



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره هفتم، شماره چهاردهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

عکس العمل گونه های پهن برگ علفی نسبت به برخی متغیرهای محیطی در مراتع حوزه

آبخیز گلندرود

فهیمة بازیار^۱، قاسمعلی دیانتی تیلکی^{۲*}، سید جلیل علوی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مرتع داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

^۲ دانشیار گروه مرتع داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

^۳ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۴

چکیده

بامطالعه شرایط محیطی و نیازهای یک گونه می توان در تعیین محل استقرار، پراکنش جغرافیایی، میزان انبوهی و فعالیت آن ها در محیط های مختلف قضاوت نمود. مطالعه حاضر در مراتع حوزه آبخیز گلندرود در استان مازندران انجام شد. هدف اصلی از این مطالعه، بررسی عکس العمل گونه های پهن برگ علفی نسبت به متغیرهای محیطی بود. برای این منظور، نمونه برداری از پوشش گیاهی در تیپ های رویشی گونه های مورد مطالعه و همچنین در امتداد دامنه با در نظر گرفتن طبقات ارتفاعی، شیب و جهت دامنه با استقرار ۱۵۳ پلات یک مترمربعی انجام شد. نمونه برداری به روش تصادفی-سیستماتیک صورت گرفت. در منطقه نمونه برداری، فراوانی گونه های پهن برگ علفی، تغییرات طبقات ارتفاعی و جهت دامنه ثبت شد. نمونه های خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی متری در هر پلات برداشت شدند. در هر نمونه، pH، نیتروژن، هدایت الکتریکی، کربن آلی، درصد شن، سیلت، رس، اندازه گیری شد. در این مطالعه، تابع HOF برای توصیف آشیان اکولوژیک گونه های پهن برگ علفی محور اول رسته بندی یا تغییرات فلورستیک گونه ها مورد استفاده قرار گرفت، برای روش رسته بندی (DCA)^۱ و متغیرهای محیطی استخراج شده با آزمون های استاندارد اسپیرمن همبستگی بین آن ها بررسی شد. داده ها به وسیله نرم افزار R ver.3.0.3 آنالیز شدند. با توجه به بررسی های به عمل آمده مؤثرترین متغیرها در فراوانی گونه های پهن برگ علفی منطقه مورد مطالعه ارتفاع از سطح دریا، بارش، درجه حرارت و جهت دامنه بودند. برای متغیر ارتفاع از ۲۶ گونه پهن برگ علفی مورد مطالعه به طور کلی، ۴ گونه متقارن (مدل IV، HOF)، ۹ گونه تک نمای چوله دار (مدل V)، ۵ گونه

*نویسنده مسئول: dianatig@modares.ac.ir

¹Detrended Canonical Correspondence Analysis

به صورت هم‌نوا (مدل II)، ۷ گونه منحنی هم‌نوا آستانه‌ای و یک گونه منحنی صاف (مدل I) داشتند. در میان گونه‌های پهن‌برگ علفی گونه‌های *Echinophora platyloba*, *Teucrium polium*, *Medicago rigidula*, *Colchicum kotschyi* و *Campanula stevenii* دارای باریک‌ترین دامنه اکولوژیک بودند. واژه‌های کلیدی: آشیان اکولوژیک، آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده DCA، تابع HOF، گونه‌های پهن‌برگ، متغیرهای محیطی

مقدمه

عوامل محیطی تعیین‌کننده خصوصیات رویشگاهی بوده و نقش مهمی در الگوی پراکنش گیاهان دارند، به‌طوری‌که پراکنش و استقرار گیاهان را کنترل می‌کنند. لذا با مطالعه شرایط محیطی و نیازهای یک گونه می‌توان در تعیین محل استقرار، پراکنش جغرافیایی، میزان انبوهی و فعالیت آن‌ها در محیط‌های مختلف قضاوت نمود (اردکانی، ۱۳۸۴). دلیل رشد بعضی گونه‌ها در محیط ویژه، به‌واسطه نیازهای مشابه آن‌ها از نظر عوامل محیطی مانند: نور، دما، زهکشی و مواد غذایی است (مصدیقی، ۱۳۸۰). از این‌رو تغییر در پارامترهای محیطی می‌تواند؛ در توزیع انرژی و تغذیه گیاه و توزیع پوشش گیاهی اثر گذارد (میر داودی و زاهدی، ۱۳۸۳). گونه‌های گیاهی در محدوده معینی از شرایط محیطی که مطلوب رشد آن‌ها است، به حداکثر وفور دست می‌یابند (Kaller, 2001). هرگونه گیاهی با شرایط رویشگاهی خاص سازگاری دارد و با تغییر در شرایط رویشگاهی، وفور و الگوی پراکنش گیاهان نیز دست‌خوش تغییر می‌گردد (Hoffmann, 1998). مدیریت و بهره‌برداری صحیح از مراتع مستلزم شناسایی خصوصیات گونه‌های اصلی تشکیل‌دهنده و تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش آن‌ها می‌باشد (آذرینوند و همکاران، ۱۳۸۲). پوشش گیاهی هر منطقه آینه تمام‌نمای خصوصیات رویشگاهی است (سهرابی، ۱۳۸۳). با توجه به مفهوم زنجیره غذایی، گونه‌ها در امتداد یک متغیر در محیط زیست به‌صورتی توزیع شده‌اند که به‌طور مداوم تغییر می‌کنند (Whittaker, 1956). هنگامی که دامنه اکولوژیک یک گونه شناخته شود، حضور گونه در یک رویشگاه ویژه با تعیین شرایط رویشگاهی (خاکی و اقلیمی) آن قابل پیش‌بینی است و برعکس می‌توان با حضور یک گونه در یک رویشگاه به‌طور غیرمستقیم به شرایط رویشگاهی آن پی برد (Wang, 2000). گونه‌های پهن‌برگ علفی با توجه به درجه خوش‌خوراکی و نقش آن‌ها در تأمین علوفه مورد نیاز دام‌های کشور در مراتع و همچنین به‌لحاظ دارویی و صنعتی بودن دارای اهمیت زیادی در مدیریت مراتع می‌باشند. تحقیقات در مراتع رینه استان مازندران نشان داد که در علفزار حاصلخیز با کاهش مواد غذایی ابتدا گراس‌ها جایگزین پهن‌برگان علفی شده و در مرحله بعدی بوته‌ها جایگزین گراس‌ها می‌شوند (امان‌الهی و همکاران، ۱۳۸۶). گونه‌ها

