مقایسه دامنه اکولوژیک دو گونه *Bromus tomentellus* B. و *Festuca ovina* L. به برخی متغیرهای محیطی با استفاده از تابع HOF (مطالعه موردی: مراتع حوزه آبخیز گلندرود)

فاطمه حیدری[۱]، قاسمعلی دیانتی تیلکی[۱*] و سید جلیل علوی[۲]

[۱] نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه مرتع‌داری

[۲] نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۳

چکیده

مطالعه جاری در مراتع حوزه آبخیز گلندرود در استان مازندران انجام شد. هدف اصلی این مطالعه مقایسه دامنه اکولوژیک بین گونه‌های *Bromus tomentellus* و *Festuca ovina* با استفاده از تابع HOF در طول گرادیان‌های متغیرهای محیطی بود. برای این منظور ۱۵۳ پلات یک مترمربعی در طول گرادیان ارتفاعی مستقر شد. نمونه‌گیری بصورت تصادفی- سیستماتیک انجام شد. سپس در داخل هر پلات پارامترهای پوشش‌گیاهی، فراوانی گونه‌ها (حضور و عدم حضور)، ارتفاع و شیب ثبت شدند و در هر پلات، نمونه‌گیری از خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. برای مطالعه منحنی پاسخ و دامنه اکولوژیکی در ارتباط با متغیر-های محیطی از تابع HOF با پراکنش دوجمله‌ای استفاده گردید. داده‌ها بوسیله نرم‌افزار R ver.3.0.2 آنالیز شدند. دو گونه *Br. tomentellus* و *F. ovina* عمدتاً در طول گرادیان متغیرهای محیطی، دامنه اکولوژیک متفاوتی نشان دادند. نتایج نشان داد که دو گونه نسبت به متغیر ارتفاع از سطح دریا دامنه اکولوژیک یکسانی داشتند و برابر با ۲۹۷۵-۲۱۲۵ متر بود. مقدار بهینه اکولوژیکی نسبت به متغیر ارتفاع برای گونه *Br. tomentellus* و *F. ovina* به‌ترتیب برابر با ۲۴۱۷/۶۶ و ۲۵۸۵ متر ثبت شد. همچنین منحنی پاسخ هر دو گونه *Br. tomentellus* و *F. ovina* نسبت به ارتفاع به صورت آستانه‌ای افزایشی می‌باشد. بطور کلی نتایج نشان داد که دو گونه *Br. Tomentellus* و *F. ovina* گونه‌های بومی مناطق سرد و کوهستانی می‌باشند ولی مقاومت گونه *F.ovina* در برابر درجه حرارت کم بیشتر از گونه *Br. Tomentellus* **می‌باشد.**

واژه‌های کلیدی: *Bromus tomentellus*، *Festuca ovina*، تابع HOF، دامنه اکولوژیک، مقدار بهینه .

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۲۲۶۲۵۳۱۰۱ ، پست الکترونیکی: dianatig@modares.ac.ir

مقدمه

بیش از یک قرن است که اکولوژیست‌ها برای یافتن عوامل محیطی کنترل کننده پراکنش و تنوع گونه‌های گیاهی تلاش می‌کنند (۲۲). فاکتورهای محیطی به نحو مؤثری در تعیین رویشگاه گیاهان نقش ایفا می‌کنند (۶)، گیاهان منعکس کننده مجموعه‌ای از شرایط محیطی شامل آب و هوا، پستی و بلندی و متغیرهای خاکی هستند و با تحلیل سرشت اکولوژیکی هر یک از گونه‌ها می‌توان برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیک برنامه‌ریزی کرد. در دهه گذشته پیشرفت‌های قابل توجهی در استفاده از پراکنش مکانی‌گونه‌های گیاهی به منظور درک سازوکارهای بوم‌شناختی، حفظ تنوع زیستی و پیش‌بینی پویایی توده‌های گیاهی و عملکرد جوامع گیاهی انجام شده است (۲۹). در جوامع گیاهی بسیاری از عوامل فیزیکی و حیاتی بر روی گونه‌های گیاهی اثر گذاشته که تأثیر هر یک از این عوامل یک گرادیان را تشکیل می‌دهند. این گرادیان‌ها در تمام محیط وجود داشته و بر همه گونه‌های موجود در

