



آیا ترکیب گیاهی بانک بذر خاک قابلیت تشریح جوامع گیاهی رو زمینی را دارند؟

امید اسماعیل زاده^۱، سید محسن حسینی^{۱*}، منصور مصداقی^۲، مسعود طبری^۱، جهانگرد محمدی^۳

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

Can Soil Seed Bank Floristic Data Describe Above Ground Vegetation Plant Communities?

Omid Esmailzadeh¹, Seyyed Mohsen Hosseini^{1*},
Mansour Mesdaghi², Masoud Tabari¹,
Jahangard Mohammadi³

1- Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran.

2- Department of Rangeland, Faculty of Natural Resources, Agricultural and Natural Resources of Gorgan University.

3- Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Sharekord University.

Abstract

The objective of this research was to classify Darkola oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) plant communities in Pol-sefid in Mazandaran Province on the basis of the above ground vegetation and soil seed bank floristic dataset. We also tested whether above ground plant communities can be recognized by a soil seed bank dataset. For this purpose 52 relevés with an area 400 m² were made at the peak of the growing season during June 2006 by a systematic-selective method and by consideration of the indicator stands concept. Vegetation data were recorded separately for each life form. In each releve, soil samples were also collected using 20 cm × 20 cm square metal frame in six repetitions at the beginning of the 2007 growth season. The metal frame was hammered into the soil to a depth 10 cm. This study used the seedling emergence approach to recognize the size and richness of species composition in the seed bank. By using two way indicator species analysis, TWINSpan, four plant communities were separately recognized in two series as above ground plant communities and underground (soil seed bank) plant communities based on the relative density of total plant species identified in the soil seed bank and the percentage cover of each species in above ground vegetation dataset matrices surveyed, respectively. Above ground and underground plant communities' fitness was estimated at 68% based on similar membership of relevés in each plant community, when they were separately classified from the soil seed bank and above ground vegetation points of view. Results of discriminant analysis and detrended analysis revealed that classification of plant communities on the basis of the above ground vegetation dataset led to forming distinguishable and separate groups whereas the soil seed bank dataset, since it was generally composed of pioneer plant species, could not display distinct plant communities. As a result, we concluded that soil seed bank floristic data were not suitable for plant community classification even though they were related to some physiographical properties. The results of indicator species analysis (IV) approved that there are four groups of indicator plants which characterized Darkola oriental beech forest into four distanced above ground plant communities including: *Fagus orientalis* with *Danae racemosa* understory type, *Fagus orientalis*- *Acer velutinum* types, *Fagus orientalis* with *Mercurialis perennis* understory and *Fagus orientalis* with *Vaccinium arctostaphylos* understory.

Keywords: Plant community, Soil seed bank, above ground vegetation, TWINSpan, DCA, Indicator species analysis (IV), Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest.

چکیده

این تحقیق در نظر دارد تا با بهره گیری از آنالیزهای عددی چند متغیره، طبقه بندی و رسته بندی جوامع گیاهی جنگل راش دارکولا (پل سفید، استان مازندران) را به تفکیک بر اساس داده های ترکیب گیاهی بانک بذر خاک و پوشش گیاهی رو زمینی به عمل آورده و قابلیت داده های بانک بذر خاک در تشریح جوامع گیاهی جنگلی را بررسی نماید. برای این منظور با برداشت ۵۱ رولو ۴۰۰ متر مربعی که به صورت سیستماتیک-انتخابی با تاکید بر اصل توده معرف در خرداد ماه سال ۱۳۸۵ در سطح منطقه پیاده شدند، فهرست و درصد تاج پوشش ترکیب گیاهی رو زمینی به تفکیک فرم رویشی آنها ثبت گردید. نمونه برداری از بانک بذر خاک نیز در اوایل فصل رویش سال ۱۳۸۶ در داخل هر رولو با استفاده از یک قاب ۲۰ × ۲۰ سانتی متر مربعی تا عمق ۱۰ سانتی متر در ۶ تکرار به عمل آمده و با استفاده از روش کشت گلخانه ای، ترکیب گونه ای و تراکم بانک بذر خاک در هر رولو بررسی گردید. با بهره گیری از تحلیل گونه های شاخص دو طرفه (TWINSpan)، تعداد چهار گروه یا اجتماع گیاهی به تفکیک بر اساس هر دو سری از ماتریس پوشش گیاهی رو زمینی (درصد تاج پوشش گونه ها- رولو) و ماتریس پوشش گیاهی بانک بذر خاک (وفور نسبی گونه های بانک بذر- رولو) به عنوان جوامع گیاهی رو زمینی و جوامع گیاهی زیر زمینی (بانک بذر خاک) تعیین گردید. بر اساس بررسی درصد عضویت پذیری مشابه رولو ها در هر یک از طبقات جوامع گیاهی، میزان انطباق جوامع گیاهی زیر زمینی منطقه با جوامع گیاهی رو زمینی متناظر تقریباً ۶۸ درصد برآورد گردید. نتایج آنالیزهای تجزیه به توابع تفکیک (CDA) و تحلیل تطبیقی قوس گیری شده (DCA) نشان می دهد که طبقه بندی جوامع گیاهی بر اساس داده های پوشش گیاهی رو زمینی منجر به شکل گیری گروه هایی با قابلیت تفکیک و تمایز بالا نسبت به داده های بانک بذر خاک می شود و ترکیب پوشش گیاهی بانک بذر خاک به دلیل اینکه عمدتاً از گونه های مراحل اولیه توالی یا پیشاهنگ می باشند، کیفیت رویشگاه را با دقت قابل قبولی ارائه نمی کنند. جوامع گیاهی بانک بذر خاک اگرچه که تحت تاثیر برخی خصوصیات فیزیوگرافی رویشگاه قرار داشتند ولی نتایج مفیدی را برای درک و فهم رویشگاه را ارائه نداده، بنابراین قابلیت تشریح جوامع گیاهی منطقه را ندارند. بر اساس تحلیل گونه های شاخص (IV)، وجود چهار اجتماع گیاهی رو زمینی با ترکیب گونه های شاخص متمایز شامل تیب: راش (*Fagus orientalis*) - با زیر اشکوب همیشهک (*Danae racemosa*)، راش - پلت (*Acer velutinum*)، راش با زیر اشکوب علف جیوه (*Mercurialis perennis*) و راش با زیر اشکوب سیاه گیله (*Vaccinium arctostaphylos*) را تایید می کند.

کلید واژه ها: جوامع گیاهی، بانک بذر خاک، پوشش گیاهی رو زمینی، تحلیل دو طرفه گونه های معرف (TWINSpan)، تحلیل تطبیقی قوس گیری شده (DCA)، تحلیل گونه های شاخص (IV)، جنگل راش.

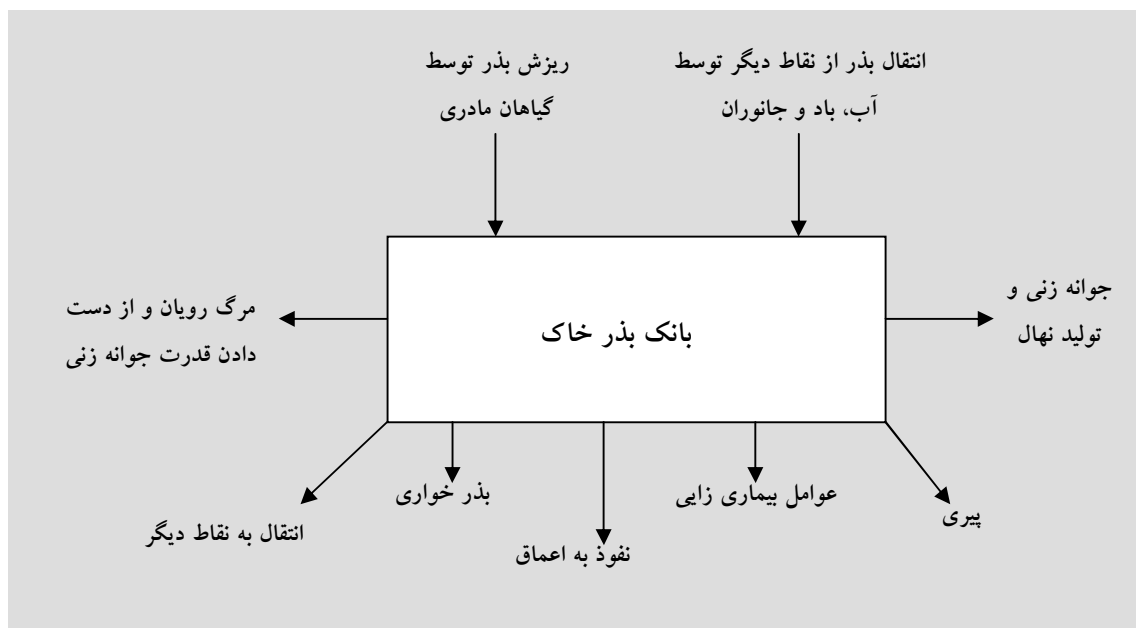
* Corresponding author. E-mail Address: hosseini@modares.ac.ir

مقدمه

بانک بذر خاک ذخیره‌ای از بذور زنده رویش نیافته داخل خاک است که پتانسیل جایگزین شدن گیاهان بالغ را دارند (Leck et al., 1989). این تعریف مشتمل بر کلیه بذور مدفون در داخل لاشبرگ‌ها، سطح و داخل خاک است که تا فراهم شدن شرایط مناسب جوانه زنی مجبور می‌شوند سیکل زندگی خود را به صورت کمون سپری کنند (Thompson, 2000). گیاهان معمولاً با نگهداری بخشی از بذور خود به حالت کمون در داخل خاک و در نتیجه به تاخیر انداختن قسمتی از تجدید حیات خود، تشکیل بانک بذر خاک می‌دهند تا زمینه حضور آنها در یک رویشگاه پس از بروز شرایط نامطلوب و یا تخریب فراهم باشد (Baskin and Baskin, 1998). ترکیب گیاهی، اندازه (تراکم) و عمق پراکنش بانک بذر خاک تحت تاثیر مجموعه‌ای از فاکتورهایی می‌باشد که بر تولید بذر (بذر پاشی) گیاهان مادری، استقرار بذور در داخل خاک و نابودی یا اتلاف آنها تاثیر می‌گذارد. پوشش گیاهی رو زمینی^۱ هر منطقه و بذور انتقال یافته از سایر مناطق که

توسط عوامل زنده و غیر زنده انتشار می‌یابند به عنوان منابع تامین بذر جهت تشکیل بانک بذر خاک در هر منطقه محسوب می‌شوند. بذور با جوانه زنی از ترکیب بانک بذر خاک خارج شده و با استقرار در پوشش گیاهی رو زمینی، بخشی از اجتماع گیاهی هر منطقه را تشکیل می‌دهد (Harper, 1977). بذر خواری، هجوم عوامل بیماری‌زا، نفوذ به اعماق پایین‌تر خاک که جوانه زنی را مشکل می‌سازد، مرگ رویان، پیری و یا انتقال به نقاط دیگر توسط عوامل انتشار بذر موجب اتلاف بخش عمده‌ای از ذخایر بانک بذر خاک می‌شوند (شکل ۱) (Simpson et al., 1989).