ممکن است به تغییرات ریز مقیاس در pH (Andrus et al., 1983؛ Bragazza, 1997) رطوبت خاک (Andrus et al., 1983) و یا مواد مغذی پاسخ مناسبی بدهند (Werner and Platt, 1976)، درحالی که عوامل آب و هوایی ممکن است، در مقیاس گسترده تر مهم باشد (Dahl, 2007). رایج ترین نظریه ها در بوم شناسی پوشش گیاهی آن است که گونه ها پاسخ های متقارن و تک نمایی به متغیرهای بوم شناسی دارند، البته ممکن است، این حالت در تمام رویشگاه های گیاهی عمومیت نداشته باشد، چون منحنی ها می توانند بر اساس تأثیر عوامل بوم شناسی به صورت زنگوله ای، دونمایی، چوله دار و غیره باشند (Minchin and Oksanen, 2002). محدود شدن رویشگاه ها و نزول جمعیت گونه ها به دلیل افزایش تخریب انسان در طبیعت، توجه بسیاری از محققان را به مدل سازی پراکنش گونه های گیاهی برانگیخته است. متغیرهای محیطی مانند شرایط اقلیمی، خاک و غیره نقش مهمی در تعیین آشیان اکولوژیکی و توزیع جغرافیایی گونه ها بر اساس نیازمندی آن ها ایفاء می نمایند (Giannini et al., 2011). دامنه های شمالی به دلیل شرایط مناسب، خصوصیات حاصلخیزی قوی تری دارند، به طوری که می توان گفت شرایط رویشگاهی عوامل مؤثر و تعیین کننده در پراکنش گونه های گیاهی می باشند (آذرنیوند و همکاران ۱۳۸۲) خصوصیات ماده آلی، نیتروژن، بافت، گچ خاک و ارتفاع از سطح دریا (جعفری و همکاران، ۱۳۸۵)، بافت خاک، هدایت الکتریکی، آهک خاک (خادم الحسینی و همکاران، ۱۳۸۶)، ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی و (Jafari et al., 2004)، هدایت الکتریکی، بافت املاج، پتاسیم، گچ و آهک (Abdolahi et al., 2006)، ارتفاع از سطح دریا، ساختار زمین شناسی، جهت جغرافیایی، میزان آب قابل دسترس، عمق خاک را مهم ترین عامل مؤثر در پراکنش گونه های گیاهی و مهم ترین خصوصیات خاکی مؤثر در تفکیک تیپ های رویشی در شرایط مطالعه خود تشخیص دادند. آنالیز ارتباط محیطی گونه در اکولوژی همواره موضوع ویژه ای بوده است. در میان بسیاری از تکنیک هایی که برای مدل منحنی پاسخ گونه ها می تواند مورد استفاده قرار گیرد، تابع HOF^۲ عملکرد بهتری نسبت به روش های دیگر مانند مدل های خطی تعمیم یافته GLM^۳، نشان داده است (Rydgren et al., 2003). آنالیز ارتباط محیطی گونه در اکولوژی همواره موضوع ویژه ای بوده است. استفاده از تابع HOF برای داده های تجربی با کیفیت بالا از اکوسیستم های مختلف، پیشرفت در علم نظری پوشش گیاهی را ممکن می سازد (Minchin and Oksanen, 2002)، (Lawesson, 2002) and Oksanen). چندین متغیر محیطی اغلب پیچیده و درهم آمیخته هستند و تا حدودی مطالعه پاسخ گونه ها به تک متغیرهای زیست محیطی غیرممکن است (Whittaker, 1967). به دلیل اهمیت

^۲ Huisman, Olff and Fresco

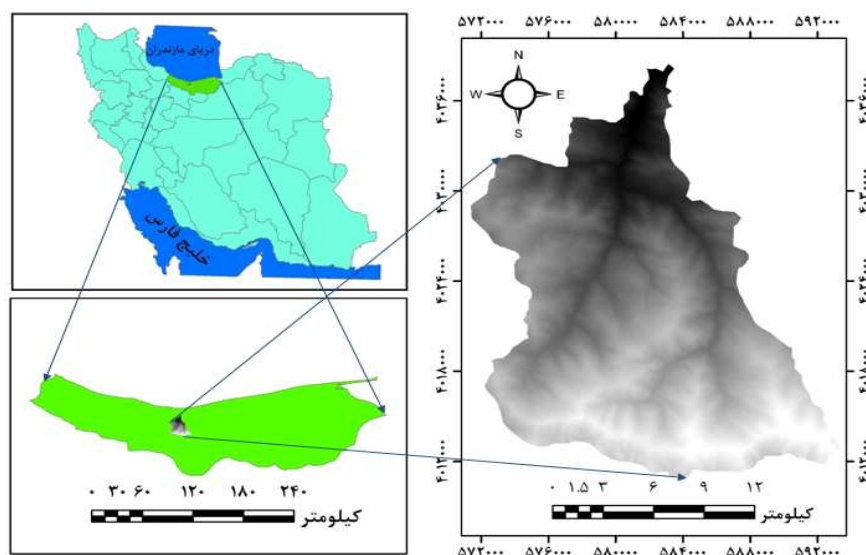
^۳ Generalized Liner Model

این موضوع هدف این مطالعه به دست آوردن مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه‌ها با بررسی عکس‌العمل گونه‌های پهن‌برگ علفی منطقه مورد مطالعه با توجه به خواص فراوانی و وفور این گونه‌ها در کشور به متغیرهای محیطی با استفاده از تابع HOF و روش DCA بوده است.

مواد و روش

منطقه مطالعه شده

منطقه مورد مطالعه در شمال ایران استان مازندران شهرستان نور و در حوزه آبخیز گلندرود در 36° تا $36^{\circ} 40'$ عرض شمالی و $51^{\circ} 19'$ تا $51^{\circ} 56'$ طول شرقی واقع شده است، انجام شد (شکل ۱). وسعت کل حوزه مورد مطالعه ۳۳۵۰۰ هکتار و معرف ناحیه ایران و توراتی است؛ و ارتفاع آن ۱۹۰۰ متر از اقلیم ناحیه خزری برخوردار می‌باشد. این منطقه به صورت کوهستانی بوده که حداقل ارتفاع آن ۱۹۰۰ و حداکثر ارتفاع آن ۳۲۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالانه آن ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد (قلیچ‌نیا، ۱۳۸۵). از آنجایی که حوزه آبخیز گلندرود فاقد ایستگاه هواشناسی است، بنابراین برای بررسی‌های آب و هوایی در این پژوهش از داده‌های آماری ایستگاه‌های هواشناسی چمستان، بلده، کرسنگ، کجور استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه گلندرود

روش تحقیق

در مطالعه حاضر با توجه به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و عملیات صحرایی و پیمایش زمینی بر مبنای عوارض طبیعی و عوامل توپوگرافی، تیپ‌های رویشی گونه‌های مورد مطالعه بر اساس مطالعات قلیچ نیا (۱۳۸۵) مشخص شد. سپس در تیپ‌های رویشی گونه‌های مورد مطالعه و همچنین در امتداد دامنه با در نظر گرفتن طبقات ارتفاعی، شیب و جهت دامنه، نمونه‌گیری از پوشش گیاهی به صورت تصادفی-سیستماتیک با استقرار سه ترانسکت در هر طبقه ارتفاعی که به فاصله صد متر به موازات از همدیگر قرار داشتند و استقرار ۳ پلات یک مترمربعی در امتداد هر ترانسکت که به فاصله ۲۵ متر از یکدیگر (بر اساس اختلاف ارتفاع) (با استفاده از GPS) قرار داشتند؛ انجام شد. سپس در داخل هر پلات حضور و عدم حضور و همچنین درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی تعیین گردید (مصادقی، ۱۳۸۰)، سپس در مرکز هر قطعه نمونه، از خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری با توجه به عمق ریشه دوانی گیاهان پهن برگ علفی و همچنین این که مواد آلی خاک در این عمق قرار گرفته و بیشتر فعالیت بیولوژیکی خاک در این قسمت است، نمونه‌گیری در این عمق انجام شد. تعداد ۱۵۳ نمونه خاک برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شده و در آزمایشگاه پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، آزمایش‌ها لازم جهت تعیین بافت خاک (هیدرومتری)، نیتروژن (کج‌دال)، کربن آلی (والکی بلاک)، EC (با هدایت سنج مدل Jenway ۳۳۱۰ بر حسب دسی زیمنس بر متر)، pH (دستگاه pH متر، مدل متروم ۷۳۳) صورت گرفت (Amiri et al., 2008).

لازم به ذکر است محل استقرار کلیه پلات‌ها (طول و عرض جغرافیایی) و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از سیستم مکان‌یاب جهانی (GPS) مشخص شد. شیب در محل هر پلات توسط دستگاه شیب‌سنج و جهت نیز به صورت آزمون توسط قطب‌نما تعیین گردید.

همچنین برای برازش منحنی پاسخ گونه‌های مورد مطالعه نسبت به متغیر جهت، روش‌های مختلفی برای تبدیل آزمون به یک متغیر کمی ابداع شده است که در این مطالعه از رابطه زیر برای تبدیل جهت استفاده شده است (Moisen and Frescin, 2002):

$$\text{TRASP} = [1 - \cos((\pi/180)(\theta - 30))]/2 \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن θ جهت پلات بر حسب درجه است. مقدار TRASP از ۰ تا ۱ متغیر است و عدد ۱ نشان‌دهنده گرم‌ترین جهت (جنوب و جنوب غربی) و عدد ۰ نشان‌دهنده سردترین جهت (شمال و شمال شرقی) است.