اکوسیستم اثر می‌گذارند (۲۳). از زمان‌های بسیار قدیم، مطالعه توزیع جغرافیایی گونه‌ها مجذوب انسان شده است. مطالعات بسیاری در تکامل، پویایی و ساختار محدوده جغرافیایی متمرکز شده‌اند (۲۰). هدف از مدل آماری ارائه یک مبنای ریاضی برای تفسیر داده ها می باشد. دلایل استفاده از مدل‌های آماری در محیط زیست پیچیده و متنوع به عنوان مطالعه بوم‌شناسی است. دلایل استفاده از مدل‌های آماری در محیط زیست پیچیده و متنوع به عنوان مطالعه بوم‌شناسی است. سرزمین پهناور ایران با تنوع اقلیم و خصوصیات متفاوت خاک، رویشگاه بسیاری از گونه‌هاست که در صورت شناخت عوامل مؤثر بر رشد این گونه‌ها و سازگاری آنها، می‌توان از صرف هزینه اتلاف زمان در برنامه ریزی برای اصلاح مراتع جلوگیری کرد (۲۲). برآورد عکس‌العمل گونه‌ها به شرایط محیطی امروزه به یک بحث مهم و مدرن در اکولوژی تبدیل شده است. روابط محیط با گونه، با مفهوم آشیان اکولوژیک رابطه نزدیکی دارد. بنابراین اهمیت استخراج مدل‌های قابل اطمینان که توصیف می‌کنند چگونه یک گونه به محیط عکس‌العمل (پاسخ می‌دهد) نشان می‌دهد، آشکار است که برای این هدف از روش‌های رگرسیونی گوناگونی مفید و ثابت شده اند و در دهه‌های اخیر، چندین روش مرتبط غالبیت یافته اند که تابع HOF از جمله این روش‌ها می‌باشد که عکس-االعمل گونه‌ها را به گرادیان‌های محیطی نشان می‌دهد. عکس‌العمل گونه در زمان و مکان ناشی از عوامل مختلف می‌باشد، دلیل آن هرچه باشد، نیاز به مدل‌هایی می‌باشد تا روابط مشاهده شده را توصیف کند. عکس‌العمل یک گونه به متغیرهای محیطی را با استفاده از دامنه وسیعی از توابع مختلف می‌توان مدل‌سازی و پیش‌بینی کرد؛ از جمله این توابع می‌توان به تابع گوسی در چارچوب مدل HOF (Huisman–Olff–Fresco)، مدل خطی تعمیم‌یافته (Generalized Linear Model)، مدل جمعی تعمیم یافته (Generalized additive model) و تابع بتا اشاره کرد.