تحت شرایط مناسب، بذور گیاهان هر منطقه می‌توانند به صورت کمون در داخل خاک برای چند ماه، یک سال و حتی چند ده سال باقی مانده و تا زمانی که عوامل اتلاف و نابودی بذر منجر به حذف آنها نشوند بانک بذر خاک آن منطقه را تشکیل دهند (Farmer, 1997). بانک بذر خاک یکی از مهم‌ترین بخش‌های کارکردی هر جامعه گیاهی است که با ذخیره کردن اجزای



شکل ۱- مدل تولید و ورود بذر به خاک و تشکیل بانک بذر خاک (اقتباس از Simpson et al., 1989)

خاک یک رویشگاه در بازیابی تنوع زیستی جوامع گیاهی آن رویشگاه گزارش گردید (Amezaga and Onaindia, 1997; Halpern *et al.*, 1999; Moles and Drake, 1999; Leckie *et al.*, 2000; Onaindia and Amezaga, 2000; Augusto *et al.*, 2001; Bossuyt and Hermy, 2002; Diaz- villa *et al.*, 2003; Amrein *et al.*, 2005; Godefroid *et al.*, 2006; Zobel *et al.*, 2007) Thompson و Grime (۱۹۷۹) اعتقاد دارند اگرچه ترکیب گونه‌ای بانک بذر خاک و پوشش گیاهی رو زمینی هر رویشگاه در ارتباط با یکدیگر می‌باشند ولی همواره ممکن است که برخی از گونه‌های گیاهی فقط در یک بخش حضور یافته و در بخش دیگر حضور نیابند. بنابراین درجه همانندی یا تشابه فلورستیکی بانک بذر خاک با پوشش گیاهی رو زمینی متناظر آن در اغلب رویشگاه‌های طبیعی کم بوده که این مسئله در جنگل‌های نواحی معتدله بسیار مشهود است (Bossuyt and Honnay, 2008). مع الوصف اندازه (تراکم) و ترکیب بانک بذر خاک به عنوان مهم‌ترین خصوصیات بانک بذر خاک رویشگاه‌های جنگلی اغلب تحت تاثیر شرایط محیطی و تیپ‌های مختلف گیاهی آنها قرار دارد (Buttler and Chazdon, 1998; Arriaga and Mercado, 2004). خصوصیات بانک بذر خاک در سطح یک رویشگاه مانند خصوصیات پوشش گیاهی رو زمینی آن، تحت تاثیر فاکتورهای محیطی آن از قبیل خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک، خصوصیات فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه که دما و رطوبت محیط را تحت کنترل خود دارند) و عوامل زیستی آن (جمعیت بذر خواران و عوامل بیماری زا) قرار دارد (Leck *et al.*, 1989). بنابراین ترکیب گیاهی و اندازه بانک بذر خاک جوامع گیاهی مختلف یک رویشگاه همانند ترکیب و وفور پوشش گیاهی رو زمینی آنها متفاوت می‌باشد (Leck *et al.*, 1989). بر این اساس تحقیق حاضر با طرح این سؤال که آیا جوامع گیاهی

آن جامعه گیاهی به شکل بذور مدفون در خاک (Allen and Nowak, 2008; Fourie, 2008)، منجر به حفظ و نگهداری جمعیت های گیاهی هر اجتماع گیاهی به هنگام بروز شرایط مخرب طبیعی و یا انسانی می‌شود (Bekker *et al.*, 1998). مطالعه بانک بذر خاک نه تنها به عنوان مهم ترین منبع تامین بذور به منظور استقرار جوامع گیاهی پس از انهدام و نابودی پوشش گیاهی رو زمینی آنها بسیار مهم می باشد (Hayatt, 1999) بلکه به عنوان یک ویژگی قابل اتکا که خطر حذف هر گونه گیاهی از فهرست فلورستیک یک منطقه را در صورت بروز عوامل تخریب نشان می‌دهد حائز اهمیت فراوان است (Stocklin and Fischer, 1999). مطالعه بانک بذر خاک منجر به شناخت ترکیب گونه‌ای اولیه هر رویشگاه طبیعی نیز شده و از این حیث بسیار با اهمیت می‌باشد زیرا ترکیب گونه‌ای بسیاری از کلونی‌های اولیه رویشگاه‌های تخریب شده مربوط به گیاهانی است که عمدتاً در بانک بذر خاک حضور می‌یابند (Roover *et al.*, 2006).

امروزه با توسعه روز افزون طرح های مدیریتی در رویشگاه‌های جنگلی، اهمیت دستیابی به اطلاعات پایه در خصوص بانک بذر خاک به عنوان خطوط راهنما در تجدید و احیاء جوامع گیاهی رویشگاه‌های جنگلی نیز فزونی یافته است (Stark *et al.*, 2008; Yan *et al.*, 2009). تاکنون مطالعات متعددی از بانک بذر خاک در تیپ‌های پوشش گیاهی مختلف موجود در سطح کره زمین (از توندرا تا استوا) با هدف شناخت از نقش بانک بذر خاک در احیاء نواحی مربوطه پس از بروز هر گونه تخریب احتمالی به عمل آمده است. در این ارتباط هدف مشترک اغلب مطالعات بانک بذر خاک که در جنگل‌های خزان کننده نواحی معتدله به انجام رسید، مقایسه ترکیب گیاهی بانک بذر خاک با ترکیب گونه‌ای پوشش گیاهی رو زمینی و شناسایی قابلیت بذور مدفون

همدمای تهیه شده از دو ایستگاه هواشناسی شیرگاه و سنگده که نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه می‌باشند متوسط بارندگی سالیانه ۹۰۰ میلی متر و دمای متوسط سالیانه ۱۳ درجه سانتی گراد برآورد گردید. اقلیم منطقه در اقلیم نمای دومارتن، مرطوب نوع الف و هم چنین خیلی مرطوب در اقلیم نمای آمبرژه قرار دارد (Anonymous, 2002).

روش تحقیق

نمونه برداری پوشش گیاهی

مطالعه پوشش گیاهی منطقه بر اساس مکتب براون- بلانکه یا زوریخ- مونپلیه (Braun-Blanquet, 1932) (معروف به روش رولو) در خرداد ماه سال ۱۳۸۵ هنگامی که انتظار می‌رود اکثر گونه‌های گیاهی در سطح منطقه حضور داشته و به رشد کامل رسیده‌اند با استفاده از روش سیستماتیک- انتخابی انجام گردید (Barbur et al., 1999). برای این منظور نخست ترانسکت‌هایی با فواصل مشخص، در جهت گرادینت ارتفاع (عمود بر خطوط میزان منحنی) در نظر گرفته شد، سپس تعداد ۵۱ رولو به صورت انتخابی با فواصل تقریبی ۱۰۰ و ۲۰۰ متری از یکدیگر در امتداد ترانسکت‌ها پیاده شد. مساحت رولو ها مطابق اندازه قطعه نمونه پیشنهادی برای مطالعه پوشش‌های جنگلی نواحی معتدله، ۴۰۰ متر مربع (۲۰ × ۲۰ متری) در نظر گرفته شد (Barnes et al., 1998). در هر رولو ابتدا خصوصیات محیطی شیب دامنه، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی به ترتیب با استفاده از شیب سنج، قطب نما و سامانه تعیین موقعیت جهانی^۲ بررسی شده سپس ثبت فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به همراه میزان غلبه^۳ یا درصد تاج پوشش آنها به صورت عینی (اندازه گیری دقیق تاج پوشش گونه‌های گیاهی) به عمل آمد. اندازه گیری تاج پوشش گونه‌های گیاهی به

یک منطقه بر اساس خصوصیات بانک بذر خاک آن تشریح می‌شوند یا خیر شکل گرفت. این تحقیق در نظر دارد تا با بهره‌گیری از تحلیل‌های آماری چند متغیره، طبقه بندی و رسته بندی جوامع گیاهی جنگل راش دارکلا را به تفکیک بر اساس داده‌های ترکیب گیاهی بانک بذر خاک و پوشش گیاهی رو زمینی به عمل آورده و قابلیت داده‌های بانک بذر خاک در تشریح جوامع گیاهی جنگلی را بررسی نماید.

مواد و روش‌ها

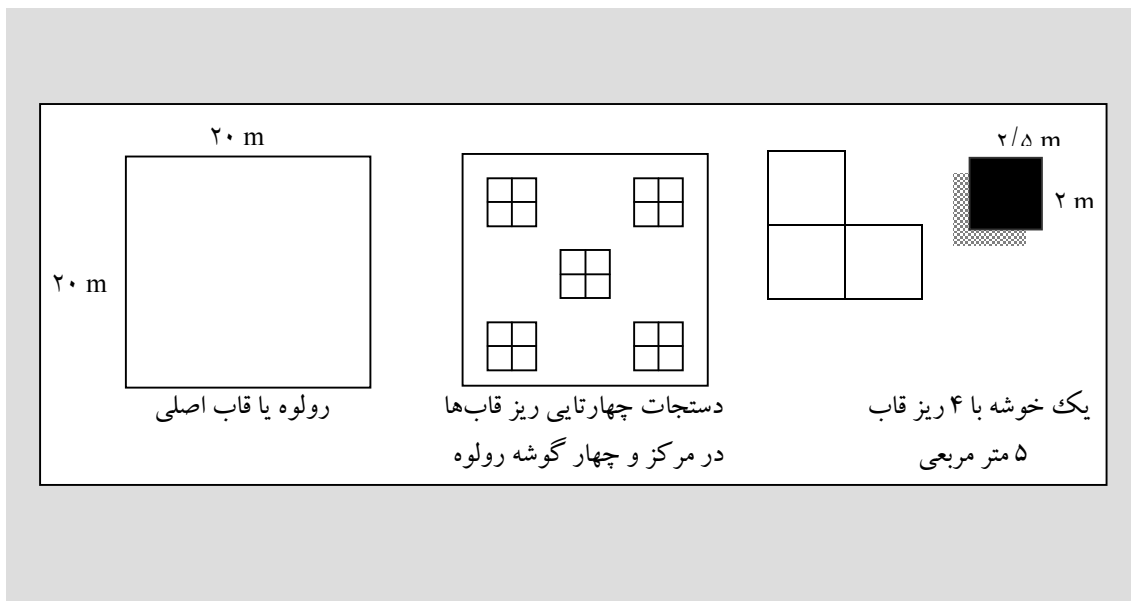
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۸۶ هکتار در حوزه آبخیز تالار (حوزه شماره ۶۴ تقسیم بندی طرح جامع جنگل‌های شمال کشور) در مختصات جغرافیایی ۴۰° ۶' ۳۶" تا ۱۰° ۹' ۳۶" عرض شمالی و ۴۰° ۴' ۵۳" تا ۸° ۵۳' طول شرقی قرار دارد. این منطقه که در محدوده ارتفاعی ۱۰۵۰ تا ۱۷۵۰ متر از سطح دریا در ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر پل سفید واقع در شهرستان سوادکوه (استان مازندران) واقع شده است نمایی از تجلی زیبای بخش مرکزی جنگل‌های هیرکانی بوده و بستر تبلور یک جنگل بکر راش می‌باشد که در آن تاکنون هیچ گونه دخالتی مانند بهره برداری، چرای دام و دیگر فعالیت‌های مخرب مشاهده نشده است. منطقه مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات زمین شناسی در زون البرز مرکزی بر روی سازند شمشک واقع شده است. اکثر سنگ‌های تشکیل دهنده منطقه از نظر زمانی مربوط به دوران دوم زمین شناسی از دوره ژوراسیک زیرین تا کرتاسه است. خاک منطقه دارای سه تیپ رانکر، قهوه ای جنگلی اسیدی و قهوه ای است که بر روی سنگ مادر سیلت استون و شیل ذغالی قرار دارند (Anonymous, 2002). در بررسی مشخصات هواشناسی منطقه براساس خطوط همباران و