برای بررسی اقلیمی (میانگین دما و بارندگی سالیانه) به دلیل عدم وجود ایستگاه هواشناسی در منطقه مورد مطالعه از ایستگاه‌های هواشناسی چمستان، بلده، کرسنگ و کجور استفاده گردید. برای مطالعه فلور جمع‌آوری گیاهان در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۲ از بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه انجام شد. شناسایی نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از خشک شدن با بهره‌گیری از نظر کارشناسان سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور و با استفاده از منابع، فلور ایرانیکا، فلور ایران، رده‌بندی گیاهی، رستنی‌های ایران، فرهنگ نام‌های گیاهان ایران و سایر منابع به‌طور دقیق انجام شد. پس از ثبت داده‌های حضور و عدم حضور گونه‌های مورد مطالعه و اندازه‌گیری متغیرهای محیطی، داده‌ها به‌صورت بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار Excel ذخیره و سپس جهت بررسی آشیان اکولوژیکی گونه‌های پهن‌برگان علفی به‌وسیله (DCA correspondence analysis) detrended و پاسخ گونه‌های مورد مطالعه در طول DCA نسبت به هریک از متغیرهای محیطی از مدل‌های HOF (Huisman et al., 1993) از بسته eHOF در نرم‌افزار R ver 3.0.3 استفاده شد. از مقادیر AIC (Akaike, 1973) به‌منظور تعیین مدل بهینه در برازش منحنی پاسخ دو گونه استفاده گردید. یک مدل با AIC پایین‌تر مناسب‌ترین مدل در برازش منحنی عکس‌العمل گونه می‌باشد. در منحنی‌های عکس‌العمل تابع HOF، گونه در مقدار اپتیمم دارای بهترین کارکرد است، یعنی مقداری از گرادیان که در آن گونه دارای بیشترین احتمال وقوع یا فراوانی بر اساس مدل خاص می‌باشد. مدل‌های HOF شامل (Gegout and Krizova, 2003):

مدل (۱) روند معنی‌داری در زمان و مکان وجود ندارد.

$$y = M \left(\frac{1}{1 + e^a} \right) \quad \text{رابطه ۲}$$

مدل (۲) شامل روند افزایشی یا کاهشی که در آن مقدار حداکثر برابر با کران بالای M است.

$$y = M \left(\frac{1}{1 + e^{a + bx}} \right) \quad \text{رابطه ۳}$$

مدل (۳) شامل روند افزایشی یا کاهشی که در آن مقدار حداکثر زیر کران بالای M است.

$$y = M \left(\frac{1}{1 + e^{a + bx}} \right) \left(\frac{1}{1 + e^c} \right) \quad \text{رابطه ۴}$$

مدل (۴) افزایش یا کاهش با یک نرخ یکسان، منحنی پاسخ متقارن.

$$y = M \left(\frac{1}{1 + e^{a + bx}} \right) \left(\frac{1}{1 + e^{c - bx}} \right) \quad \text{رابطه ۵}$$

مدل ۵) افزایش و کاهش با نرخ‌های متفاوت، منحنی پاسخ چوله‌دار.

$$y = M \left(\frac{1}{1 + e^{a+bx}} \right) \left(\frac{1}{1 + e^{c+dx}} \right) \quad \text{رابطه ۶}$$

که در این مدل‌ها y و x به ترتیب متغیرهای پاسخ و تبیینی، a ، b ، c و d پارامترهای تخمین زده‌شده و M مقدار ثابت که برابر با مقدار حداکثر است (برای فراوانی نسبی $M=1$ ، برای درصد $M=100$) و e عدد نپر (۲/۷۱۳) می‌باشد.

نتایج

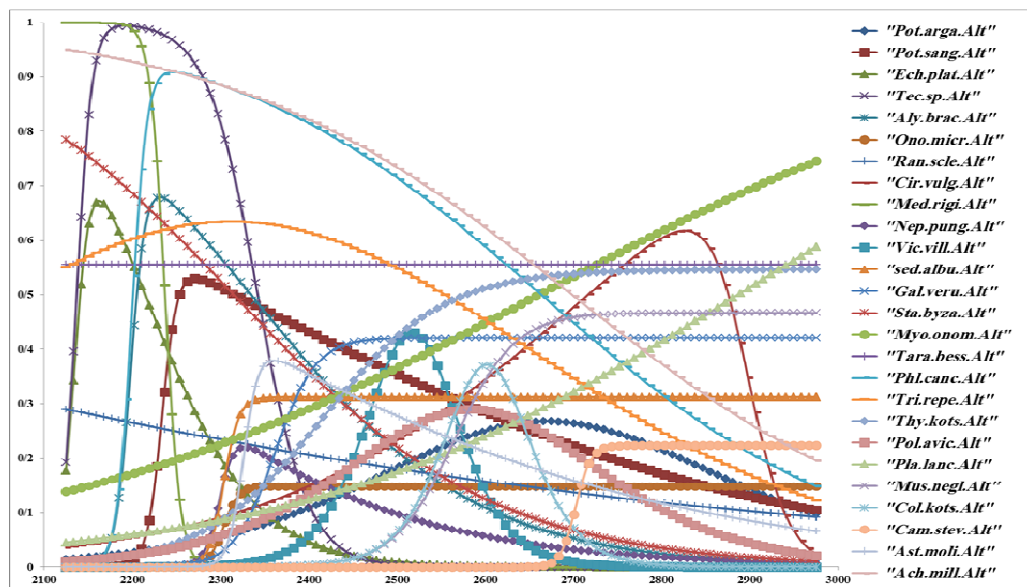
با توجه به نتایج همبستگی بین متغیرهای مورد مطالعه و محور اول و دوم DCA که در جدول ۱ آورده شده است، نشان داد که همبستگی بین متغیرها در محور اول DCA نسبت به محور دوم، مقادیر خیلی بیش‌تر و قابل توجه بوده است. بنابراین برای ساده‌سازی در این مقاله از محور اول DCA استفاده شد. در این محور همبستگی در تمام متغیرهای مورد بررسی به جز هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار بود و مؤثرترین متغیرها در این محور به ترتیب چهار متغیر ارتفاع از سطح دریا، بارش، درجه حرارت، جهت دامنه می‌باشند. از آنجایی که در دامنه شمالی البرز گرادیان دما با ارتفاع از سطح دریا مشخص‌تر و قابل استنادتر است و همچنین دما و ارتفاع و بارش هر سه در یک محور هستند، لذا از سه متغیر فقط دو متغیر ارتفاع و بارش در نظر گرفته می‌شود و دما به خاطر هم خطی زیاد با ارتفاع در نظر گرفته نمی‌شود. در محور دوم DCA همبستگی بین متغیرها در کل خیلی پایین بود. مهم‌ترین متغیر در این محور که دارای همبستگی معنی‌داری بودند؛ به ترتیب متغیر اسیدیته، جهت دامنه، شیب دامنه، بارش و درجه حرارت بودند.

جدول ۱- نمایانگر همبستگی هر متغیر با محور اول و دوم DCA

متغیر	همبستگی با محور DCA1	همبستگی با محور DCA2
اسیدیته (pH)	۰/۴۱***	-۰/۲۷***
جهت دامنه	۰/۷۴***	-۰/۲۳**
شیب دامنه	-۰/۱۹*	-۰/۲۱**
بارش	۰/۸۲***	-۰/۱۸*
درجه حرارت	۰/۷۸***	-۰/۱۸*
ارتفاع	-۰/۸۴***	۰/۱۷*
نیترژن خاک	-۰/۳۹***	۰/۱۳
هدایت الکتریکی خاک	-۰/۰۰۸	-۰/۰۵
کربن آلی خاک	-۰/۴***	-۰/۰۴
رس خاک	۰/۴۷***	-۰/۰۳
سیلت خاک	۰/۵۷***	۰/۰۱
شن خاک	-۰/۶۷***	۰/۰۰۴

* همبستگی معنادار با $p < 0/05$, ** همبستگی معنادار با $p < 0/01$, *** همبستگی $p < 0/001$

در ذیل چهار محور از متغیرهای اصلی به دست آمده از جدول ۱ با استفاده از برازش تابع HOF آورده شده است.