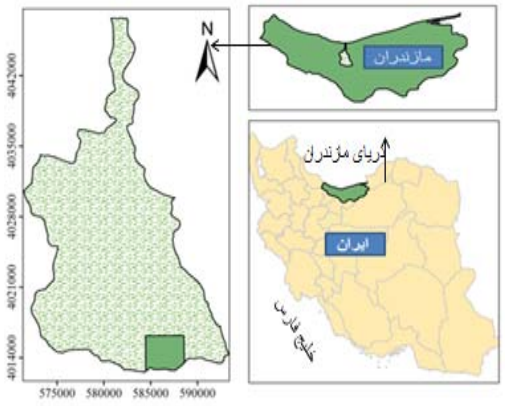
گونه *Br.tomentellus* ، گیاهی از قبیله Bromeae، از جنس Bromus، خانواده Poaceae و زیرخانواده Poideae است. چندساله و پایا با ساقه‌های ماشوره ای دارای درجه خوشخوراکی کلاس یک است. این گونه دارای پراکندگی بسیار زیاد در مناطق رویشی نیمه استپی و در مناطق کوهستانی البرز، زاگرس و رشته کوه‌های مرکزی در ناحیه رویشی ایران و تورانی نیز گستردگی وسیعی دارد. در تیپ اراضی کوه‌ها، تپه‌ها و تراس‌های فوقانی، دامنه ارتفاع زیاد و با فراوانی بیشتر در شیب‌های شمالی دیده می‌شود .اغلب در اقلیم نیمه خشک سرد رویش دارد و یکی از بهترین گندمیان کوهستانی برای اصلاح و توسعه مراتع ییلاقی بشمار می‌آید (۹). (۱۴)بیانگر آن می‌باشد که *Br . tomentellus* یک گیاه نیمه مقاوم و نیمه حساس در مقابل شوری است. گونه *F. ovina* (علف گوسفندی) که در مناطق مرتفع و کوهستانی رویش دارد قادر به ادامه حیات درسرمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گیاهی است چندساله، پشته‌ای متراکم با ساقه‌های خزنده زیرزمینی و از مهمترین گونه‌های گندمی رویشگاه های مرتعی محسوب می‌شود (۳۴ و ۳۵) و بومی اروپا، آسیا و شمال آمریکا می‌باشد (۳۸). از آنجایی که تاکنون مطالعه‌ای درزمینه تعیین بهینه و دامنه اکولوژیک این دو گونه و مقایسه دامنه اکولوژیک آنها با استفاده از تابع HOF انجام نشده است، در زیر به تعدادی از منابع که در آنها به ویژگی اکولوژیک این گونه-ها اشاره شده و سایر گونه‌هایی که منحنی عکس‌العمل آنها با استفاده از تابع HOF بررسی شده، پرداخته می‌شود (۱۱). مطالعه در مورد گونه*Bromus tomentellus* نشان داد که رویشگاه‌های آن در مناطق غربی استان مازندران در ارتفاعات ۳۳۰۰-۲۳۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است (۱۱). این گونه در ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر از سطح دریا به صورت پراکنده و در دامنه ارتفاعی۲۸۰۰-۲۴۰۰ متر از سطح دریا به صورت گسترده حضور دارد و به شکل گونه غالب اول یا دوم و یا سوم تشکیل تیپ می‌دهد. شیب رویشگاه‌های آن ۴۰-۳۰ درصد می‌باشد و از لحاظ جهت

شیب محدودیتی ندارد. به طوری که درتمام جهات شیب مشاهده می‌گردد و متوسط بارندگی سالانه در رویشگاه‌های آن ۵۰۰–۶۵۰ میلی‌متر است. نتایج آزمایش‌های خاک حاکی از آن است که این گونه مرتعی خاک‌های با بافت لومی و سیلتی لومی، اسیدیته ۷/۴–۷/۲ و هدایت الکتریکی. ۰/۷–۰/۴ds/m را می‌پسندد. گیاه *Bromus tomentellus* دارای ساقه‌های بسیار پرپشت و ریشه‌های قوی بوده و از گونه‌های به نسبت خوش‌خوراک و مرغوب مراتع ییلاقی و میان بند است و در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۳۴۰۰ متر از سطح دریا دیده می‌شود (۱۳). گونه *F. ovina* در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان در محدوده ارتفاعی ۱۳۵۰ تا ۳۵۰۰ متر از سطح دریا انتشار و بیشتر در شیب‌های ۱۰ تا ۱۵ درصد انتشار گسترده‌ای دارد و در شیب‌های بیش از ۴۰ درصد به‌صورت پراکنده قابل مشاهده است (۳۱). مطالعات نشان داد که این گونه بومی استان اردبیل و در محدوده ارتفاعی ۹۰۰ تا ۴۲۲۰ متر گسترش دارد (۲۴). تحقیقات نشان داد که گونه *F. ovina* در همه شیب‌ها حضور دارد، ولی بیشترین حضور در دامنه‌های جنوب شرقی و جنوبی بوده است (۳۲)، درحالی برخی از محققان بیان کردند که فراوانی این گونه در شیب‌های جنوبی کمتر بوده و این گونه در خاک‌های سبک شنی، قلوه‌سنگی و درشت بافت در ارتفاعات استان مازندران و پارک ملی گلستان، گسترش بیشتری داشته است (۸ و ۳). برخی از محققان پراکنش این گونه را بیشتر در محدوده ارتفاعی ۹۱۵ تا ۲۴۴۰ متر از سطح دریا و شیب‌های تند در سطح خاک‌های شنی لومی نشان دادند (۳۸). گونه *F. ovina* را در خاک‌های با زهکشی ضعیف و هوموس‌دار با pH، ۴/۵ تا ۵ گزارش کرده‌اند (۲۸)

