بررسی در ایستگاه‌های مختلف تجزیه خوشه‌ای[1] با روش تجمعی[2] و محاسبه مربع فواصل اقلیدس بین ایستگاه‌ها و روش ادغام گروه‌های نزدیک برحسب میانگین پیوستگی گروهی[3] اعمال و دندروگرام مربوطه به صورت زیر به دست آمد.(شکل شمارهٔ۴)



شکل‌شمارهٔ(۴): دندروگرام تجزیه کلاستردرصد شباهت بین ایستگاه‌های مختلف

جدول‌شمارهٔ(۸): ماتریس ضرایب همبستگی ویژگی‌های مورد بررسی

	منیزیم٪	کلسیم٪	فسفر٪	پتاسیم٪	ازت٪	شن٪	سیلت٪	رس٪	شوری	اسیدیته	ارتفاع
اسیدیته											−۰/۰۹۲ ns
شوری										−۰/۲۵۸*	۰/۱۱۲ ns
رس٪									۰−/۱۱۳ ns	۰/۳۴۴**	−۰/۰۶۲ ns
سیلت٪								۰/۵۸۰**	−۰/۱۶۲ ns	۰/۱۳۴ ns	۰/۰۲۲ ns
شن٪							−۰/۹۱۲**	−۰/۸۰۸**	۰/۱۵۶ ns	−۰/۲۱۷ ns	۰/۰۰۵ ns
ازت٪						۰/۰۱۰ ns	۰/۰۶۹ ns	−۰/۱۵۶ ns	−۰/۰۴۸ ns	۰/۰۶۴ ns	۰/۰۱۵ ns
پتاسیم٪					۰/۰۱۲ ns	−۰/۲۷۲*	۰/۲۶۴*	۰/۱۷ ns	۰/۱۳۴ ns	۰/۰۹۸ ns	۰/۰۲۲ ns
فسفر٪				۰/۱۸۲ ns	۰−/۲۹۴*	۰/۲۵۹*	۰/۲۳۷ ns	۰/۰۸۲ ns	۰/۰۷۲ ns	۰/۱۵۹ ns	۰/۰۶۲ ns
کلسیم٪			۰/۰۰۷ ns	−۰/۰۶ ns	۱۷۰ ns	−۰/۱۱۲ ns	−۰/۲۵۰*	۰/۷۶۴**	−۰/۳۲۹ **	۰/۰۵۲ ns	۰/۱۹۲ ns
منیزیم٪		−۰/۰۲۰ ns	−۰/۱۵۸ ns	−۰/۰۵۱ ns	۰/۱۳۸ ns	−۰/۰۱۲ ns	−۰/۱۸۸ ns	۰/۰۴۴ ns	−۰/۲۸۸ ns	−۰/۰۴۸ ns	۰/۱۴۴ ns
اسپور٪		۰/۰۰۹ ns	−۰/۰۳۵ ns	۰/۰۳۹ ns	۰/۷۰۷ ns	۰/۲۰۲*	۰/۱۸۳ ns	۰/۱۵۸ ns	−۰/۰۵۴ ns	−۰/۱۰۴ ns	۰/۳۲۷**

**–دارای رگرسیون معنی دار در سطح۱ درصد *–دارای رگرسیون معنی دار در سطح ۵ درصد ns– غیر معنی دار

براساس دندروگرام، از لحاظ تمامی ویژگی‌های مورد بررسی، بیشترین نزدیکی و شباهت بین ایستگاه‌های ۳ و ۱۲ با۸۹/۹ درصد و ایستگاه‌های ۲و۳ با ۸۸/۱۶ درصد و ایستگاه‌های ۱و۴ با ۸۶/۶۲ درصد بود.

نتایج تجزیه واریانس بررسی عوامل غیر زنده از جمله ویژگی‌های خاک، نه در ایستگاه‌ها و نه در فصل‌ها تغییرات معنی‌دار نشان نداد. یعنی با توجه به تشابه شرایط آب‌وهوایی و یکسان بودن نسبی شرایط منطقه و تغییرات کم بارندگی، این متغیرها روند ثابتی در کل منطقه دارند. به عبارت دیگر در شرایط خشک و کویری، عناصر زنده اکوسیستم بسیار تأثیرپذیرتر هستند. به همین دلیل فراوانی اسپور تحت تأثیر ارتفاع و درصد شن و فصل تغییر نشان داد. بررسی روی عامل تشابه بین ایستگاه‌های مختلف نشان داد که ایستگاه‌هایی‌که بیشتر تحت تأثیر عواملی مانند چرای مفرط، جاده سازی و فرسایش قرار دارند، عامل زنده اسپور بیش از سایر عوامل دستخوش تغییرات شده‌است. بررسی‌هایی که توسط کیانی پور و همکاران (۱۳۸۳) در قالب شناخت مناطق اکولوژیک کشور انجام شده‌است، نشان می‌دهد که در ارتفاعات پست منطقه (ارتفاع ۷۹۰ متر از سطح دریا)، تیپ‌های غالب منطقه گونه‌های شور پسند هستند. تحقیقات سایر محققین نیز نشان می‌دهد که روند تغییر پوشش گیاهی در منطقه به سمت غلبه گونه‌های شورپسند است (زارع مایوان و نظمی افشار، ۱۳۸۳).