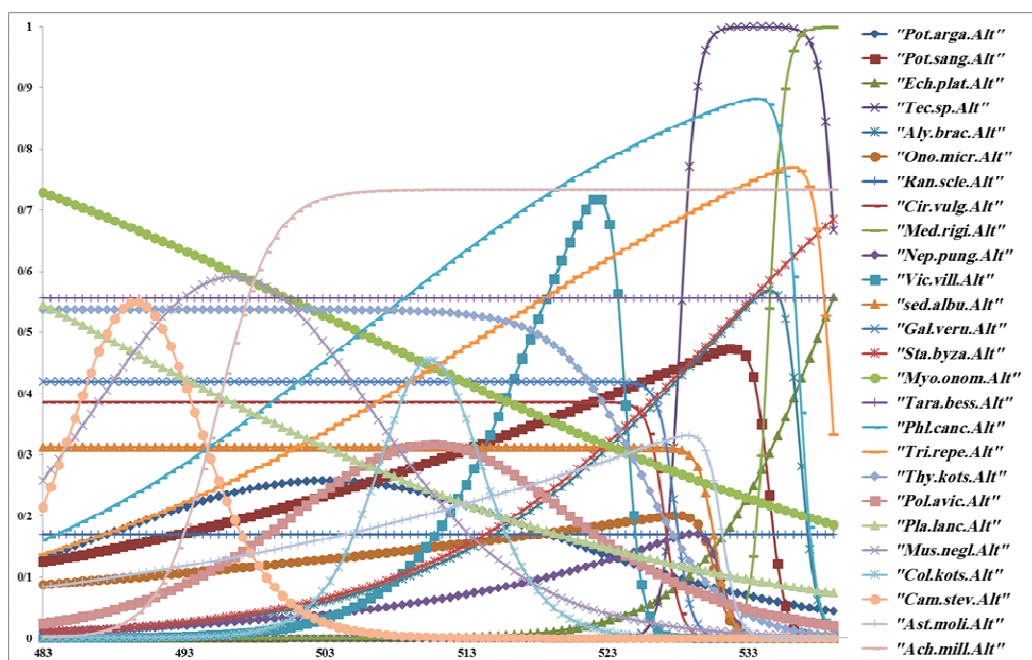


شکل ۲- منحنی پاسخ هرگونه به متغیر ارتفاع

Pot. arga = *Potentilla argae*, *Pot. sang*= *Poterium Sanguisorba*, *Ech. plat* = *Echinophora platyloba*, *Tec. poli*= *Teucrium polium*, *Aly. brac*= *Alyssum bracteatum*, *Ono. micr*= *Onosma microcarpa*, *Ran.scle*= *Ranunculus scleratus*, *Cir. vulg*= *Cirsium vulgar*, *Med rigi*= *Medicago rigidula*, *Nep. Pung*= *Nepeta pungens*, *Vic. vill*= *Vicia villosa*, *Sed. albu*= *Sedum album*, *Gal. veru*= *Galium verum*, *Sta.byza*= *Stachys byzanthina*, *Myo. onom*= *Myosotis onomala*, *Tara. bess*= *Taraxacum bessarabicum*, *Phl.canc*= *Phlomis cancellata*, *Tri. repe*= *Trifolium repens*, *Thy. kots*= *Thymus kotschyanus*, *Pol. avic*= *Polygonum aviculare*, *Pla.lanc*= *Plantago lanceolata*, *Mus. negl*= *Muscari neglectum*, *Col.kots*= *Colchicum kotschyi*, *Cam.stev*= *Campanula stevenii*, *Ast. moli*= *Astragalus mollis*, *Ach. mill*= *Achilla millefolium*

با توجه به شکل ۲، منحنی عکس‌العمل گونه‌های مورد مطالعه به متغیر ارتفاع این چنین است که ۳۵ درصد از گونه‌ها از مدل ۵ تبعیت می‌کنند، ۲۷ درصد از گونه‌ها از مدل ۳، ۱۹ درصد از مدل ۲، ۱۵ درصد از آن‌ها از مدل ۴ پیروی می‌کنند و تنها ۴ درصد (۱ گونه) از مدل ۱ تبعیت می‌کند و دارای منحنی صاف می‌باشد.

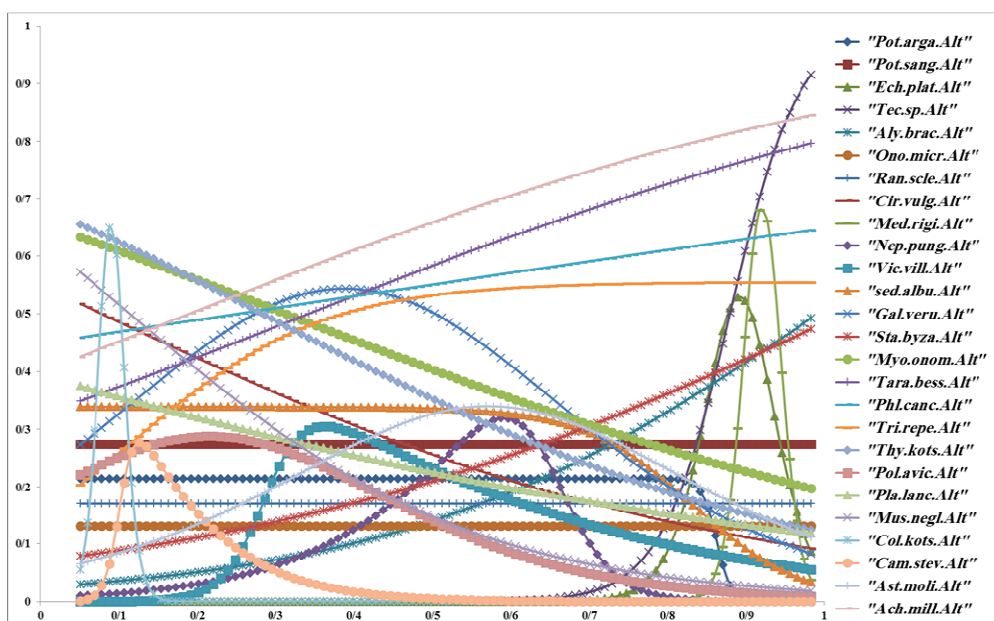
بنابراین گونه‌ها در رابطه با متغیر ارتفاع از سطح دریا بیش‌تر از مدل ۵ (تک نمای چوله دار) و بعد مدل ۳ (هم‌نوی آستانه‌ای افزایشی یا کاهش‌ی) تبعیت می‌کنند.



شکل ۳- منحنی پاسخ هر گونه به متغیر بارش

همان‌طور که شکل ۳ نشان داده شد، منحنی عکس‌العمل گونه‌ها به متغیر مقدار بارش سالانه به صورت ذیل بود:

که ۳۱ درصد از گونه‌ها از مدل ۵، ۲۳ درصد از گونه‌ها از مدل ۴ پیروی کرده و الگویی متقارن دارند و ۱۹ درصد از مدل ۳، ۱۹ درصد از آن‌ها از مدل ۲ و تنها ۸ درصد از مدل ۱ تبعیت می‌کند و دارای منحنی صاف می‌باشد؛ بنابراین گونه‌ها در رابطه با متغیر بارش بیش‌تر از مدل ۵ (تک نمای چوله‌دار) و بعد مدل ۴ (تک نمای متقارن) تبعیت می‌کنند.



شکل ۴- منحنی پاسخ هر گونه به متغیر جهت دامنه

همان‌طور که شکل ۴ رفتار گونه‌های موردبررسی را به متغیر جهت دامنه نشان داده شد، ۴۳ درصد از گونه‌ها از مدل ۲ تبعیت می‌کنند، ۲۳ درصد از گونه‌ها از مدل ۴ پیروی کرده و الگویی متقارن دارند و ۱۲ درصد از مدل ۳، ۱۲ درصد از آن‌ها از مدل ۵ همچنین ۱۲ درصد از مدل ۱ تبعیت می‌کند و دارای منحنی صاف می‌باشد؛ بنابراین گونه‌ها در ارتباط با متغیر جهت دامنه، بیش‌تر از مدل ۲ (هم‌نوا) و بعد از مدل ۴ (تک نمای متقارن) پیروی می‌کنند.

در جداول ۲ تا ۴ مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک برای گونه‌های مورد مطالعه و همچنین بهترین مدل برازش داده‌شده برای هریک از متغیرهای جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و بارش که از مقادیر معیار اطلاعات آکائیک وزنی (AICwi) به‌دست آمده‌اند آورده شده‌اند.