محققان (۳۶)، منحنی‌های پاسخ گونه‌های*Quercus*را با استفاده از مدل HOF برای توصیف الگوی کلی توزیع درختان بلوط و نوع پاسخ در طول گرادیان‌های اقلیمی تجزیه و تحلیل کرده و فاکتورهای اقلیمی مؤثر بر هر یک از درختان بلوط را معرفی و نتایج این تحقیق نشان داد که مدل‌های پاسخ کشیده (طولی) در دوسوم مدل‌ها قابل مشاهده است. منحنی پاسخ گونه‌ها اغلب برای تفسیر توزیع گونه‌ها در امتداد شیب استفاده می شود (۲۱). الگوهای غنای چند گونه گیاهی را به گرادیان‌های زنده و غیر زنده محیطی در باتلاق‌های نمکی آلمان بررسی کردند. آنها برای بررسی روند کلی غنای گونه‌های درختی در ارتباط با گرادیان‌های متغیرهای پیوسته از مدل HOF استفاده کردند و برای تعیین بهترین مدل برازش شده از معیار اطلاعات آکائیک استفاده کردند و نشان دادند که اکثر پاسخ‌های به دست آمده از نوع مدل تک نمایی نامتقارن(مدل۵) بودند و اکثر گونه‌های گیاهی در این منطقه به متغیرهای زنده و غیر زنده پاسخ چوله‌دار نشان دادند.

برخی از محققان (۳۷) در مطالعه‌ای که بر روی درک تغییرات پراکنش سه گونه گیاهی با استفاده از منحنی‌های توزیع نامتقارن در جنگل‌های اسپانیا داشتند، به این نتیجه رسیدند از آن‌جایی که نیمی از توزیع‌های برازش داده شده چوله دار بودند، از سه مدل رگرسیون لجستیک و مدل‌های ۴ و ۵ از مدل‌های HOF برای برازش توزیع احتمال وقوع گونه‌ها استفاده کردند و ۲۰ توزیع احتمالی از حضور گونه‌ها را در طول گرادیان ارتفاعی برازش دادند. بررسی شکل عکس‌العمل گونه‌های گیاهی نسبت به گرادیان‌های محیطی و اینکه کدام‌یک از روش‌ها و مدل‌ها در یک آشیان بوم‌شناختی دامنه و بهینه اکولوژیک گونه گیاهی را نسبت به گرادیان‌های محیطی بتواند بهتر نشان دهد یکی از مسائل و موضوعات اساسی در علم اکولوژی مرتع می‌باشد. در این مطالعه نیز از داده‌های فراوانی گونه‌ها برای ارزیابی دامنه اکولوژیک دو گونه استفاده شده است. با توجه به اینکه مطالعه روابط گونه و محیط در اکولوژی مرتع از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، این تحقیق با هدف مقایسه مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک دو گونه فوق با استفاده از تابعHOF در مراتع حوزه آبخیز گلندرود انجام شده است.