قصریانی (۱۳۸۴) نشان داد که اسپور در ترتیب وترکیب گیاهی منطقه اثرگذار است. توالی در راستای گیاهان مقاوم به شوری و یا

Archive of SID

سازگار با pHهای قلیایی تغییر کرده(شکل شمارۀ۵) و حضور گونه‌های هالوفیت بیشتر شده است (زارع مایوان، ۱۳۸۲). طبیعی است که نقش میکوریز، اگرچه مثبت است ولی با افزایش شانس رویش گیاهان هالوفیتی غیرمیکوریزی مانند گونه‌های *Halocnemum strobilaceum* , *Halothamnus glaucus* , *Salsola tomentosa* روند توالی در دراز مدت موجب تغییر در سیمای گیاهی و فیزیونومی منطقه خواهد شد (قصریانی، ۱۳۸۴). در این رهگذر، چنانچه گونه‌های چند ساله خوشخوراک مانند انواع علف شور، تاغ و انواع گندمیان مورد کشت و حمایت قرار گیرد، می توان از ارزش‌های علوفه‌ای و پناهگاهی آنها سود جست.

در غیر این صورت حیات وحش منطقه با تهدید جدی از نظر زیستگاه روبرو خواهد شد. گیاهان یکساله در دوره کوتاه رویش خود هر چه سریعتر با رسیدن به یک اندازه از زیتوده وارد دوره زایشی شده و بذر تولید می‌کنند (زارع مایوان، ۱۳۸۲). در نتیجه، ضمن افزایش زیتوده ریشه، رشد ریسه قارچهای اندومیکوریز نیز افزایش یافته و قبل از خشک شدن گیاه، قارچ نیز اسپورهای لازم را برای رویش بعدی ایجاد می‌کند. وجود عناصری مانند کلسیم و منیزیوم باعث شده‌است که گیاهان مقاوم به خشکی توسعه بیشتری داشته باشند.

به عبارت دیگر گیاهی که همزیست میکوریزی دارد، در پاسخ به میزان کلسیم قابل دسترس، از میزان پرولین خود کاسته و بدین ترتیب بر مقدار آب نسبی داخل خود می‌افزاید (Jayachandran, 1992). این واکنش می‌تواند باعث توسعه بیشتر سطح غشایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی شود. اصولاً پرولین در شرایط تنش کم آبی در گیاه تولید شده و باعث آبدوست شدن محیط سلول می‌گردد (Jayachandran, 1992). حضور گیاهانی مانند *Salsola crassa* (شور الوان)، *Tamarix hispida* (گز) ، *S. rosmarinus* (اشنان) و *E. strobilacea* (ارمک بیابانی) در ایستگاه‌های پایین دست مؤید یافته فوق است.

دو گونه درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) و درمنه‌کوهی (*Artemisia aucheri*) در دشت و کوهپایه می‌رویند و هر یک سازگاری لازم را با شرایط شوری گذری بین مناطق پایین‌دست و بالادست دارند.

گیاه قیچ نیز با ایجاد سازگاری‌های لازم، مانند کاهش کلروفیل، خود را با رویش در شرایط گرم و خشک سازگار کرده‌است.

شکل‌شمارۀ(۵): نمائی‌از رویش بیابانی منطقه

نتیجه‌گیری

حفظ اکوسیستم‌ها، بویژه اکوسیستم‌های شکننده بیابانی، لزوم توجه بیشتر به تمامی اجزاء آن دارد که در ارتباط تنگاتنگ و چند طرفه پایداری را در این گونه اکوسیستم‌ها بوجود آورده‌اند.

در منطقه مورد بررسی علیرغم اینکه محدودیت شوری دیده نشد ولی با پایین بودن میزان بارش سالیانه (کمتر از ۱۰۰میلیمتر) و تبخیر شدید، ۲۰۵ گونه گیاهی متعلق به ۴۰خانواده و ۱۵۳جنس گزارش شده‌است که تعدادی از آنها به عنوان گونه‌های شور پسند شناخته می‌شوند (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲).