نمونه برداری بانک بذر خاک

نمونه برداری از بانک بذر خاک در اوایل فصل رشد سال ۱۳۸۶ (اواخر فروردین ماه و اوایل اردیبهشت ماه) هنگامی که تصور می‌رود اکثر بذور یک ساله موجود در خاک جوانه زنی کرده و بذر پاشی سال جدید آغاز نشده است به عمل آمد (Thompson and Grime, 1979; Zobel *et al.*, 2007). نمونه برداری از بانک بذر خاک با استفاده از یک قاب فلزی به ابعاد 20×20 سانتی متری و عمق ۱۰ سانتی متر در شش تکرار که به صورت تصادفی (Augusto *et al.*, 2001) در سطح رولوه پراکنش داشتند به عمل آمد. بنابراین 2400 cm^2 از سطح خاک هر رولوه ($6 \times 20 \times 20 = 2400$) برای مطالعه بانک بذر خاک نمونه برداری گردید. هر یک نمونه‌های بانک بذر پس از استخراج داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شده و پس از برچسب گذاری (ثبت شماره رولوه و شماره نمونه) به محل سردخانه مرکز بذر کلوده به منظور اعمال تیمار سرمادهی مصنوعی جهت حصول شرایط بهاره سازی^۵ نگهداری شدند. نمونه‌ها در

تفکیک در دو سطح 400 متر مربعی (سطح کل رولوه به عنوان قاب اصلی) برای گونه‌های چوبی (درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای) و در ریز قاب های 5 متر مربعی که به صورت دستجات 4 تایی (خوشه‌ای) در 5 نقطه از سطح رولوه به صورت انتخابی پیاده شدند (نمونه برداری خوشه‌ای - انتخابی) به عمل آمد. (شکل ۲) مقادیر درصد پوشش تاجی گونه‌های گیاهی هر رولوه که نتیجه اندازه‌گیری دقیق آنها در قاب های 400 متر مربعی برای گونه‌های چوبی و 100 متر مربعی برای گونه‌های علفی می‌باشد در یک جدول تحت عنوان ماتریس گونه- رولوه تنظیم شده و در تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره پوشش گیاهی روزمینی به کار گرفته شدند. جهت دامنه نیز برای به کارگیری در تجزیه و تحلیل های چند متغیره از طریق رابطه $(\cos A + 1)$ که در آن A آزمون کموت دامنه از بالا به پایین شیب می‌باشد به یک متغیر کمی شمال گرایشی^۴ با دامنه تغییرات صفر (جهت جنوبی) تا دو (جهت شمالی) تبدیل گردید (Dobrovic *et al.*, 2007).



شکل ۲- اندازه، تصویر شماتیک و محل استقرار رولوه‌ها با ریز قاب‌ها

(Leicht-Young, 2009). هم‌چنین به منظور بالا بردن شانس جوانه زنی بذور، وارونه کردن محتویات خاک گلدان‌ها هر دو ماه یکبار انجام می‌گرفت (Ma et al., 2009). ثبت و شمارش نهال‌های سبز شده هر گلدان در هر هفته یکبار به مدت ۱۱ ماه (Baskin and Baskin, 1998; Fourie, 2008) تا زمانی که دیگر نهال جدیدی سبز نشد انجام گردید. نهال‌ها پس از ثبت و شمارش از سطح گلدان کنده می‌شدند تا محیط برای رویش بذور دیگر بیشتر فراهم باشد. البته در صورت میسر نبودن شناسایی برخی از نهال‌ها در مراحل اولیه رویش، پس از کددهی آنها به محیط کشت جداگانه‌ای منتقل شده و تا زمان رشد کامل و در صورت لزوم حتی تا مرحله گل‌دهی و امکان شناسایی دقیق در حد گونه نگهداری می‌شدند. ثبت گونه (ترکیب فلورستیکی) و تراکم پایه‌ای هر گونه در سطح نمونه‌های ۴۰۰ سانتی‌متر مربعی به عمل آمده سپس بر مبنای داده‌های غنا و تراکم گونه‌ای پلات‌های فرعی شش‌گانه، متوسط غنا و تراکم گونه‌ای هر رولوه در واحد مترمربع برآورد گردید. در محیط گلخانه همچنین تعدادی گلدانی که فقط حاوی ذرات ماسه استریل بودند به عنوان نمونه‌های شاهد کشت شدند. بررسی گلدان‌های کنترل برای اطمینان خاطر از وضعیت استریل (عاری از بذور) ذرات ماسه بوده است تا در صورت مشاهده رویش گونه‌ای در داخل گلدان‌های شاهد، حذف آن گونه از لیست فلورستیکی گلدان‌های بانک بذر خاک به عمل آید. بدین ترتیب علاوه بر فراهم ساختن محیط بسته گلخانه به منظور جلوگیری از انتشار بذور گونه‌های مهاجم با کشت گلدان‌های کنترل، احتمال حضور گونه‌های مهاجم در نتایج بانک بذر به حداقل رسید (Godefroid et al., 2006; Wang et al., 2009). داده‌های بانک بذر خاک پس از اتمام دوره کشت گلخانه‌ای در ماتریس ترکیب گیاهی بانک بذر خاک

سردخانه به مدت ۲ الی ۳ ماه در دمای ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد (Lambers et al., 2005; Stark et al., 2008) به منظور سرمادهی مصنوعی جهت حصول شرایط بهاره سازی نگهداری شدند (Harper, 1977; Farmer, 1997). نمونه‌های بانک بذر خاک سپس به محیط گلخانه ارسال و به روش پیدایش نهال^۶ معروف به روش کشت گلخانه‌ای (Harper, 1977; Simpson et al., 1989) مورد بررسی قرار گرفتند.

روش کشت گلخانه‌ای

در این روش، نمونه‌های بانک بذر در محیط گلخانه‌ای با شرایط دمایی ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت کافی در داخل گلدان‌های پلاستیکی که در زیر حاوی چند سوراخ ریز به منظور جذب آب بودند کشت داده شدند. در داخل هر گلدان، نمونه‌های خاک بر روی لایه نازکی از ماسه استریل شده (ضخامت ۳ سانتی‌متری که لایه جاذب آب از پایین می‌باشد) به گونه‌ای پخش شدند تا ضخامت آنها بیشتر از ۲ سانتی‌متر نباشد تا کلیه بذور در معرض نور و هوا قرار گرفته و از شانس بالای جوانه زنی برخوردار باشند (Ma et al., 2009; Wang et al., 2009). تامین رطوبت مورد نیاز برای جوانه زنی بذور و رشد نونهال‌ها به صورت تلفیق مه پاشی از بالا و آبیاری کرتی از پایین به عمل می‌آمد. در آبیاری کرتی با آبیاری شدن کرت‌ها، جذب آب توسط فشار اسمزی لایه شن از راه سوراخ‌های زیر گلدان به عمل آمده و در اختیار نمونه‌های خاک قرار می‌گرفت. هم‌چنین در داخل گلخانه جابجایی گلدان‌ها به صورت هر دو هفته یکبار به عمل می‌آمد تا با حذف اثر احتمالی محل استقرار گلدان‌ها بر جوانه زنی بذور، شرایط هرچه همگن و یکنواخت‌تر برای نمونه‌ها فراهم آمده و تفسیر تغییرات موجود در بانک بذر خاک فقط بر اساس محتویات بذور آنها به عمل آید

(گونه‌های بانک بذر) - رولوه طبقه بندی شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

طبقه‌بندی را می‌توان به صورت گروه‌بندی اجزاء بر اساس تشابه آنها تعریف کرد (Ludwig and Reynolds, 1989). طبقه‌بندی جوامع گیاهی منطقه بر اساس دو سری ماتریس داده‌های پوشش گیاهی و بانک بذر خاک و با بهره‌گیری از تحلیل گونه‌های شاخص دو طرفه^۷ معروف به TWINSpan به عمل آمد. ایده اصلی TWINSpan بر اساس نظریه جامعه‌شناسی گیاهی استوار است که هر گروه از قطعات نمونه یا رولوه‌ها توسط گروهی از گونه‌های معرف^۸ مشخص می‌شوند. لیکن ایده‌ای که در ورای گونه‌های معرف نهفته است معیار کیفی حضور و عدم حضور گونه‌ها به جای معیار کمی آنها (وفور) است و لذا گونه‌های معرف اساساً ماهیت کیفی دارند اما در این روش به منظور از دست ندادن اطلاعات مربوط به کمیت گونه‌ها (معیار وفور) مفهوم شبه گونه یا گونه‌های دروغین^۹ و سطح قطع^{۱۰} معرفی شد که هر گونه می‌تواند به عنوان چندین شبه گونه مطابق با کمیت آن در رولوه‌ها حاضر باشد (Mesdaghi, 2001). در این تحقیق آنالیز TWINSpan بر اساس مقادیر وفور نسبی ترکیب گیاهی بانک بذر خاک و مقادیر درصد پوشش تاجی ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی و بر مبنای سطوح قطع ۱۰۰-۷۵-۵۰-۲۵-۱۲/۵-۵-۲/۵-۱ (صفر) انجام گرفت.

آنالیز TWINSpan به طور همزمان گونه‌ها و رولوه‌ها را طبقه‌بندی کرده و در قالب یک جدول دو طرفه از ماتریس گونه- رولوه ارائه می‌کند و منجر به طبقه‌بندی رولوه‌ها به گروه‌هایی با ترکیب گونه‌ای مشابه می‌شود که این گروه‌ها همان جوامع گیاهی در طبقه‌بندی سنتی پوشش گیاهی می‌باشند (Abella, 2005). نقطه توقف برای شکل‌گیری این گروه‌ها یا جوامع گیاهی بر اساس تجربه

بوده (Mc Nab et al., 1999) و در این تحقیق سطح سوم برای هر دو سری از داده‌ها انتخاب گردید که نتیجه آن ایجاد چهار گروه است. بنابراین دو سری از گروه بندی رولوه‌ها به عنوان دو سری از طبقات جوامع گیاهی براساس داده‌های بانک بذر خاک و پوشش گیاهی رو زمینی بدست آمد. پس از طبقه‌بندی جوامع گیاهی منطقه نخست با شمارش آن دسته از رولوه‌هایی که در هر یک از جوامع گیاهی زیر زمینی (جوامع گیاهی حاصله از داده‌های بانک بذر خاک) با جوامع گیاهی رو زمینی متناظر خود در یک گروه قرار گرفتند، درصد عضویت‌پذیری مشابه جوامع مزبور بدست آمده و میزان تطابق طبقه بندی جوامع گیاهی منطقه بر اساس دو سری از اطلاعات ترکیب فلورستیکی بانک بذر خاک و پوشش گیاهی رو زمینی بررسی گردید. سپس با بهره‌گیری از تحلیل تشخیص^{۱۱} معنی‌داری مشخصه‌های فیزیوگرافی ارتفاع از سطح دریا، شیب دامنه و درجه شمال‌گرایی در هر دو سری از طبقات جوامع گیاهی بررسی شده و بر این اساس صحت طبقه بندی جوامع گیاهی رو زمینی و زیر زمینی بر مبنای خصوصیات فیزیوگرافی رویشگاه نیز به تعیین گردید.