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در شمال ایران، استان مازندران، شهرستان نور و در حوزه آبخیز گلندرود در ۲۵ ′ ۳۶ °تا ۵۰ ′ ۳۶ °عرض شمالی و ۸۰ ′ ۵۱ °تا ۰۳ ′ ۵۲ °طول شرقی واقع شده است. مساحت کل حوزه آبخیز گلندرود حدود ۳۳۵۰۰ هکتار و به عنوان عرصه مطالعاتی مرتعی و معرف ناحیه ایران تورانی می‌باشد. این مطالعه در ارتفاعات منطقه یعنی در مراتع ییلاقی انجام شده است. این منطقه به صورت کوهستانی بوده که حداقل ارتفاع آن ۱۹۰۰ و حداکثر ارتفاع آن ۳۲۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالیانه آن ۶۰۰ میلی متر می‌باشد. از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران، حوزه آبخیز گلندرود جزء البرز مرکزی محسوب می‌شود. بافت خاک در منطقه مرتعی مورد مطالعه، به صورت لومی تا لومی–شنی می‌باشد (۱۲).



شکل ۱– موقعیت منطقه مطالعاتی در استان مازندران

روش مورد مطالعه: در این مطالعه با توجه به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ و عملیات صحرایی و پیمایش زمینی بر مبنای عوارض طبیعی و عوامل توپوگرافی، رویشگاه‌های این گونه ها مشخص شدند. تیپ های عمده رویشی عبارت بودند از: *Onobrychis cornata, Onobrychis cornata-Festuca ovina , Bromus tomentellus, Bromus tomentellus- Festuca ovina, Achilla milefolium, Achilla milefolium-Festuca ovina, Achilla milefolium- Bromus –tomentellus, Astragallus spp. Artemisia aucheri, Artemisia aucheri-Bromus tomentellus, Artemisia aucheri-Festuca ovina, Stachys byzantine-Poa bulbosa Juniperus commonis- Stachis byzantine,* سپس در امتداد دامنه و در تیپ‌های رویشی مختلف (چه تیپ هایی که گونه های مورد مطالعه حضور داشتند و چه در تیپ هایی که گونه های مورد مطالعه در آنجا حضور نداشتند) با در نظر گرفتن طبقات ارتفاعی، شیب و جهت دامنه، نمونه‌گیری از خاک و پوشش گیاهی به روش تصادفی– سیستماتیک انجام شد. بدین صورت که نمونه-برداری در طول گرادیان ارتفاعی و با استقرار سه ترانسکت ۱۰۰ متری که بفاصله ۱۰۰متر از همدیگر قرار داشتند در هر طبقه ارتفاعی و جهت اصلی دامنه ها و مستقر نمودن سه پلات یک متر مربعی(۱۲) در هر ترانسکت انجام گردید که جمعا در هر طبقه ارتفاعی ۹ پلات و در مجموع ۱۵۳ پلات برداشت شد (هر جهت اصلی دامنه به چندین طبقه ارتفاعی تقسیم شد). سپس در داخل هرپلات پارامتر حضور و عدم حضور گونه، عوامل توپوگرافی و متغیرهای خاکی تعیین گردید. در مرکز هر پلات، نمونه‌برداری از خاک در عمق ۲۰–۰ سانتی‌متری انجام شد. بافت خاک به روش هیدرومتری، نیتروژن به روش کجلدال، کربن آلی به روش والکی بلاک، EC با هدایت سنج مدل ۳۳۱۰ Jenway برحسب دسی زیمنس بر متر، pH با دستگاه pH متر تعیین شد (۵). محل استقرار کلیه پلات‌ها و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از سیستم مکان‌یاب جهانی (GPS) مشخص گردید. شیب نیز توسط دستگاه شیب‌سنج و جهت نیز به‌صورت آزیموت توسط قطب‌نما تعیین گردید و همچنین برای برازش منحنی پاسخ گونه‌ها نسبت به متغیر جهت، داده‌های مربوط به جهت با استفاده از رابطه بیرز (۱۸) به صورت رابطه (۱) در تجزیه و تحلیل‌ها استفاده شد (۲).