در این بررسی در پلات‌های اندازه‌گیری از بین ۱۸ گونه مورد بررسی ۱۴ گونه واجد قارچهای میکوریز AM بودند که بیانگر اهمیت آنها در مدیریت پوشش گیاهی و حیات وحش منطقه هستند. در مجموعه کویر (پارک ملی و منطقه حفاظت شده) فرمهای رویشی گیاهان با ماهیت طبیعت خشک منطقه و روند چرای حیات وحش سازگار شده‌است. اقلیم و خاک به ترتیب به عنوان عوامل اصلی در مطالعات اکولوژیک و پراکنش جغرافیائی گیاهان شناخته شده‌اند (اسدی، ۱۳۶۷). در ایستگاه‌های نمونه‌برداری با توجه به ارتفاع، پوشش تغییر می‌نماید، به‌طوری‌که در مناطق پائین دست حوضه (ارتفاع۸۰۰ متر از سطح دریا)، جائیکه روان آبهای جاری شده از مناطق بالادست رسوب گذاری می‌نمایند، گونه‌های شورپسند مانند انواع علف‌شور (*Salsola spp*), باتلاقی شور (*Halocnemum strobilaceum*)، عجوه (*Halothamus glaucus*) و اسفند (*Peganum harmala*) رویش دارند که کمتر واجد قارچهای میکوریز هستند، در حالیکه در

Archive of SID

ایستگاه مورد بررسی در ارتفاع ۱۶۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دو گونه درمنه‌دشتی (*Artemisia sieberi*) و درمنه‌کوهی (*Artemisia aucheri*) و ارمک (*Ephedra strobilacea*) رویش دارند که غالباً میکوریزی هستند در چنین شرایطی وجود گونه‌های چندساله مقاوم به خشکی که میکوریزی هستند، به عنوان عامل مؤثر مثبت پایدار حائز اهمیت هستند (زارع مایوان، ۱۳۸۲ و قصریانی، ۱۳۸۴و Van der Heiden et al. 1998).

از مجموع ۶۳ نمونه از ۱۰۸ نقطه برداشت، که خاک آنها مورد تجزیه فیزیکی و شیمیائی قرار گرفت، ۷۸ درصد از گونه‌های گیاهی مستقر بر روی این خاک‌ها دارای همزیستی میکوریزی از نوع قارچهای میکوریزVAM هستند که در انواع فرمهای رویشی گیاهان، کریپتوفیت، همی‌کریپتوفیت، فانروفیت و تعدادی از کامئوفیت‌ها دیده می‌شوند.

تغییر ارتفاع، فصل و درصد شن در ترکیب خاک، روی فراوانی اسپور اثر داشت و این تأثیر در پوشش گیاهی منطقه دیده می‌شد. نتایج نشان داد با وجود تغییر کم شوری و قلیائیت و اسیدیته در خاک‌های منطقه مورد بررسی، نوع و ترکیب پوشش گیاهی تغییر کرده و گونه‌های مقاوم به شوری مانند*Halocnemum strobilaceum*)، و *Halothamus glaucus* که غیر میکوریزی هستند مستقر شده اند.

این تغییر تدریجی پوشش و افزایش گونه‌های غیر خوش‌خوراک ممکن است در آینده موجب ایجاد بحران در تغذیه مناسب حیات وحش موجود منطقه بشود.

درصد تشابه جمعیت‌های گیاهی و میکوریزی در بیشتر ایستگاه‌ها،بالا نیست و عمدتاً در محدوده۴۰ تا ۸۰ درصد تشابه دیده می‌شود. تعداد اسپور قارچهای میکوریزی در فصل پائیز رابطه عکس با غلضت فسفر دارد. در حالیکه در فصل بهار این همبستگی مثبت است که بدلیل غلبه رویش گیاهان یکساله واجد قارچهای میکوریزی در فصل بهار می‌باشد. تحقیقاتی که توسط(Van der Heijdan et al.,1998)انجام شد، نشان داد که ترکیب و غنای گونه‌ای قارچهای میکوریزی عامل مهمی در ترکیب، تنوع و پویائی پوشش گیاهی هستند. میکوریز در ترتیب حضور (توالی) و نیز در ترکیب اجتماع‌های گیاهی (رقابت) نقش دارد و ضریب رقابتی گونه میزبان را می‌افزاید (نظمی افشار، ۱۳۸۳ و قصریانی، ۱۳۸۴).

سرعت جذب فسفات در ریشه‌های میکوریزی ۶- ۴ برابر ریشه‌های غیر میکوریزی بوده و با ارتباط ریشه گیاهان موجب انتقال کربوهیدراتها، مواد معدنی و آب می‌شود (Safir et al., 1972). میزبان اختصاصی برای گونه‌های قارچ میکوریزی وجود نداردو از طرف دیگر گونه قارچ می‌توانند با چند گونه گیاهی همزیست شوند. بهره‌گیری از این پدیده در تصمیمات مدیریت اکولوژیک با توجه به ضرورت دستیابی به مبانی زیست فناوری، نیازمند مطالعات مقدماتی، بویژه در بهره‌گیری از زیست‌شناسی مولکولی و بیوتکنولوژی می‌باشد. بهره‌گیری از جمعیت گیاهان میکوریزی به‌صورت ترکیبی، نتیجه مطلوب‌تری از گونه خاص می‌دهد.