در این تحقیق هم‌چنین با استفاده از تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده^{۱۲} به عنوان مهم‌ترین روش رج بندی غیر مستقیم پوشش گیاهی (Mesdaghi, 2001) در مورد اینکه طبقه‌بندی رویشگاه براساس کدام سری از اطلاعات پوشش گیاهی (درصد تاج پوشش ترکیب گیاهی رو زمینی و یا درصد وفور نسبی بانک بذر خاک) بهتر عمل می‌کند تصمیم‌گیری شد. البته قبل از انجام آنالیزهای رج بندی، استاندارد کردن داده‌های ترکیب گیاهی هر دو سری ماتریس پوشش گیاهی رو زمینی و بانک بذر خاک به منظور حذف اثر اریب در جهت گونه‌هایی که دارای بیشترین واریانس هستند به عمل

طبقه‌بندی که به ترتیب بر مبنای ترکیب گیاهی پوشش رو زمینی و بانک بذر خاک شکل گرفته اند را نشان می‌دهند. در نتیجه این طبقه‌بندی‌ها تعداد چهار گروه اکولوژیک یا جوامع گیاهی در سطح سوم طبقه‌بندی، شناسایی و تفکیک شدند که در این تحقیق به عنوان جوامع گیاهی رو زمینی و زیر زمینی معرفی شدند. بررسی میزان تطابق جوامع گیاهی زیر زمینی با جوامع گیاهی رو زمینی متناظر آنها به تفکیک بر مبنای عضویت پذیری یکسان رولوها در هر دو سری از طبقات جوامع گیاهی نشان می‌دهد که از ۵۱ رولوه، تعداد ۳۵ عدد (۶۸٪) در گروه‌های مشابه قرار گرفتند (جدول ۳). در این جدول وضعیت عضویت رولوه‌های هر یک از جوامع گیاهی زیر زمینی (تعداد رولوه‌ها) در طبقات جوامع گیاهی رو زمینی آنها در بدنه جدول به نمایش در آمده است. در این ارتباط تعداد رولوه‌هایی که به طور یکسان در جوامع گیاهی زیر زمینی و رو زمینی طبقه‌بندی شدند به صورت حروف درشت و زیر خط دار مشخص می‌باشند.

نتایج تحلیل تشخیص

با انجام این آنالیز ضمن تعیین معنی داری مشخصه‌های توپوگرافیک ارتفاع از سطح دریا، شیب دامنه و درجه شمال‌گرایی در بین جوامع گیاهی تفکیک شده، درصد انطباق یا صحت گروه‌بندی جوامع گیاهی رو زمینی و زیر زمینی به تفکیک بر اساس خصوصیات فیزیوگرافی رویشگاه بررسی گردید که به طور جداگانه در دو بخش زیر ارائه می‌شود:

الف) تحلیل تشخیص جوامع گیاهی زیر زمینی
نتایج این آنالیز در جوامع گیاهی زیر زمینی نشان می‌دهد که دو شاخص درجه شمال‌گرایی و ارتفاع از سطح دریا به ترتیب در توابع تفکیک اول و دوم قرار گرفته (جدول ۴) که هر دو در سطح خطای ۱ درصد معنی دار می‌باشند.

آمد. پس از طبقه‌بندی رویشگاه و تهیه جوامع گیاهی رو زمینی و زیر زمینی، محاسبه ارزش شاخص^{۱۳} گونه‌ها جهت تشخیص گونه‌های شاخص هر اجتماع گیاهی با استفاده از روش Durfrene و Legendre انجام گرفت (McCune and Mefford, 1999). در این روش با محاسبه وفور نسبی^{۱۴} و فراوانی نسبی^{۱۵}، ارزش شاخص گونه‌های هر گروه بر اساس رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$IV_{JK} = RA_{JK} \times RF_{JK} \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

IV_{JK} = ارزش شاخص گونه J در گروه K

RA_{JK} = وفور نسبی گونه J در گروه K

RF_{JK} = فراوانی نسبی گونه J در گروه K

ارزیابی معنی‌دار بودن مقادیر ارزش شاخص نیز با استفاده از آزمون مونت کارلو^{۱۶} تعیین گردید (McCune and Mefford, 1999). بر این اساس گونه‌ای که دارای بیشترین ارزش شاخص در یک گروه باشد (با تفاوت معنی‌دار آماری) به عنوان گونه شاخص آن گروه یا اجتماع گیاهی معرفی می‌شود. تجزیه و تحلیل‌های آماری این تحقیق با بهره‌گیری از بسته‌های نرم‌افزاری Spss 12 و PC-Ord for Win. Ver 4.17 (McCune and Mefford, 1999) انجام گردید.

نتایج

طبقه‌بندی رویشگاه

در نتیجه تجزیه و تحلیل TWINSpan که به طور جداگانه بر مبنای درصد تاج پوشش تعداد ۸۰ گونه گیاهی موجود در پوشش گیاهی رو زمینی و وفور نسبی تعداد ۴۱ گونه گیاهی موجود در بانک بذر خاک به عمل آمده است، دو سری از طبقه‌بندی جوامع گیاهی جنگل راش دارکلا (جوامع گیاهی زیر زمینی و جوامع گیاهی رو زمینی) ارائه گردید. جداول ۱ و ۲ نتایج این

جدول ۳- عضویت پذیری مشابه رولوه ها در دو سری از طبقات جوامع گیاهی و بانک بذر خاک جنگل راش دار کلا

تعداد کل رولوه هایی هر یک از طبقات جوامع گیاهی زیر زمینی	جوامع گیاهی رو زمینی			
	۱	۲	۳	۴
۱	۹	۱	۱	۶
۲	۰	۶	۰	۳
۳	۰	۰	۳	۱
۴	۰	۵	۰	۱۷
میانگین درصد انطباق = ۶۸٪	۵۲/۹٪	۶۶/۶٪	۷۵٪	۸۱٪

جدول ۴- ماتریس ضرایب همبستگی استاندارد شده بین شاخص ها و توابع تشخیص

شاخص ها			توابع
درجه شمال گرایی	ارتفاع از سطح دریا	شیب دامنه	
۰/۷۶۹*	-۰/۱۷۴	-۰/۴۳۹	۱
۰/۵	۰/۹۶۸*	۰/۴۰۳	۲
۰/۳۹۸	-۰/۱۸۳	۰/۸۰۳*	۳

*: بزرگترین مقادیر ضرایب همبستگی

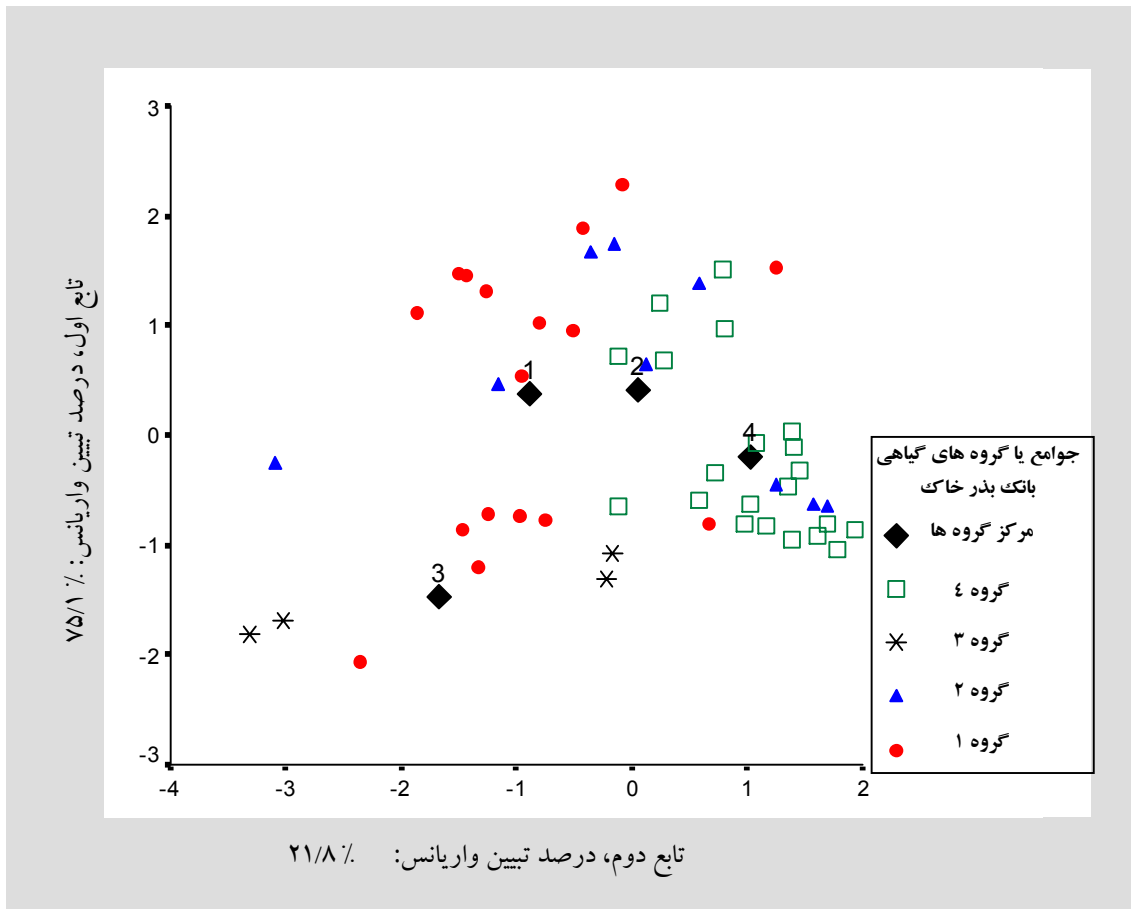
جدول ۵- تحلیل همبستگی کانونیک توابع تشخیص

توابع	آماره	کای اسکویئر	معنی داری	درصد همبستگی	مقدار ویژه	درصد واریانس
۱	۰/۳۷۶	۴۵/۵۲	۰/۰۰۰**	۷۰/۵	۰/۹۸۸	۷۵/۱
۲	۰/۷۴۷	۱۳/۵۷	۰/۰۰۹**	۴۷/۲	۰/۲۸۶	۲۱/۸
۳	۰/۹۶۱	۱/۸۶۱	۰/۱۷۳ ^{ns}	۱۹/۸	۰/۰۴۱	۳/۱

**P < ۰/۰۰۱ (تفاوت معنی دار در سطح ۹۹ درصد) و ns فاقد تفاوت معنی دار

نتایج به صورت نمودارهای دو گانه^{۱۹} برای اولین و دومین تابع (محور) تفکیک و با محاسبه و تعیین مقادیر توابع ۱ و ۲ در نقطه میانگین جوامع چهار گانه ارائه شده است. این مراکز بر روی نمودار با اعداد مشخص می باشند (شکل ۳). در این نمودار رولوه ها بر اساس اوزانی که نسبت به دو تابع گرفتند در یک فضای دو بعدی آرایش یافته، وضعیت تشابه آنها از نظر خصوصیات توپوگرافیک مشخص می باشد. همان طوری که این نمودار نشان می دهد چهار اجتماع گیاهی زیر زمینی از نظر خصوصیات توپوگرافیک چندانی از یکدیگر متمایز نبوده و همپوشانی گروه ها با یکدیگر کاملاً به چشم می خورد. در نهایت این تحلیل ثابت نمود که توابع ایجاد شده میزان موفقیت در پیش گویی عضویت طبقه بندی متغیرهای گروه بندی را ۶۰/۸٪ نشان می دهد به عبارت دیگر تحلیل تشخیص بر مبنای متغیرهای فیزیوگرافی، صحت گروه بندی یا تفکیک جوامع گیاهی زیر زمینی را ۶۰/۸ درصد نشان می دهد.