جدول ۲- مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه‌های مورد مطالعه برای جهت دامنه

گونه‌ها	حداقل	بهینه اکولوژیک	حداکثر	مدل
<i>Potentilla argae</i>	۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۸۴	۰/۸۷	۳
<i>Poterium sanguisorba</i>	۰/۰۵	—	۰/۹۸	۱
<i>Echinophora platyloba</i>	۰/۷۹	۰/۸۹	۰/۹۸	۴
<i>Teucrium polium</i>	۰/۷۹	۰/۹۸	۰/۹۸	۲
<i>Alyssum bracteatum</i>	۰/۲۷	۰/۹۸	۰/۹۸	۲
<i>Onosma microcarpa</i>	۰/۰۵	—	۰/۹۸	۱
<i>Ranunculus scleratus</i>	۰/۰۵	—	۰/۹۸	۱
<i>Cirsium vulgare</i>	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹۸	۲
<i>Medicago rigidula</i>	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۹۷	۴
<i>Nepeta pungens</i>	۰/۲۴	۰/۵۹	۰/۷۳	۵
<i>Vicia villosa</i>	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۹۸	۵
<i>Sedum album</i>	۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۶۷	۰/۹۵	۳
<i>Galium verum</i>	۰/۲	۰/۳۸	۰/۹۸	۴
<i>Stachys byzanthina</i>	۰/۰۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۲
<i>Myosotis onomala</i>	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹۸	۲
<i>Taraxacum bessarabicum</i>	۰/۰۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۲
<i>Phlomis cancellata</i>	۰/۰۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۲
<i>Trifolium repens</i>	۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۳۸	۰/۹۸	۳
<i>Thymus kotschyanus</i>	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹۸	۲
<i>Polygonum aviculare</i>	۰/۳	۰/۲۱	۰/۷۳	۴
<i>Plantago lanceolata</i>	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹۸	۲
<i>Muscari neglectum</i>	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶۵	۲
<i>Colchicum kotschyi</i>	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۴
<i>Campanula stevenii</i>	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۳۳	۵
<i>Astragalus mollis</i>	۰/۰۵	۰/۵۷	۱/۰۹	۴
<i>Achilla millefolium</i>	۰/۰۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۲

جدول ۳- مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه‌های مورد مطالعه برای متغیر ارتفاع از سطح دریا (متر)

گونه‌ها	حداقل	بهینه اکولوژیک	حداکثر	مدل
<i>Potentilla argae</i>	۲۲۳۸/۱۵	۲۶۶۹/۷۱	۲۹۷۵	۵
<i>Poterium sanguisorba</i>	۲۲۱۷/۶۳	۲۲۷۱/۱۸	۲۹۷۵	۵
<i>Echinophora platyloba</i>	۲۱۱۸/۰۳	۲۱۶۲/۵۲	۲۳۵۶/۱	۵
<i>Teucrium polium</i>	۲۱۲۱/۳۴	۲۱۹۲/۳۲	۲۳۹۵/۰۷	۵
<i>Alyssum bracteatum</i>	۲۱۸۱/۸۴	۲۲۳۱/۶۴	۲۶۲۴/۱۶	۵
<i>Onosma microcarpa</i>	۲۲۸۷/۶۶	۲۳۲۲/۱-۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳
<i>Ranunculus scleratus</i>	۲۱۲۵	۲۱۲۵	۲۹۷۵	۲
<i>Cirsium vulgar</i>	۲۲۸۲/۹۹	۲۸۲۵/۷۲	۲۹۴۳/۷۵	۵
<i>Medicago rigidula</i>	۲۱۲۵	۲۱۲۵-۲۲۱۸/۵۱	۲۲۵۲/۹۵	۳
<i>Nepeta pungens</i>	۲۲۸۱/۷۵	۲۳۲۷/۱۸	۲۷۱۴/۰۳	۵
<i>Vicia villosa</i>	۲۴۰۰/۴۵	۲۵۱۷/۱۷	۲۶۳۳/۸۹	۴
<i>Sedum album</i>	۲۲۸۸/۲۴	۲۳۲۲/۶۸-۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳
<i>Galium verum</i>	۲۳۱۹/۲۸	۲۴۱۲/۲-۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳
<i>Stachys byzanthina</i>	۲۱۲۵	۲۱۲۵	۲۹۷۵	۲
<i>Myosotis onomala</i>	۲۱۲۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲
<i>Taraxacum bessarabicum</i>	۲۱۲۵	-	۲۹۷۵	۱
<i>Phlomis cancellata</i>	۲۱۸۳/۶۴	۲۲۴۶/۲۲	۲۹۷۵	۵
<i>Trifolium repens</i>	۱۶۴۹/۲۶	۲۳۱۲/۱۳	۲۶۶۴/۵۱	۴
<i>Thymus kotschyanus</i>	۲۲۸۸/۸۹	۲۵۶۵/۶۷-۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳
<i>Polygonum aviculare</i>	۲۲۵۸/۵۸	۲۵۸۵/۰۳	۲۹۱۱/۴۷	۴
<i>Plantago lanceolata</i>	۲۲۷۶/۲۱	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲
<i>Muscari neglectum</i>	۲۵۰۱/۸۲	۲۶۴۰/۱۷-۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳
<i>Colchicum kotschy</i>	۲۴۹۱/۰۲	۲۶۰۲/۱۱	۲۷۱۳/۱۹	۴
<i>Campanula stevenii</i>	۲۶۸۶/۸۶	۲۷۲۱/۳-۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳
<i>Astragalus mollis</i>	۲۳۰۹/۷	۲۳۶۰/۴۴	۲۹۷۵	۵
<i>Achilla millefolium</i>	۲۱۲۵	۲۱۲۵	۲۹۷۵	۲

جدول ۴- مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه‌های مورد مطالعه برای متغیر مقدار بارش (میلی متر)

گونه‌ها	حداقل	بهینه اکولوژیک	حداکثر	مدل
<i>Potentilla argae</i>	۴۶۷/۳۷	۵۰۳/۱۸	۵۳۸/۹۹	۴
<i>Poterium sanguisorba</i>	۴۶۴/۰۶	۵۳۱/۸۷	۵۳۵/۴۸	۵
<i>Echinophora platyloba</i>	۵۲۷/۳۹	۵۳۸/۹۹	۵۳۸/۹۹	۲
<i>Teucrium polium</i>	۵۲۷/۰۸	۰/۹۹	۵۴۰/۴۳	۴
<i>Alyssum bracteatum</i>	۵۰۵/۸۵	۵۳۴/۵	۵۳۷/۷۳	۵
<i>Onosma microcarpa</i>	۴۲۵/۳۹	۵۲۸	۵۳۱/۶۸	۵
<i>Ranunculus scleratus</i>	۴۸۳	-	۵۳۹	۱
<i>Cirsium vulgar</i>	۴۸۳	۴۸۳-۵۲۵/۸	۵۲۸/۰۷	۳
<i>Medicago rigidula</i>	۵۳۳/۳۴	۵۳۸/۹۹	۵۳۸/۹۹	۲
<i>Nepeta pungens</i>	۴۹۴/۵۴	۵۲۹/۰۸	۵۳۲/۲	۵
<i>Vicia villosa</i>	۵۰۸/۰۸	۵۲۲/۳۱	۵۲۵/۳۵	۵
<i>Sedum album</i>	۴۸۳	۵۲۹/۳۷-۵۳۱/۶۳	۵۳۱/۶۳	۳
<i>Galium verum</i>	۴۸۳	۴۸۳-۵۲۶/۵۵	۵۲۸/۸۱	۳
<i>Stachys byzanthina</i>	۵۰۷/۱	۵۳۸/۹۹	۵۳۸/۹۹	۲
<i>Myosotis onomala</i>	۴۸۳	۴۸۳	۵۳۸/۹۹	۲
<i>Taraxacum bessarabicum</i>	۴۸۳	-	۵۳۹	۱
<i>Phlomis cancellata</i>	۴۷۸/۳۵	۵۳۳/۵۱	۵۳۶/۳۱	۵
<i>Trifolium repens</i>	۴۷۷/۶۴	۵۳۶/۰۵	۵۳۸/۶۱	۵
<i>Thymus kotschyanus</i>	۴۸۳	۴۸۳-۵۱۸/۹۴	۵۳۰/۷۹	۳
<i>Polygonum aviculare</i>	۴۸۷/۴۲	۵۱۰/۵	۵۳۳/۵	۴
<i>Plantago lanceolata</i>	۴۸۳	۴۸۳	۵۳۸/۹۴	۲
<i>Muscari neglectum</i>	۴۷۴/۳۷	۴۹۶/۴۲	۵۱۸/۴۷	۴
<i>Colchicum kotschyi</i>	۵۰۲/۲۴	۵۱۰/۴۴	۵۱۸/۵۴	۴
<i>Campanula stevenii</i>	۴۷۹/۴۱	۴۸۹/۵۸	۴۹۹/۷۵	۴
<i>Astragalus mollis</i>	۴۶۵/۲	۵۲۸/۶۹	۵۳۲/۱۸	۵
<i>Achilla millefolium</i>	۴۹۱/۶۸	۴۸۳-۴۹۹/۵۷	۵۳۹	۳