به همین دلیل در برنامه مدیریت اکولوژیک باید به شرایط اقلیمی، ادافیکی و ترکیب زیستی گونه‌های گیاهی و قارچی و زمان، توجه لازم شده و برنامه ریزی در جهت حفظ و توسعه گونه‌های مقاوم به خشکی و میکوریزی به عنوان مدیریت بهینه پارک ملی کویر قلمداد شود.

یادداشتها

1- Cluster analysis
2- Amalgamation
3- Average Linkage

منابع مورد استفاده

اسدی، م. ۱۳۶۷. راهنمای طرح فلورایران، انتشارات مؤسسه‌تحقیقات جنگلها و مراتع.

خارا، ج. ۱۳۸۳. بررسی اکوفیزیولوژیک گسترش میکوریز وزیکولار-اربسکولار جزایر حفاظت شده مناطق ساحلی دریاچه ارومیه، پایان‌نامه دکتری علوم گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس.

روحی‌پور، ح. ۱۳۷۳. تعیین ارتفاع بحرانی تپه‌های‌شنی براساس نوسانات رطوبت در فصل‌های مختلف سال، انتشارات موسسه‌تحقیقات جنگل‌هاو مراتع.

Archive of SID

زارع‌مایوان، ح. ۱۳۸۲. بررسی جمعیت میکوریزای گیاهان ذخیره گاه‌های مناطق بیابانی تحت مدیریت سازمان‌حفاظت محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس.

زرین‌کفش، م. ۱۳۷۲. خاکشناسی کاربردی، ارزیابی، مورفولوژی و تجزیه‌کمی خاک-آب-گیاه، انتشارات دانشگاه تهران.

سازمان حفاظت‌محیط‌زیست. ۱۳۸۲. طرح توجیهی مدیریت جامع منطقه حفاظت شده و پارک ملی کویر.

عامریان، م.ر. ۱۳۷۱. بررسی حضور و تأثیر میکوریزای وزیکولار و اربسکولار در جذب فسفر چند رقم یونجه در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

قصریانی، ف. ۱۳۸۴. تعیین جایگاه اکولوژیکی و توالی گونه‌های گیاهان میکوریزایی مناطق تحت حفاظت و دست خورده با استفاده از مدل TOPSIS در پارک ملی کویر، پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

کریمی، ف. ۱۳۸۳. ارزیابی میکوریزای پوشش گیاهی توران و تعیین عوامل فیزیولوژیک و شاخص‌های آنزیمی مرتبط با همزیستی، پایان نامه دکتری علوم گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

کیانی پور، ع. ۱۳۸۳. شناخت مناطق اکولوژیک کشور، تیپ‌های گیاهی منطقه آران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

نظمی‌افشار، ز. ۱۳۸۳. کاربرد روش TOPSIS در ارزشگذاری اقتصادی پارک ملی کویر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

. Girija, E., B. N. Smith, P. M. Swamy. 2002. Interactive effects of sodium chloride on the accumulation of proline and glycine betaine in peanut *Arachis hypogeal* Env. & P. Botany. 47 (1) : 1-10

Jayachandran, K., Schwab A.P., Hetrik B.A.D.1992. Mineralization of organic phosphorus by Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biology and Biochemistry 24:897-903

Kingsbury R.W., Epstein,e., Pearcy ,R.W. 1984.Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. Plant Physiology 74:417-423.

Manchanda ,H.R., Sharma, S.K., Mor, R.P. 1991. Relative tolerance of pulses for chloride and sulphate salinity. Indian Journal of Agricultural Science 61:20-26.

Michelsen, A.et al.1998. Vascular plant N15 natural abundance in heat and forest tundra ecosystems in closely correlated with the presence and type of mycorrhizal fungi of roots.Oecologia,115:460-418

Phillips, j. M. and Hayman S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular - arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans Br. Mycol. Soc. 55 : 158-161.

Safir, G.R., Boyer, J.S., Gerdman, J.W. 1972. Nutrient status and mycorrhiza enhancement of water transport in soybean. Plant physiology 49: 700-703.

Schenck, N. C. and Perez, Y. 1988. Manual for identification of VA mycorrhizal fungi. 2nd ed. Synergestic Publications. Gainesville, IL. USA. 241 pp.

Archive of SID

Silvia, M.D.et al.1998.Principals and applications of soil microbiology.Printice H. New. Y.K.

Van der Heiden, M. J.,et al. 1998. Mycorrhizal fungi diversity determines plant biodiversity, ecosystem functioning and productivity. Nature, 398: 69-72.

Archive of SID