نتایج به صورت نمودارهای دو گانه^{۱۹} برای اولین و دومین تابع (محور) تفکیک و با محاسبه و تعیین مقادیر توابع ۱ و ۲ در نقطه میانگین جوامع چهار گانه ارائه شده است. این مراکز بر روی نمودار با اعداد مشخص می باشند (شکل ۳). در این نمودار رولوه ها بر اساس اوزانی که نسبت به دو تابع گرفتند در یک فضای دو بعدی آرایش یافته، وضعیت تشابه آنها از نظر خصوصیات توپوگرافیک مشخص می باشد. همان طوری که این نمودار نشان می دهد چهار اجتماع گیاهی زیر زمینی از نظر



شکل ۳- نمودار دوگانه تحلیل تشخیص جوامع گیاهی زیر زمینی بر اساس دو تابع اول و دوم

ب) تحلیل تشخیص جوامع گیاهی رو زمینی

تشکیل گردید. تابع اول بر اساس درجه شمال گرایی با ضریب همبستگی کانونیک ۹۵/۱ درصد و مقدار ویژه ۹/۳۶۸ و تابع دوم بر اساس ارتفاع از سطح دریا با ضریب همبستگی کانونیک ۶۳/۲ درصد و مقدار ویژه ۰/۶۶۴ شکل گرفته اند که به ترتیب ۹۳/۱٪ و ۶/۶٪ از کل تغییرات فیزیوگرافیک موجود در جوامع مزبور را توجیه می کنند (جدول ۷). نتایج به صورت نمودارهای دو گانه برای اولین و دومین تابع (محور) تفکیک و با محاسبه و تعیین مقادیر توابع ۱ و ۲ در نقطه میانگین جوامع چهار گانه ارائه شده است. این مراکز بر روی نمودار با اعداد مشخص می باشند (شکل ۴). همان طوری که این نمودار نشان می دهد چهار اجتماع گیاهی که بر مبنای ترکیب پوشش

نتایج این آنالیز در جوامع گیاهی رو زمینی نیز نشان می دهد که در تفکیک جوامع گیاهی بر مبنای خصوصیات فیزیوگرافی رویشگاه فقط توابع اول و دوم تحلیل تشخیص که به ترتیب بر مبنای شاخص های توپوگرافی درجه شمال گرایی و ارتفاع از سطح دریا شکل گرفته اند (جدول ۶) در سطح خطای ۱ درصد معنی دار می باشند. تابع سوم که بر مبنای فاکتور شیب دامنه شکل گرفته است به دلیل پایین بودن مقدار ویژه (Eig = ۰/۰۳) فقط ۰/۳ درصد از کل واریانس موجود در بین جوامع گیاهی را توجیه کرده بنابراین در مکان یابی و تفکیک جوامع گیاهی مزبور چندان موثر نمی باشد. بدین ترتیب با استفاده از دو متغیر درجه شمال گرایی و ارتفاع از سطح دریا دو تابع تشخیص

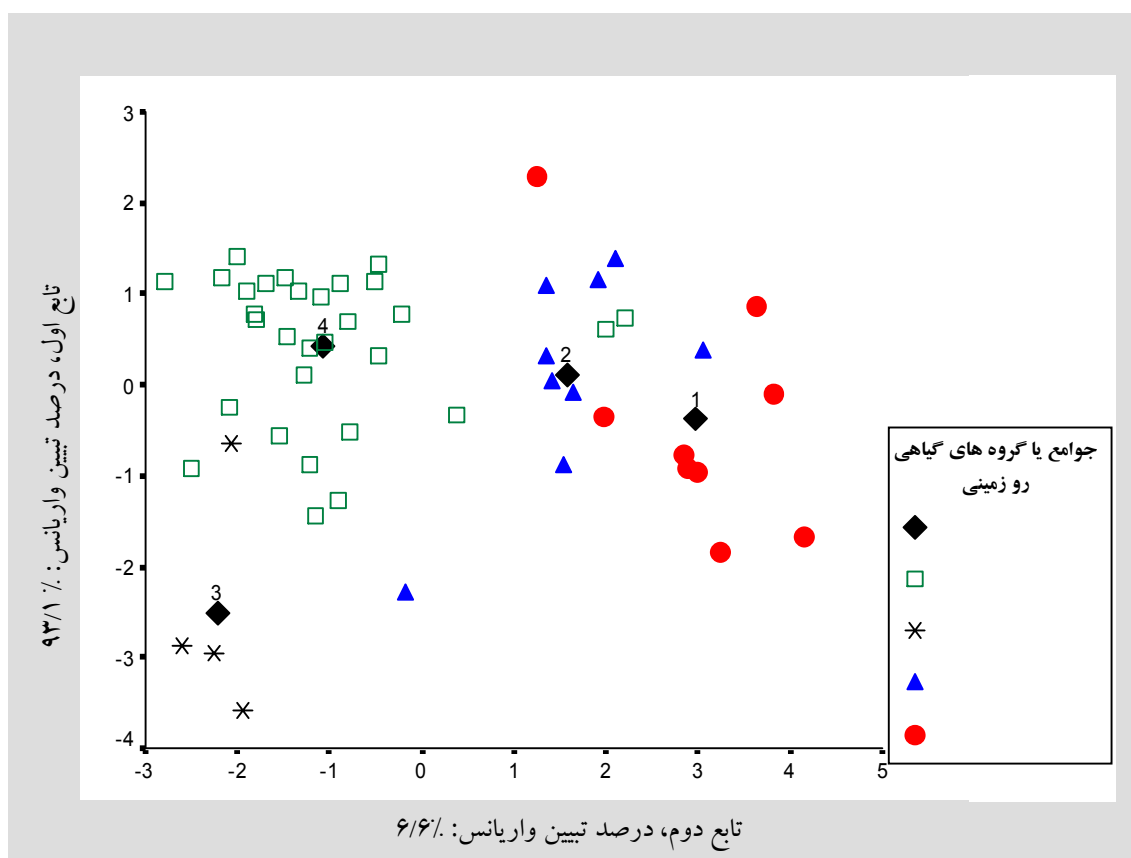
گروه‌بندی را ۸۹/۶٪ نشان می‌دهد به عبارت دیگر تحلیل تشخیص بر مبنای متغیرهای فیزیوگرافی، صحت گروه‌بندی یا تفکیک جوامع گیاهی زیر زمینی را تقریباً ۹۰ درصد نشان می‌دهد.

گیاهی رو زمینی طبقه بندی شدند از نظر خصوصیات توپوگرافیک نیز تقریباً از یکدیگر متمایز و قابل تفکیک هستند. در نهایت این تحلیل ثابت نمود که توابع ایجاد شده میزان موفقیت در پیش گویی عضویت طبقه بندی متغیرهای

جدول ۶- ماتریس ضرایب همبستگی استاندارد شده بین شاخص‌ها و توابع تشخیص

شاخص‌ها			توابع تشخیص
درجه شمال گرایی	ارتفاع از سطح دریا	شیب دامنه	
۰/۹۸۰*	۰/۸۳۱	۰/۲۶۳	۱
۰/۰۶۹	۰/۸۴۱*	-۰/۵۸۹	۲
۰/۵۳۲	-۰/۵۵۲	۰/۷۶۵*	۳

*: بزرگترین مقادیر ضرایب همبستگی



شکل ۴- نمودار دو گانه تحلیل تشخیص جوامع گیاهی زیرزمینی براساس تابع اول و دوم

جدول ۷- تحلیل همبستگی کانونیک توابع تشخیص

توابع	آماره	کای اسکویئر	معنی داری	درصد همبستگی	مقدار ویژه	درصد واریانس
۱	۰/۰۵۶	۱۲۵/۱۶۸	۰/۰۰۰**	۹۵/۱	۹/۳۶۸	۹۳/۱٪
۲	۰/۵۸۳	۲۳/۴۳۴	۰/۰۰۰**	۶۳/۲	۰/۶۶۴	۶/۶٪
۳	۰/۹۷۱	۱/۲۹۴	۰/۲۵۵ ^{ns}	۱۷/۱	۰/۰۳	۰/۳٪