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده مؤثرترین متغیرها در فراوانی گونه‌های پهن‌برگ علفی منطقه مورد مطالعه به ترتیب چهار متغیر ارتفاع از سطح دریا، بارش، درجه حرارت، جهت دامنه بودند که با یافته‌های اغلب تحقیقات (طاطیان، ۱۳۹۲؛ محتشم‌نیا و همکاران، ۱۳۸۶؛ معتمدی و همکاران، ۱۳۹۲) که در درمنه‌زارها ارتفاع، شیب، جهت و میزان بارش را مؤثرترین فاکتور معرفی نمودند، همخوانی دارد. با توجه به این چهار متغیر مؤثر می‌توان دریافت که متغیرهای توپوگرافی نسبت به بقیه متغیرهای مورد بررسی در پراکنش گونه‌های پهن‌برگ علفی مؤثرتر بوده‌اند؛ همانطوریکه مطالعات دیگر نیز نشان دادند (Enright et al., 2005). در این پژوهش مهم‌ترین متغیر ارتفاع از سطح دریا شناخته شد که از مهم‌ترین عواملی است که با تأثیر بر میزان و نوع بارندگی، دما تبخیر، ترقق، شدت تشعشعات خورشیدی، تشکیل و تکامل خاک بر نوع پراکنش و تراکم پوشش گیاهی تأثیر بسزایی دارد (Barnes, 1998). ارتفاع از سطح دریا هنگامی که با محدودیت‌های اقلیمی همراه می‌شود را می‌توان به‌عنوان یک عامل محدودکننده در استقرار و رشد گیاهان معرفی کرد (آذرنیوند، ۱۳۷۱). عامل اساسی تغییرات پوشش گیاهی را در مناطق کوهستانی، ارتفاع از سطح دریا معرفی می‌کنند. همچنین این نتایج با پژوهش‌های مختلف در این زمینه (Baruch, 2005؛ پیری صحراگرد و همکاران، ۱۳۹۰؛ Villers, Ruiz et al., 2003)، مشابه است. با توجه به این که منطقه مورد مطالعه، یک منطقه کوهستانی است و با توجه به نتایج به‌دست آمده، عوامل توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی) نقش مهمی نسبت به سایر عوامل دارند و می‌توان گفت عوامل دیگر را به نحوی تحت تأثیر قرار می‌دهند که این یافته‌ها با نتایج مطالعه (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ خادم‌الحسینی و همکاران، ۱۳۸۶؛ تقی پور و همکاران، ۱۳۸۷) مطابقت دارد. از ۲۶ گونه پهن‌برگان علفی مورد مطالعه تعداد ۹ گونه دارای منحنی پاسخ چوله‌دار بودند و از مدل ۵ تبعیت کردند و دارای مقدار بهینه ۲۸۲۵ تا ۲۱۶۲ بودند. تعداد ۴ گونه دارای منحنی پاسخ تک‌نمایی و متقارن (مدل ۴) با مقدار بهینه ۲۳۱۲-۲۶۰۲ متر، تعداد ۵ گونه از مدل ۲ با مقدار بهینه ۲۱۲۵-۲۹۷۵ متر و تعداد ۷ گونه از مدل ۳ با مقدار بهینه ۲۱۲۵ تا ۲۹۷۵ متر بودند. بنابراین بیش‌ترین پاسخ گونه‌های مورد مطالعه به این متغیر از مدل ۵ (تک‌نمای چوله‌دار) و بعد مدل ۳ (هم‌نمای آستانه‌ای) پیروی می‌کند. از فاکتور مهم دیگر در رابطه با پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در منطقه گلندرود فاکتورهای اقلیمی (بارش و درجه حرارت) بود. معتمدی و همکاران، (۱۳۹۲) عامل اقلیمی بارندگی را یکی از عوامل مؤثر در استقرار و پراکنش پوشش گیاهی در منطقه خوی معرفی کرده و آن را متأثر از عامل ارتفاع از سطح دریا دانست. با توجه به تغییرات اقلیمی در جهان، اهمیت شکل‌پذیری ریختی در گیاهان بیش از بیش آشکار شده است. تغییرات زیاد در شرایط

اقلیمی می‌تواند؛ باعث نابودی و یا تغییر در نوع پوشش گیاهی (در سطح کلان) شده و موجب تغییر در عکس‌العمل بین پوشش گیاهی و اتمسفر شود (Parmesan and Yohe, 2003) دما و بارندگی با ارتفاع تغییر می‌کند و به‌خوبی فرایندهای خاک‌زایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Tsui et al., 2004) گونه‌های پهن‌برگ علفی در منطقه مورد مطالعه در رابطه با متغیر بارش بیش‌تر از مدل ۵ (تک نمای چوله‌دار) و بعد مدل ۴ (تک نمای متقارن) پیروی می‌کنند. در رابطه با متغیر درجه حرارت گونه‌های بیش‌تری از مدل ۲ (هم‌نوا)، بعد مدل ۴ (تک نمای متقارن) تبعیت می‌کنند. متغیر مهم دیگر جهت دامنه بود که جهت دامنه در اکثر مطالعات به‌عنوان یک عامل مهم در ایجاد تنوع در اکوسیستم مطرح‌شده است (Bale et al., 1998). جهت با تأثیر روی رطوبت، حاصلخیزی عمق خاک تأثیر زیادی در ترکیب و تنوع لایه علفی دارد (McCarthy and Small, 2005). نتایج عکس‌العمل گونه‌های پهن‌برگ علفی حوزه آبخیز گلندرود نشان داد که بیش‌تر گونه‌ها از مدل ۲ (هم‌نوا) و بعد از مدل ۴ (تک نمای متقارن) پیروی می‌کنند؛ نتایج به‌دست‌آمده از نمرات DCA1 همبستگی معنادار و مستقیم با پراکنش گونه‌های پهن‌برگ علفی داشت که به این معناست که اکثر گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه در جهت‌های جنوبی و غربی پراکنش بیش‌تری دارند. جهت از جمله عواملی است که بر مقدار نور دریافتی اکوسیستم مؤثر است (معمدنی و همکاران، ۱۳۹۲). جهت جغرافیایی با تأثیری که بر میزان آب در دسترس گیاه، دمای خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه دارد، در پراکنش گیاهی نقش مؤثری ایفا می‌کند. به‌عنوان مثال، دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی دارای رطوبت کم‌تری بوده و این امر باعث می‌شود که گونه‌های استقرار یافته در دو دامنه از لحاظ بوم‌شناختی باهم متفاوت باشند مقدم (۱۳۸۴). همچنین پینک و همکاران (Pinke et al., 2010)، جهت جغرافیایی را مهم‌ترین عامل توپوگرافی در تفکیک رویشگاه‌ها و نیز اثرگذاری در توزیع گونه‌های گیاهی شناسایی کردند. همین‌طور تقی پور و رستگار (۱۳۸۹)، لایون (Layon et al., 2002) و نوهی (Noohi et al., 2000) نیز در مطالعات خود بر تأثیرگذاری عوامل توپوگرافی تأکید کردند. متغیرهای خاکی و شیب دامنه مورد بررسی در مقایسه با دیگر متغیرها اهمیت کم‌تری دارند که از این میان می‌توان به متغیر هدایت الکتریکی، شیب دامنه، اسیدیته، درصد رس و نیتروژن خاک اشاره کرد که در پراکنش اکثر گونه‌های پهن‌برگ در منطقه مورد مطالعه بی‌تأثیر بودند. قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه خود از بررسی عوامل محیطی و مدیریتی بر گسترش تیپ‌های گیاهی به این نتیجه رسیدند که در میان عوامل خاکی تأثیرگذار بر پراکنش جوامع گیاهی در سارال کردستان، عوامل فیزیکی خاک تأثیر بیش‌تری دارند و خصوصیات شیمیایی خاک در پراکنش و استقرار جوامع گیاهی در منطقه مورد مطالعه آن‌ها تأثیری ندارند که این یافته‌ها با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. فهم شناخت و درک شاخص عوامل