$$A' = COS(45 - A) + 1$$

رابطه(۱) مقدار تبدیل شده جهت$=A'$

مقدار آزیموت جهت $=A$

مقدار A' بین صفر و دو می‌باشد و جهت شمال شرقی دارای بیشترین مقدار و جهت جنوب غربی دارای کمترین

مقدار است. برای جهت، نمی‌توان بردباری و دامنه اکولوژیک برآورد کرد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از ثبت داده‌های حضور و عدم حضور گونه مورد نظر و اندازه گیری متغیرهای محیطی از تابع HOF به منظور بررسی شکل منحنی عکس‌العمل گونه گیاهی مورد مطالعه نسبت به متغیرهای محیطی به صورت جداگانه استفاده شد و به‌منظور برازش هر یک از مدل‌های HOF و تعیین مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه از بسته eHOF در نرم افزار R ver 3.0.2 استفاده شد. در این تابع برای برازش رفتار فراوانی گونه مورد نظر نسبت به متغیرهای محیطی از توزیع دوجمله‌ای استفاده شد. از مقادیرAIC (Akaike information criterio) (۱۷) به‌منظور تعیین مدل بهینه در برازش منحنی پاسخ گونه استفاده گردید. یک مدل با AIC پایین‌تر مناسب‌ترین مدل در برازش منحنی عکس‌العمل گونه می‌باشد. در منحنی‌های عکس‌العمل تابع HOF، گونه در مقدار بهینه دارای بهترین عملکرد است، یعنی مقداری از گرادیان که در آن گونه دارای بیشترین احتمال وقوع یا فراوانی بر اساس مدل خاص می‌باشد، مقدار بهینه گونه از طریق منحنی‌های پاسخ بدست آمده است. این تابع دارای ۵ مدل بوده و قادر است انواع شکل منحنی عکس‌العمل (چوله‌دار، متقارن، یکنواخت، خطی) گونه ها را نشان دهد (۳۵).

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

رابطه۲) $y = M\left(\frac{1}{1+e^{a}}\right)$

مدل۲) شامل روند افزایشی یا کاهشی که در آن مقدار حداکثر برابر با کران بالای M است.

رابطه ۳: $y = M(\frac{1}{1+e^{a+bx}})$

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

رابطه ۴: $y = M(\frac{1}{1+e^{a+bx}})(\frac{1}{1+e^{c}})$

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

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

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

رابطه۶) $y = M(\frac{1}{1+e^{a+bx}})(\frac{1}{1+e^{c+dx}})$

که در این مدل‌ها y و x به ترتیب متغیرهای پاسخ و تبیینی، a، b، c و d پارامترهای تخمین زده شده و M مقدار ثابت که برابر با مقدار حداکثر است (برای فراوانی نسبی M =۱ ، برای درصد M =۱۰۰) و e عدد نپر (۲/۷۱۳) می‌باشد، بدست آمده است. بدین‌صورت که مقدار بهینه گونه برای یک متغیر، مقداری است که مربوط به مد منحنی پاسخ آن گونه می‌باشد (۲۷).

نتایج

با توجه به مقادیر آکائیک به دست آمده (جدول۱) مدل-های بهینه برازش داده شده برای این دو گونه نسبت به پارامترهای محیطی مختلف متفاوت بود و این دو گونه رفتارمتفاوتی نسبت به پارامترهای محیطی نشان دادند، درنتیجه دامنه اکولوژیک و مقدار بهینه بدست آمده از هریک از متغیرهای محیطی برای این دو گونه نیز متفاوت بوده است

متغیر درصد شن: مقادیر AIC بدست آمده از مدلHOF نشان می‌دهد که مدل مناسب برای برازش منحنی عکس-العمل گونه *Br.tomentellus* نسبت به متغیر درصد شن خاک مدل ۲ (جدول ۱) می‌باشد و عکس‌العمل این گونه نسبت به این متغیر رفتار هم نوا افزایشی را نشان داده (شکل ۲) و دارای دامنه اکولوژیک ۷۶-۳۹ درصد و مقدار بهینه ۷۶ درصد در این منطقه می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۱- مقادیر معیار اطلاعات آکائیک (AIC) مربوط به مدل‌های ۱ تا ۵ برازش داده شده برای هریک از متغیرها