** : $P < 0/001$ (تفاوت معنی دار در سطح ۹۹ درصد) و ns: فاقد تفاوت معنی دار

رسته‌بندی جوامع گیاهی با استفاده از آنالیز

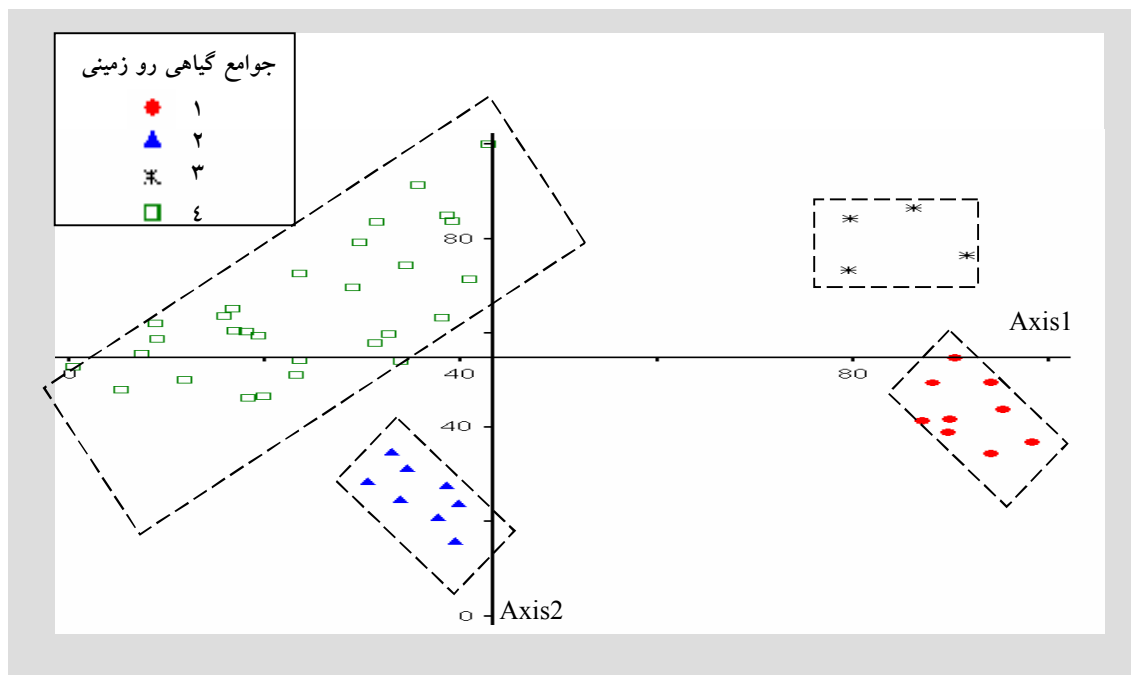
DCA

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل DCA که به صورت دیاگرام دو بعدی به تفکیک برای جوامع گیاهی رو زمینی (شکل ۵) و جوامع گیاهی زیر زمینی (شکل ۶) به نمایش در آمده است، تفکیک تعداد چهار گروه اکولوژیک یا اجتماع گیاهی رو زمینی را به وضوح نشان می‌دهد و این در حالی است که جوامع گیاهی زیر زمینی به دلیل پراکندگی رولوها، با یکدیگر همپوشانی داشته و طبقات متمایزی از یکدیگر را ارائه نمی‌دهند.

تحلیل گونه‌های شاخص در جوامع گیاهی رو زمینی

تحلیل گونه‌های شاخص بر اساس ماتریس گونه - رولوه

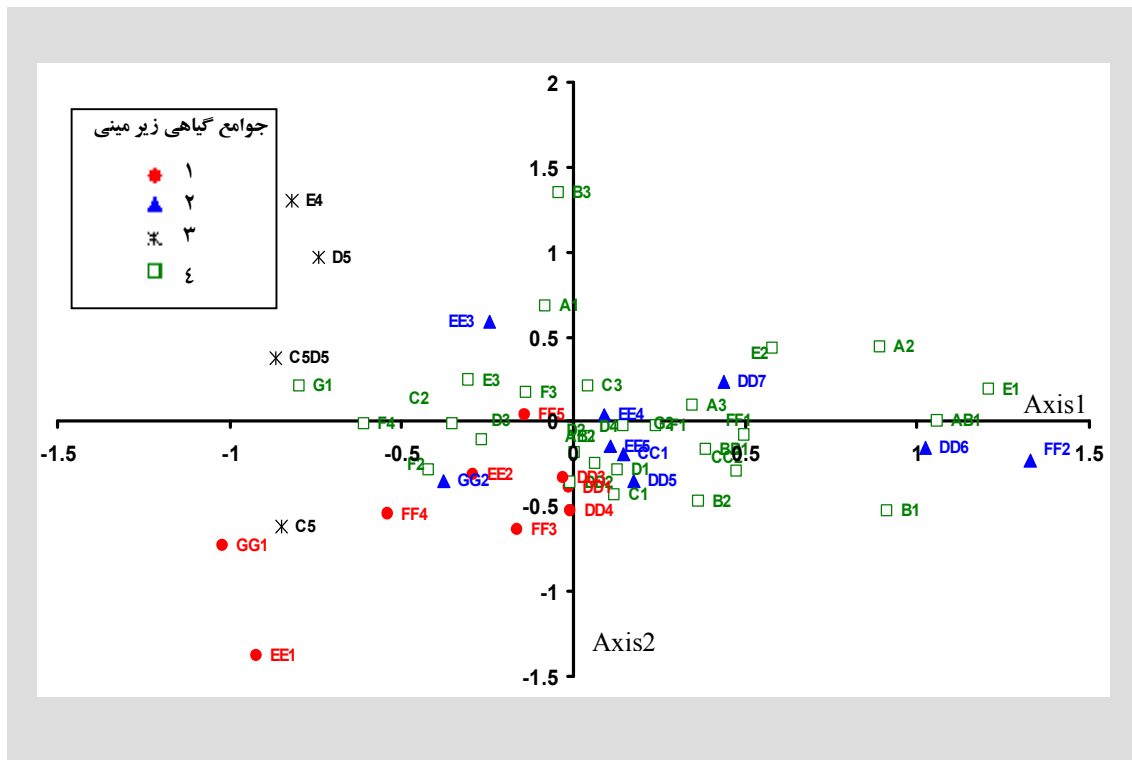
و رولوه - اجتماع گیاهی پوشش گیاهی رو زمینی به عمل آمد (جدول ۸). این آنالیز با اختصاص دادن مقدار شاخص برای هر گونه در هر گروه یا اجتماع گیاهی، ارزش آن گونه در توصیف شرایط محیطی موجود در گروه‌های مختلف را نشان می‌دهد. با انجام این آنالیز، میزان تعلقه^{۲۰} هر گونه به جوامع گیاهی مختلف مشخص شده و گروه‌هایی را که در شرایط مشابه محیطی قرار گرفتند معرفی شدند. از میان ۸۰ گونه مربوط به جوامع گیاهی رو زمینی طبقه‌بندی شده، مقادیر شاخص تعداد ۳۹ گونه معنی دار بوده است ($P < 0/05$). این در حالی است که مقادیر شاخص هیچ یک از ۴۱ گونه مربوط به جوامع گیاهی زیر زمینی معنی دار نبوده است.



شکل ۵- نمایش DCA جوامع گیاهی بر اساس ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی

جدول ۸- مقدار شاخص برای گونه‌های گیاهی در جوامع گیاهی رو زمینی منطقه مورد مطالعه

گونه گیاهی	گروه	مقدار شاخص	P-value
<i>Danae racemosa</i>	۱	۸۵/۵	۰/۰۰۲
<i>Evonymus latifolia</i>	۱	۸۰/۹	۰/۰۰۲
<i>Acer cappadocicum</i>	۱	۷۴/۲	۰/۰۰۲
<i>Ilex spicigera</i>	۱	۷۱/۴	۰/۰۰۶
<i>Carex riparia</i>	۱	۶۵/۱	۰/۰۰۳
<i>Epipactis helleborine</i>	۱	۶۴/۱	۰/۰۰۱
<i>Serratula quinquefolia</i>	۱	۶۰/۵	۰/۰۰۳
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	۱	۵۹/۴	۰/۰۱
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	۱	۵۰/۸	۰/۰۰۵
<i>Festuca drymeia</i>	۱	۴۹	۰/۰۲۸
<i>Quercus petraea</i>	۱	۴۴/۴	۰/۰۱۳
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	۱	۴۴/۲	۰/۰۰۶
<i>Tamus communis</i>	۱	۴۳/۳	۰/۰۱۳
<i>Vicia cracca</i>	۱	۳۹	۰/۰۴۹
<i>Scutellaria tournefortii</i>	۱	۳۷/۶	۰/۰۲۳
<i>Periploca graeca</i>	۱	۳۴/۵	۰/۰۵۳
<i>Paeonia wittmanniana</i>	۱	۳۳/۳	۰/۰۲۲
<i>Asplenium trichomanes</i>	۱	۳۱/۸	۰/۰۳۲
<i>Acer velutinum</i>	۲	۵۸/۷	۰/۰۲۷
<i>Dryopteris dilatata</i>	۲	۵۷/۳	۰/۰۰۸
<i>Polystichum aculeatum</i>	۲	۴۵/۲	۰/۰۰۸
<i>Pteris cretica</i>	۲	۴۲/۵	۰/۰۲۵
<i>Solidago virga- aurea</i>	۳	۸۹	۰/۰۰۱
<i>Carex remota</i>	۳	۶۹/۷	۰/۰۰۲
<i>Clinopodium umbrosum</i>	۳	۶۱/۵	۰/۰۰۴
<i>Cardamine impatiens</i>	۳	۵۶/۳	۰/۰۰۳
<i>Asperula odorata</i>	۳	۵۱/۶	۰/۰۱۱
<i>Vaccinium arctostaphylos</i>	۳	۵۰	۰/۰۰۶
<i>Primula heterochroma</i>	۳	۴۵/۴	۰/۰۴
<i>Hypericum androsaemum</i>	۳	۴۲/۹	۰/۰۰۶
<i>Fragaria vesca</i>	۳	۳۷/۸	۰/۰۴۱
<i>Quercus qastaneaefolia</i>	۳	۲۱/۴	۰/۰۴۸
<i>Mercurialis perennis</i>	۴	۷۹/۴	۰/۰۰۱
<i>Lamium album</i>	۴	۷۳/۲	۰/۰۰۱
<i>Dryopteris filix- mas</i>	۴	۶۰/۷	۰/۰۰۱
<i>Asplenium adiantum- nigrum</i>	۴	۴۳	۰/۰۰۳
<i>Dryopteris borrieri</i>	۴	۴۰/۱	۰/۰۳۱
<i>Solanum kieseritzkii</i>	۴	۳۷/۱	۰/۰۲۵
<i>Alnus subcordata</i>	۴	۳۶/۳	۰/۰۲۷



شکل ۶- نمایش DCA جوامع گیاهی بر اساس ترکیب گیاهی بانک بذر خاک

بحث

مقایسه ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی و بانک بذر خاک

به طور کلی بر اساس داده‌های پوشش گیاهی روزمینی و ترکیب گیاهی بانک بذر خاک تعداد ۱۰۷ گونه گیاهی در جنگل راش دار کلا شناسایی گردید که ۳۵ گونه (۳۳ درصد) به طور مشترک در ترکیب گیاهی بانک بذر خاک و پوشش گیاهی روزمینی حضور داشته، ۲۸ گونه آن (۲۶ درصد) فقط بر اساس مطالعه بانک بذر خاک و ۴۴ گونه (۴۱ درصد) فقط بر اساس مطالعه پوشش گیاهی روزمینی مشاهده شد. در واقع عدم حضور ۲۶ درصد از ترکیب گونه‌ای بانک بذر خاک در پوشش گیاهی رو زمینی و نیز حضور نیافتن ۴۱ درصد از ترکیب گیاهی کنونی در بانک بذر خاک، پایین بودن میزان تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک با پوشش گیاهی رو زمینی را

دلالت می‌کند. پایین بودن میزان تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک با پوشش گیاهی رو زمینی در این تحقیق، مشابه نتایج دیگر مطالعات بانک بذر خاک به عمل آمده در جنگل‌های معتدله خزان کننده سایر نواحی دنیا می‌باشد (Leckie et al., 2000; Arriaga and Mercado, 2004; Amrein et al., 2005; Godefroid et al., 2006). بانک بذر خاک در جنگل‌های خزان کننده معتدله اغلب حاوی بذور گیاهان مراحل اول توالی بوده که در آن بذور گیاهان مراحل میانی و نهایی توالی به مقدار ناچیز حضور دارند بنابراین درجه تشابه ترکیب گیاهی بانک بذر خاک این جنگل‌ها با پوشش گیاهی روزمینی آنها ناچیز است (Pickett and McDonnell, 1989; Roover et al., 2007; Wang et al., 2009). این مسئله به خاطر تفاوت در میزان تولید بذر، قدرت انتشار، زنده ماندن و نرخ جوانه زنی بذور گیاهان مربوط به جوامع گیاهی هر یک از مراحل

توالی می باشد (Harper, 1977). بسیاری از گیاهان مراحل اولیه توالی به دلیل تولید بذور فراوان سالیانه، تولید بذور کوچک که به راحتی توسط باد انتشار یافته و نیز به آسانی در داخل خاک نفوذ می‌یابند، پایین بودن شدت بذر خواری و نیز بالا بودن نرخ زنده مانی آنها بخش اعظم بانک بذر خاک را به خود اختصاص می‌دهند (Tompson, 1987, 1992). این در حالی است که گیاهان مراحل آخر توالی به دلیل تولید بذور با تعداد کمتر، اندازه بزرگتر (که بیشتر در معرض بذر خواری قرار می‌گیرند) و با قابلیت زنده مانی کمتر به مقدار بسیار کم در بانک بذر خاک حضور می‌یابند.