محیطی در یک منطقه معین می‌تواند، گونه‌های سازگار با شرایط مشابه جهت احیاء اصلاح و توسعه مراتع را معرفی نماید (Jafari et al., 2004). باید خاطرنشان نمود که روابط گونه و محیط بر اساس اندازه‌گیری‌های نسبتاً ساده از متغیرهای محیطی است که فرض می‌شود، بقاء، رشد و عملکرد گونه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ اما حتی قوی‌ترین همبستگی‌ها هم نمی‌تواند قطعی فرض شود. بیان ریاضی روابط بین متغیرهای محیطی و عکس‌العمل گونه‌ها تنها کمکی برای تفسیر مشاهدات میدانی است (علوی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده مؤثرترین متغیرها در فراوانی گونه‌های پهن‌برگ علفی منطقه مورد مطالعه ارتفاع از سطح دریا، بارش، درجه حرارت و جهت دامنه بودند. شکل عکس‌العمل گونه‌های پهن‌برگ نسبت به این متغیرها متفاوت، ولی غالباً از مدل ۲ و مدل ۴ و ۳ تبعیت کردند که نشان‌دهنده فشار عوامل محیطی بر برخی گونه‌های پهن‌برگ مثل *Trifolium repens* می‌باشد.

نتایج به‌دست‌آمده از نمرات و منحنی DCA نشان‌دهنده اهمیت کم‌تر متغیرهای خاکی و شیب دامنه مورد بررسی در مقایسه با دیگر متغیرها است که از این میان می‌توان به متغیر هدایت الکتریکی، شیب دامنه، اسیدیته، درصد رس و نیتروژن خاک اشاره کرد که در پراکنش اکثر گونه‌های پهن‌برگ در منطقه مورد مطالعه بی‌تأثیر بودند. قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه خود از بررسی عوامل محیطی و مدیریتی بر گسترش تیپ‌های گیاهی به این نتیجه رسید که در میان عوامل خاکی تأثیرگذار بر پراکنش جوامع گیاهی در سارال کردستان، عوامل فیزیکی خاک تأثیر بیشتری دارند و خصوصیات شیمیایی خاک در پراکنش و استقرار جوامع گیاهی در منطقه مورد مطالعه آن‌ها تأثیری ندارند که این یافته‌ها با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در بین این متغیرها بیش‌ترین عکس‌العمل برای اکثر گونه‌های پهن‌برگ علفی به‌صورت هم‌نوا (مدل ۲) و کم‌ترین عکس‌العمل به‌صورت منحنی متقارن بود. به‌طورکلی پراکنش هرگونه گیاهی با توجه به خصوصیات منطقه رویش، نیازهای اکولوژیک، دامنه بردباری، تحت تأثیر توپوگرافی و اقلیمی عوامل خاکی قرار دارد. نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه بیانگر آن است که عوامل توپوگرافی و اقلیمی در پراکنش گونه‌های پهن‌برگ علفی اثرگذارتر بوده به‌طوری‌که پراکنش گونه‌ها را تحت سلطه خود داشته است. بنابراین شناسایی چگونگی این ارتباطات و تأثیرات در حفظ پوشش گیاهی به‌خصوص گونه‌های پهن‌برگ مرتعی و مدیریت عرصه‌های آبخیز، حفاظت از آب‌و‌خاک و احیای مراتع می‌تواند نقش مهمی ایفا کند، به‌طوری‌که به نظر می‌رسد نتایج این پژوهش می‌تواند، به‌عنوان راهنمای مناسبی برای کشت گونه‌های باارزش علوفه‌ای و دارویی (گونه‌های گیاهی که ارزش علوفه‌ای و دارویی آن‌ها از نظر محلی و جهانی مورد تأیید است) در منطقه مورد مطالعه، به‌ویژه برای بومیان منطقه باشد. همچنین با توجه به مطالعات انجام‌شده و مطالعه فوق می‌توان گفت که بررسی آشیان اکولوژیکی گونه‌ها با استفاده از تابع HOF و روش رسته‌بندی DCA

یک روش به روز و کارآمد می باشند. طوری که علاوه بر تعیین دامنه و اپتیمم اکولوژیکی گونه ها در یک مطالعه سین اکولوژی می توان به نوع مدیریت اعمال شده بر گیاهان را از طریق مطالعه شکل عکس العمل گونه ها نسبت به متغیرهای محیطی پی برد که در مدیریت و اصلاح مراتع تأثیر بسزایی دارند.

منابع

- آذرینوند، ح. ۱۳۷۱. بررسی پوشش گیاهی و خاک در رابطه با واحدهای ژئومورفولوژی در دامغان. مجموعه مقالات سمینار بررسی مناطق بیابانی و کویری ایران، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران جلد اول ۱۰۰ ص.
- آذرینوند، ح.، جعفری، م.، مقدم، م.، جلیلی، ع.، زارع چاهوکی، م.ع.، ۱۳۸۲. بررسی تأثیر خصوصیات خاک و تغییرات ارتفاع بر پراکنش دو گونه درمنه (*Artemisia*)، مجله منابع طبیعی ایران ۵۶ (۲): ۹۳-۱۰۰.
- اردکانی، م. ر. ۱۳۸۴. اکولوژی، چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۴۰ صفحه.
- امان الهی، ج.، دیانتی تیلکی، ق.، صالحی، ع.، سهرابی، ه. ۱۳۸۶. روند توالی در سه رویشگاه مرتعی و ارتباط آن با خصوصیات خاک (مطالعه موردی: پارک ملی لار)، مجله علمی پژوهشی مرتع، ۲ (۱): ۱۱-۲۱.
- پیری صحراگرد، ح.، آذرینوند، ح.، زارع چاهوکی، م.ع.، ارزانی، ح.، قمی، س. ۱۳۹۰. بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش جامعه گیاهی حوضه آبخیز طالقان میانی، نشریه منابع طبیعی ایران. ۱۲-۱: ۶۴(۱).
- تقی پور، ع.، مصداقی، م.، حشمتی، غ. ع.، رستگار، ش. ۱۳۸۷. اثر عوامل محیطی بر پراکنش گونه های مرتعی در منطقه هزارجریب بهشهر. (مطالعه موردی: مراتع سرخ گریوه). مجله کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵ (۴): ۱۹۵-۲۰۵.
- تقی پور، ع.، رستگار، ش. ۱۳۸۹. بررسی نقش فیزیوگرافی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: مراتع هزارجریب بهشهر-مازندران). مجله مرتع، ۴ (۲): ۱۶۸-۱۷۷.
- جعفری، م.، زارع چاهوکی، م.، طویلی، ع.، کهندل، ا. ۱۳۸۵. بررسی رابطه خصوصیات خاک با پراکنش گونه های گیاهی در مراتع استان قم، مجله پژوهش سازندگی، ۱۹ (۳): ۱۱۰-۱۱۶.