پوشش گیاهی رو زمینی فقط یک بخش از ظرفیت فلورستیکی هر رویشگاه محسوب می‌شود که با اضافه شدن داده‌های بانک بذر خاک آن رویشگاه به عنوان پوشش گیاهی زیر زمینی خاک، توصیف کامل تری از پوشش گیاهی آن رویشگاه ارائه می‌شود (Diaz-villa et al., 2003; Vila and Gimeno, 2007). ترکیب گیاهی و اندازه بانک بذر خاک جوامع گیاهی مختلف یک رویشگاه نیز مانند ترکیب و وفور پوشش گیاهی رو زمینی آنها متفاوت بوده (Leck et al., 1989) و تحت تاثیر شرایط محیطی و تیپ‌های گیاهی رو زمینی قرار دارند (Buttler and Chazdon, 1998; Arriaga and Mercado, 2004). بر همین اساس در این تحقیق از روش‌های مختلف طبقه‌بندی (آنالیز TWINSpan و تحلیل تشخیص) و رج بندی DCA استفاده گردید تا تصمیم‌گیری مطمئن در مورد قابلیت طبقه بندی جوامع گیاهی بر اساس ترکیب گیاهی بانک بذر خاک را به عمل آورد.

مقایسه نتایج طبقه‌بندی جوامع گیاهی بر مبنای داده‌های پوشش گیاهی رو زمینی با ترکیب گیاهی بانک بذر خاک نشان می‌دهد که ۶۸ درصد از رولوها در دو روش در گروه‌های مشابهی قرار گرفتند. برای اطمینان از صحت جوامع گیاهی تفکیک شده از نظر خصوصیات فیزیوگرافی از تحلیل تشخیص استفاده گردید. نتایج این تحلیل نشان داد که صحت جوامع گیاهی رو زمینی بر مبنای شاخص‌های ارتفاع از سطح دریا، شیب دامنه و درجه شمال گرایی ۹۰ درصد می‌باشد در حالی که این آنالیز، میزان موفقیت گروه‌بندی رولوها بر مبنای اطلاعات بانک بذر خاک را ۶۰/۸٪ برآورد می‌کند به عبارت دیگر تحلیل تشخیص بر مبنای متغیرهای فیزیوگرافی، صحت گروه بندی یا تفکیک جوامع گیاهی زیر زمینی را ۶۰/۸ درصد نشان می‌دهد. بررسی توابع تفکیک شکل گرفته دلالت بر ارتباط معنی‌دار آماری

توالی می باشد (Harper, 1977). بسیاری از گیاهان مراحل اولیه توالی به دلیل تولید بذور فراوان سالیانه، تولید بذور کوچک که به راحتی توسط باد انتشار یافته و نیز به آسانی در داخل خاک نفوذ می‌یابند، پایین بودن شدت بذر خواری و نیز بالا بودن نرخ زنده مانی آنها بخش اعظم بانک بذر خاک را به خود اختصاص می‌دهند (Tompson, 1987, 1992). این در حالی است که گیاهان مراحل آخر توالی به دلیل تولید بذور با تعداد کمتر، اندازه بزرگتر (که بیشتر در معرض بذر خواری قرار می‌گیرند) و با قابلیت زنده مانی کمتر به مقدار بسیار کم در بانک بذر خاک حضور می‌یابند.

طبقه بندی جوامع گیاهی

طبقه بندی پوشش گیاهی یکی از موضوعات مهم در علوم گیاهی است که بر اساس آن گروه‌های گیاهی مشتمل بر گیاهانی با سرشت و نیازهای مشابه اکولوژیک که در طبیعت کنار هم مستقل هستند شناسایی و تفکیک می‌شوند (Witte, 2002). روش‌های طبقه‌بندی سعی دارند تا توده‌های مشابه در واحدهای مجزایی از سایر توده‌ها قرار گیرند (Mesdaghi, 2005). تفکیک و طبقه‌بندی رویشگاه‌های طبیعی در قالب واحد‌های مجزا با خصوصیات اکولوژیک مشابه دارای سابقه طولانی تحقیقاتی و مدیریتی می‌باشد. طبقه‌بندی رویشگاه‌های جنگلی تاکنون بر مبنای اجتماعات گیاهی (Whittaker, 1962)، سایت ایندکس (Carmean, 1926)، خصوصیات خاک (Jones, 1969) و طبقه‌بندی اکوسیستمی (Cayander, 1926) استوار بوده است (Abella, 2005). طبقه‌بندی جوامع گیاهی سعی دارد تا اجتماعات گیاهی نسبتاً همگنی که به طور مستقل در محل‌های ویژه ای حضور می‌یابند را تفکیک کرده و یک راه خلاصه کردن دانسته‌های ما در زمینه الگوی پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد (Jennings et al, 2003).

شاخص جوامع گیاهی چهار گانه معرفی شدند. نتایج تلفیقی تجزیه و تحلیل TWINSpan و تحلیل گونه‌های شاخص که به ترتیب طبقه بندی جوامع گیاهی و تفکیک گروه گونه‌های اجتماع یافته در هر اجتماع گیاهی را انجام می‌دهند به شرح ذیل است:

گروه ۱: این گروه که گونه‌های همیشهک (*Danae racemosa*)، ال اسبی (*Evonymus latifolia*)، شیردار (*Acer cappadocicum*) و خاس (*Ilex spicigera*) به ترتیب به عنوان مهم‌ترین گونه‌های شاخص آن به حساب می‌آیند در بالاترین حد ارتفاعی منطقه (۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ متری) و بر روی دامنه‌های پر شیب آن استقرار می‌یابد. این گروه با اجتماع گیاهی نماینده تیپ راش با زیر اشکوب همیشهک در منطقه می‌باشد.

گروه دوم: در این گروه گونه‌های پلت (*Acer velutinum*) به همراه گونه‌های سرخس *Polystichum aculeatum*، *Dryopteris dillatata* و سرخس پنجه‌ای (*Pteris cretica*) به عنوان گونه‌های شاخص محسوب می‌شوند. این گروه مانند گروه اول در دامنه ارتفاعی ۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ متری منطقه ولی بر روی دامنه‌های با شیب ملایم تر استقرار می‌یابد. این اجتماع گیاهی نماینده تیپ راش - پلت در منطقه می‌باشد.

گروه سوم: این گروه در پایین‌ترین حد ارتفاعی منطقه (۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ متری) و بر روی شیب‌های تند با جهت دامنه غربی تا جنوب غربی حضور دارد. مهم‌ترین گونه‌های شاخص آن گونه‌های علفی *Solidago virga-aurea* و *Carex remota* به همراه گونه چوبی سیاه گیله (*Vaccinium arctostaphylos*) می‌باشد. این گروه نماینده تیپ راش با زیر اشکوب سیاه گیله می‌باشد.

گروه چهارم: این گروه که بزرگترین اجتماع گیاهی در منطقه می‌باشد در محدوده ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ متری و بر روی شیب‌های ملایم استقرار می‌یابد.

فاکتورهای ارتفاع از سطح دریا و درجه شمال گرایی با گروه‌های تفکیک شده اعم از جوامع گیاهی رو زمینی و بانک بذر خاک داشته و این در حالی است که در شکل‌گیری توابع تشخیص دو گانه هر دو سری از گروه‌های تفکیک شده، فاکتور شیب دامنه نقش نداشته است. بنابراین نتیجه گیری می‌شود که جوامع گیاهی تفکیک شده، بر اساس تحلیل تشخیص از نظر فاکتور شیب دامنه با یکدیگر تمایز ندارند. مقایسه نمودارهای دو گانه تحلیل تشخیصی دو سری از جوامع گیاهی رو زمینی و بانک بذر خاک نشان می‌دهد که طبقه‌بندی جوامع گیاهی بر اساس داده‌های پوشش گیاهی رو زمینی منجر به شکل‌گیری گروه‌هایی با قابلیت تفکیک و تمایز بالا نسبت به داده‌های بانک بذر خاک می‌شود. نمودارهای رسته بندی DCA نیز این مسئله را تایید می‌کنند. مقایسه نمودار رسته بندی ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی با نمودار رسته بندی ترکیب گیاهی بانک بذر خاک نشان می‌دهد که جوامع گیاهی رو زمینی از توزیع مکانی مناسب‌تری نسبت به جوامع گیاهی زیر زمینی در فضای محورهای اول و دوم رج بندی برخوردار می‌باشند. توزیع پراکنده رولوه‌های جوامع گیاهی زیر زمینی در نمودار رج بندی به اندازه‌ای است که گروه بندی رولوه‌های مربوط به هر اجتماع گیاهی میسر نمی‌باشد. در حالی که در نمودار رج بندی جوامع گیاهی رو زمینی، رولوه‌های هر اجتماع گیاهی که از نظر ترکیب گونه ای مشابهت بیشتری باهم دیگر دارند در مجاورت یکدیگر در فضای دو بعدی آرایش یافته و نمایش متمایزی از جوامع گیاهی منطقه را ارائه می‌دهند.

بررسی نتایج تحلیل گونه‌های شاخص جوامع گیاهی نشان می‌دهد که در جوامع گیاهی زیر زمینی، هیچ گونه ای به عنوان شاخص معرفی نگردید اما در این ارتباط معادل نیمی از ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی به عنوان گونه

5. Stratification
6. Seedling emergence method
7. Two way indicator analysis
8. Indicator species
9. Pseudo species
10. Cut level
11. CDA: Canonical Discriminant Analysis
12. DCA: Detrended Correspondence Analysis
13. Indicator value
14. RA: Relative Abundance
15. RF: Relative Frequency
16. Monte Carlo
17. Eigen value
18. Canonical Correlation
19. Biplot
20. Fidelity

منابع

- Abella, S.R. (2005). *Environmental and vegetational gradients on an Arizona Ponderosa pine landscape: implications for ecological restoration*. Ph.D. thesis in forest science of Northern Arizona University. 174 pp.
- Allen, E.A. and R. Nowak (2008). Effect of tree cover on soil seed bank in pinyon- juniper, *Pinus monophylla* and *Juniperus osteosperma*, Woodland. *Rangeland Ecology Management*, 61:63-73.
- Amezaga, I. and M. Onaindia (1997). The effect of evergreen and deciduous coniferous plantations on the field layer and seed bank of native woodlands. *Ecography*, 20: 308-318.
- Amrein, D., H.P. Rusterholz and B. Baur (2005). Disturbance of suburban *Fagus* forests by recreational activities: Effects on soil characteristics, above-ground vegetation and seed bank. *Applied Vegetation Science*, 8: 175-182.

مهم‌ترین گونه‌های شاخص این گروه شامل گونه‌های علفی علف جیوه (*Mercurialis perennis*)، گزنه سفید (*Lamium album*)، *Asplenium adiantum-nigrum*، سرخس نر (*Dryopteris filix-mas*) و *Solanum kieseritzkii* به همراه گونه درختی توسکا (*Alnus subcordata*) است. این گروه نماینده تیپ راش - توسکا ییلاقی با زیر اشکوب علف جیوه می‌باشد.

در خاتمه نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ترکیب پوشش گیاهی بانک بذر خاک به دلیل اینکه عمدتاً از گونه‌های مراحل اولیه توالی یا پیشاهنگ بوده و با توجه به اینکه گونه‌های پیشاهنگ نسبت به گونه‌های مراحل آخر توالی که در ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی حضور دارند دارای دامنه اکولوژیک بیشتری بوده و در طیف وسیعی از خصوصیات محیطی حضور می‌یابند بنابراین طبقه‌بندی آنها، کیفیت رویشگاه را با دقت قابل قبولی ارائه نکرده و نتایج مفیدی را برای درک و فهم رویشگاه ارائه نمی‌دهند. پس نتیجه‌گیری می‌شود که داده‌های بانک بذر خاک قابلیت تشریح جوامع گیاهی منطقه را ندارند. Chaideftou و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحلیل رج بندی تیپ‌های نیمه مدیترانه‌ای جنگل‌های بلوط نواحی شمال غرب یونان دریافتند که تیپ‌های گیاهی شناسایی شده توسط روش‌های طبقه‌بندی در تحلیل رج بندی بر مبنای ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی قابل شناسایی و تفکیک می‌باشند اما تیپ‌های مزبور حدود مشخص و متمایزی را در رج بندی بر مبنای ترکیب گیاهی بانک بذر خاک ارائه نمی‌دهند.

پی‌نوشت‌ها

1. Above ground vegetation
2. GPS: Global Positioning System
3. Dominance
4. Northness

- Plant Ecology*, 162: 33–48.
- Bossuyt, B. and O. Honnay (2008). Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science*, 19: 875- 884.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology: The study of plant communities*. New York: McGraw- Hill.
- Butler, B.J. and R.L. Chazdon (1998). Species richness, spatial variation and abundance of the soil seed bank of a secondary tropical rain forest. *Biotropica*, 30(2): 214- 222.
- Cajander, A. K. (1926). The theory of forest types. *Acta Forestalia Fennica*, 2: 11- 108.
- Carmean, W.H. (1975). Forest site quality evaluation in United States. *Advances in Agronomy*, 27: 209- 269.
- Chaideftou, E., C.A. Thanos, E. Bergmire, A. Kallimanis and P. Dimopoulos (2009). Seed bank composition and above-ground vegetation in response to grazing in sub-Mediterranean oak forests (NW Greece). *Plant Ecology*, 201: 255- 265.
- Diaz-Villa, M.D., T. Maranon, J. Arroyo and B. Garrido (2003). Soil seed bank and floristic diversity in a forest-grassland mosaic in southern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 14: 701- 709.
- Dobrovic, I., T. Safner, S.D. Jelaska and T. Nikolic (2006). Ecological and phytosociological characteristics of the association Abieti-Fagetum pannonicum Rau 1969 prov. on Mt. edvednica (NW Croatia). *Acta Bot. Croat*, 65 (1): 41–55.
- Farmer, R.E.J.R. (1997). *Seed ecophysiology of temperate and boreal zone forest trees*. Florida: St Luice, Delray Beach, FL.
- Anonymous (2002). *Darkola forest plane notebook*. Sari: Sari Forest Rangeland and Watershed Organization. (In Persian)
- Arriaga, L. and C. Mercado (2004). Seed bank dynamics and tree-fall gaps in a northwestern Mexican Quercus-Pinus forest. *Journal of Vegetation Science*, 15: 661- 668.
- Augusto, L., J. L. Dupouey, J. F. Picard and J. Ranger (2001). Potential contribution of the seed bank in coniferous plantations to the restoration of native deciduous forest vegetation. *Acta Oecologica*, 22: 87- 98.
- Barbur, M., J.H. Burk, W.D. Pitts, F. S. Gilliam and M.W. Schwartz (1999). *Terrestrial Plant Ecology* (3th. edition). Benjamin/Cummings: An important of Addison Wesley Longman Incorporation, 649 pp.
- Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. Denton and S.H. Spurr (1998). *Forest Ecology*. New York INC: John Wiley and Sons.
- Baskin, C.C. and J.M. Baskin (1998). *Germination Ecology of Seeds in the Persistent Seed Bank Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. San Diego, CA: Academic Press.
- Bekker, R.M., J.P. Bakker, U. Grandin, R. Kalamees, P. Milberg, P. Poschold, K. Thompson and J.H. Willems (1998). Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology*, 12: 834–842.
- Bossuyt, B., M. Heyn and M. Hermy (2002). Seed bank and vegetation composition of forest stands of varying age in Central Belgium: consequences for regeneration of ancient forest vegetation.

- Leck, M.A., V.T. Parker and R.L. Simpson (1989). *Ecology of soil seed banks*. Toronto: Academic Press, Inc.
- Leckie, S., M. Vellend, G. Bell, M.J. Waterway, and M.J. Lechowicz (2000). The seed bank in old-growth, temperate deciduous forest. *Canadian Journal of Botany*, 78: 181-192.
- Leicht-Young, S.A., N.B. Pavlovic, R. Grundel and K.J. Frohnapple (2009). A comparison of seed banks across a sand dune successional gradient at Lake Michigan dunes (Indiana, USA). *Plant Ecology*, 202(2): 299-308.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds (1988). *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. New York: John Wiley and Sons.
- Ma, M., X. Zhou and G. Du (2009). *Role of soil seed bank along a disturbance gradient in an alpine meadow on the Tibet plateau*. Flora. In press.
- McCune, B. and M.J. Mefford (1999). *PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data*, Version 4. Oregon, USA: MjM Software Design, Glenden Beach.
- Mesdaghi, M. (2001). *Vegetation description and analysis, a practical approach*. Mashhad: Jahade-daneshgahi Press.
- Mesdaghi, M. (2005). *Plant Ecology*. Mashhad: Jahade-daneshgahi Press.
- McNab, W.H., S.A. Browning, S.A. Simon and P. E. Fouts (1999). An unconventional approach to ecosystem unit classification in Western north Carolina, USA. *Forest Ecology and Management*, 114: 405-420.
- Fenner, M. (1985). *Seed Ecology*. Edinburgh: Chapman & Hall.
- Fourie, S. (2008). Composition of the soil seed bank in alien-invaded grassy fynbos: Potential for recovery after clearing. *South African Journal of Botany*, 74: 445-453.
- Garwood, N.C. (1989). *Ecology of soil seed banks*. San Diego: Academic Press, Inc.
- Godefroid, S., S.H.S. Phatyal and N. Koedam (2006). Depth distribution and composition of seed banks under different tree layers in a managed temperate forest ecosystem. *Acta oecologica*, 5: 1437-1443.
- Harper, J.L. (1977). *The Population Biology of Plants*. London: Academic Press.
- Halpern, C.B., A.S.H. Evans and S. Nielson (1999). Soil seed bank in young, closed-canopy forests of the Olympic Peninsula, Washington: potential contributions to understory reinitiating. *Canadian Journal of Botany*, 77: 922-935.
- Hayatt, L.A. (1999). Differences between soil seed bank composition and field recruitment in a temperate zone deciduous forest. *American Midland Naturalist*, 142: 31-38.
- Jones, J.R. (1969). *Review and comparison of site evaluation methods*. USDA Forest Service, Research Paper RM-51. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO. 27 pp.
- Lambers, J.H.R., J.S. Clark and M. Lavine (2005). Implications of seed banking for recruitment of southern Appalachian woody species. *Ecology*, 86 (1): 85-95.

- regeneration in plant communities. UK: CAB International, Wallingford.
- Thompson, K. and J.P. Grime (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, 67: 893-921.
- Wang, J., H. Ren, L. Yang, D. Li and Q. Guo (2009). Soil seed banks in four 22- year- old plantations in South China: Implications for restoration. *Forest Ecology and Management*, 258: 2000-2006.
- Whittaker, R.H. (1962). *Classification of natural communities*. Jstor: Botanical review.
- Witte, P.M. (2002). The descriptive capacity of ecological plant species groups. *Plant Ecology*, 162: 199- 213.
- Yan, Q.L., J.J. Zhu, J. Zhang, L. Yu and Z.h. Hu (2009). Spatial distribution pattern of soil seed bank in canopy gaps of various sizes in temperate secondary forests, Northeast China. *Plant Soil*. In press.
- Zobel, M., R. Kalamees, K. Pussa, E. Roosaluuste and M. Moora (2007). Soil seed bank and vegetation in mixed coniferous forest stand with different disturbance regimes. *Forest Ecology and Management*, 250: 71- 76.
- Moles, A.T. and D.R. Drake (1999). Potential contribution of the seed rain and seed bank to regeneration of native forest under plantation pine in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 37: 83-93.
- Onaindia, M. and I. Amezaga (2000). Seasonal variation in the seed banks of native woodland and coniferous plantations in Northern Spain. *Forest Ecology and Management*, 126: 163- 172.
- Pickett, S.T.A. and M.J. McDonnell (1989). *Seed bank dynamics in temperate deciduous forest*. Ecology of soil seed banks. (Leck, M. A., Parker, V. T. and Simpson, eds.) New York, NY: Academic Press.
- Rover, P., B. Bossuyt, B. Igodt and M. Hermy (2006). May seed banks contribute to vegetation restoration on paths in temperate deciduous forest? *Plant Ecology*, 186: 25- 38.
- Simpson, R.L. et al., (1989). *Seed banks: general concepts and methodological issues*. In: Leck, M.A., Parker, V.T., Simpson, R.L. (Eds.), Ecology of Soil Seed Banks. New York, NY: Academic Press.
- Stark, K.E., A. Arsenault and G.E. Bradfield (2008). Variation in soil seed bank species composition of a dry coniferous forest: spatial scale and sampling considerations. *Plant Ecology*, 197:173–181.
- Stocklin, J. and M. Fischer (1999). Plant with longer-lived seeds have lower local extinction rates in grassland remnants 1950- 1985. *Oekologia*, 120: 539- 543.
- Thompson, K. (2000). *The functional ecology of seed banks*. In: Fenner, M. (ed.) *Seeds: the ecology of*