- خادم‌الحسینی، ز.، شکری، م.، حبیبیان، س.ح. ۱۳۸۶. بررسی نقش عوامل توپوگرافی و اقلیم در پراکنش پوشش گیاهی مراتع مشجر ارسنجان، مجله مرتع، ۱ (۳): ۲۲۲-۲۳۶.
- سهرابی، م. ۱۳۸۳. تحلیل واحدهای اکوسیستمی منطقه رویش مازودار (*Quercus infectoria*) در استان کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس. ص. ۶۴.
- طاطیان، م. ر. ۱۳۹۲. بررسی اثرات متقابل توپوگرافی و فشار چرا بر تغییرات فرم‌های رویشی، وضعیت و گرایش مرتع (مطالعه موردی: مراتع وزوار گلوگاه). حفاظت زیست‌بوم گیاهان. ۱ (۲): ۱۵-۳۰.
- علوی س. ج. زاهدی امیری ق.، رحمانی ر.، مروری مهاجرم. ر.، مویس، ب.، نوری ز.، ۱۳۹۲. بررسی واکنش گونه راش به برخی از متغیرهای محیطی با استفاده از تابع بتا و مقایسه آن با تابه گوسی. مجله جنگل ایران، ۵ (۲): ۱۶۱-۱۷۱.
- قلیچ‌نیا، ح. ۱۳۸۵. گزارش تحقیقات ارزیابی مراتع در اقلیم‌های مختلف، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۱۰ ص.
- قلی نژاد، ب.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م. ع.، آذرینوند، ح.، پربابایی، ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر عوامل محیطی و مدیریتی بر گسترش تیپ‌های گیاهی (مطالعه موردی: مراتع سازال استان کردستان). مجله مرتع و آبخیزداری، ۶۷ (۲): ۲۷۹-۲۸۸.
- محتشم‌نیا، س.، زاهدی، ق.، ارزانی، ح. ۱۳۸۶. رسته‌بندی پوشش گیاهی مراتع استپی در ارتباط با عوامل خاکی و پستی‌وبلندی، مجله علمی پژوهشی مرتع، ۱ (۲): ۱۴۲-۱۵۸.
- مصادقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، چاپ اول، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۲۸۷ ص.
- معتمدی، ج.، علیلو، ف.، شیدایی کرکچ، ا.، کیوان بهجو، ف.، قریشی، ر. ۱۳۹۲. بررسی ارتباط عوامل محیطی و شدت چرای دام با پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی خوی. مجله حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۱ (۳): ۷۳-۸۹.
- مقدم، م. ر. ۱۳۸۴. اکولوژی گیاهان خاک روی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. ص ۷۰۱.
- میر داودی، ح. ر.، زاهدی، ح. ۱۳۸۳. بررسی میزان مقاومت به شوری خاک در سه گونه گیاه شورپسند، مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۱ (۴): ۴۲۵-۴۴۷.
- Abdolahi, J., Yaghtani, N., Dashtakani, K. 2006. Effects of structural factors in the distribution of two species of sagebrush plain and mountain ecosystems in mountainous regions in Yazd, Research Institute of Forests and Rangelands, (73-72): 68-72.
- Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, In B. N. Petrov, F. Caski (Eds.), Proceedings of the Second

- International Symposium on Information Theory, Budapest: Akademiai Kiado, pp, 267-281.
- Amiri, F., Khajeddin, s.j., Mokhtari, K. 2008. Determination of Effective Environmental Factors on *Bromus tomentellus* Species Establishment Using Ordination Method, *Journal of science and technology of agriculture and natural resource*, 12(44):347-356.
- Andrus, R. E., Wagner, D. J., Titus, J. E. 1983. Vertical zonation of *Sphagnum* mosses along hummock-hollow gradients Canadian, *Journal of Botany*, 61 (12): 3128-3139.
- Bale, C. L., Williams, J. B., Charly, J. L. 1998. The impact of aspect on forest structure and floristic in some eastern Australian sites. *Forest Ecology and Management*. 110: 363-377.
- Barnes, B. V. 1998. *Forest ecology*, John Wiley and Sons, INC., 773 pp.
- Baruch, Z. 2005. Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Journal of Flora*, 200:49-64.
- Bragazza, L. 1997. *Sphagnum* niche diversification in two oligotrophic mires in the southern Alps of Italy, *Journal of Bryologist*, 507-515.
- Dahl, E. 2007. *The phytogeography of northern Europe (British Isles, Fennoscandia and adjacent areas)*, Cambridge university press, 312 p.
- Enright, N. J., Miller, B. P., Akhter, R. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan, *Journal of Arid Environments*, 61: 397- 418.
- Gegout, J. C., Krizova, E. 2003. Comparison of indicator values of forest understory plant species in Western Carpathians (Slovakia) and Vosges Mountains (France), *Forest Ecology and Management*, 182(1):1-11.
- Giannini, T. C., Lira-Saadeb, R., Ayalac, R., Saraivad, A. M., Alves-Santosa, I. 2011. Ecological niche similarities of *Peponapis* bees and non-domesticated cucurbita species, *Journal of Ecological Modelling, Ecomod*, 222 (12): 2011-2018.
- Hoffmann, J. 1998. Assessing the effects of environmental changes in a landscape by means of ecological characteristics of plant species, *Journal of Landscape and Urban Planning*, 41 (3): 239-248.
- Huisman, J., Olff, H., Fresco, L. F. M. 1993. A hierarchical set of models for species response analysis, *Journal of Vegetation Science*, 4 (1): 37-46.
- Jafari, M., Zare Chahouki, M. A., Tavili, A., Azarnivand, H., Amiri, G. Z. 2004. Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran), *Journal of Arid Environments*, 56 (4): 627-641.

- Jongman, R.H., Ter Braak, C.J., Van Tongeren, O.F. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology, Cambridge University Press, 299 p.
- Jansen, F., Oksanen, J. 2013. How to model species responses along ecological gradients—Huisman–Olf–Fresco models revisited, *Journal of Vegetation Science*, 24 (6): 1108-1117.
- Kaller, A. 2001. Vegetation-environment interactions in a boreonemoral forest in east central Sweden, Master thesis. Department of Environmental Assessment Swedish University of Agricultural Sciences, pp: 20.
- Lawesson, J. E., Oksanen, J. 2002. Niche characteristics of Danish woody species as derived from conenoclines. *Journal of Vegetation Science*, 13(2): 279-290.
- Layon, J., Sagers, C. 2002. Correspondence analysis of functional groups in a riparian landscape, *Journal of Plant Ecology*, 164:171-183.
- Moisen, G. G., Frescino, T. S. 2002. Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics, *Ecological Modelling*, 157(2): 209-225.
- Noohi. S.N., Mesdghi, M., Heshmati GH. 2000. Evaluate the effect of topography on canopy cover and production in the pastures of the world view of Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 4(28): 27-35.
- Minchin, P.R., Oksanen, J. 2002. Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients?, *Journal of Ecological Modelling*, 157 (2): 119-129.
- Parmesan, C., Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Journal of Nature*, 421:37-42.
- Pinke, G., Pal, R., Botta – Dukát, Z. 2010. Effect of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Journal of Biologie*, 5(2):283-292.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rydgren, K., Økland, R. H, Økland, T. 2003. Species response curves along environmental gradients. A case study from SE Norwegian swamp forests, *Journal of Vegetation Science*, 14 (6): 869–880.
- Small, CH. J., McCarthy, B. C. 2005. Relationship of understory diversity to soil nitrogen, topographic variation, and stand age in an eastern oak forest, USA, *Forest Ecology and Management*, 217(2), 229-243.
- Tsui, Ch-Ch., Zueng-Sang Ch. and Chang-Fu H. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan, *Geoderma* 123:131-142.
- Villers-Ruiz, L., Trejo-Vazquez I., Lipez-Blanco J. 2003. Dry vegetation in relation to the physical environment in the Baja California Peninsula, Mexico *Journal of Vegetation Science*, 14:517-524.

- Wang, Y., 2000. Use of understory vegetation in classifying soil moisture and nutrient regimes, *Journal of Forest Ecology and Management*, 129 (3): 93-100.
- Werner, P. A., Platt, W. J., 1976. Ecological relationships of co-occurring goldenrods (*Solidago*: *Compositae*), *Journal of American Naturalist*, 110: 959-971.
- Whittaker, R. H., 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains, *Journal of Ecological Monographs*, 26 (1): 1-80.
- Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev. Cambr. Phil. Soc.* 42: 207-264.