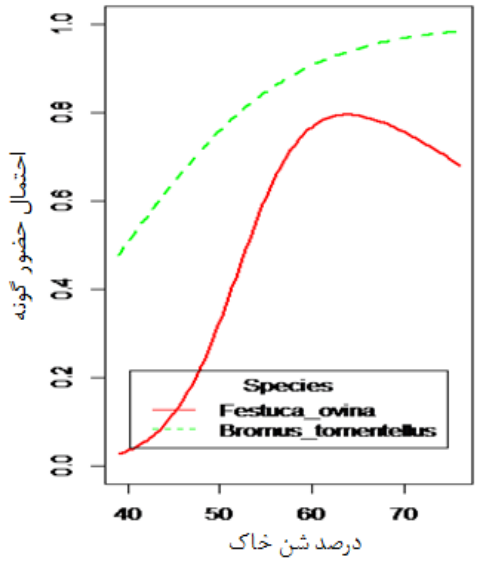
گونه	متغیر	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵
F. ovina	ارتفاع از سطح دریا (متر)	۲۰۳/۰۷	۱۱۹/۶۶	۱۰۸/۶۱*	۱۱۲/۰۸	۱۰۷/۷۴
	شیب (درصد)	۲۰۳/۰۷	۲۰۳/۰۷	۱۹۶/۹۲	**۱۸۴/۹۲***	۱۸۴/۸۵
	جهت (آزیموت)	۲۰۳/۰۷	**۱۵۰/۶۵***	۱۵۰/۶۵	۱۵۰/۶۵	۱۵۰/۶۵
	شن (درصد)	۲۰۳/۰۷	۱۷۳/۵۷	**۱۶۹/۷۱**	۱۷۰/۶۴	**۱۶۹/۱۶***
	رس (درصد)	۲۰۳/۰۷	**۱۸۷/۴۵***	**۱۸۷/۴۵**	**۱۸۷/۴۵**	**۱۸۷/۴۵**
	سیلت (درصد)	۲۰۳/۰۷	**۱۷۹/۰۳***	۱۷۸/۳۸	۱۷۹/۰۳	۱۷۸/۳۵
	کربن آلی (درصد)	۲۰۳/۰۷	۱۸۰/۴۹	**۱۷۷/۰۸***	۱۸۰/۴۹	۱۸۰/۴۹
	هدایت‌الکتریکی(دسی زیمنس بر متر)	۲۰۳/۰۷	۱۸۹/۰۱	۱۸۱/۸۴*	۱۸۷/۸۱	۱۸۱/۷۸
	pH	۲۰۳/۰۷	۱۹۲/۴۶	۱۹۱/۹۹	۱۹۱/۴۵	**۱۹۰/۶۱***
	ازت کل (درصد)	۲۰۳/۰۷	۱۸۹/۰۱	۱۸۱/۸۴*	۱۸۷/۸۱	۱۸۱/۷۸
	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۰۳/۰۷	۱۳۱/۶۰	۱۰۹/۴۱	۱۲۱/۱۶	**۱۰۸/۶۷***
	میانگین بارش (میلی‌متر)	۲۰۳/۰۷	۱۲۳/۵۸	۱۱۱/۲۶	۱۱۵/۰۶	۱۱۰/۸۲*
Br.tomentellus	ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۲۴/۳۸	۹۱/۱۱	۹۰/۸۴*	۹۳/۰۵	۹۲/۸۲
	بارش (میلی‌متر)	۱۲۴/۳۸	۹۵/۳۷	۹۲/۳۵*	۹۶/۴۲	۹۴/۲۸
	شیب (درصد)	۱۲۴/۳۸	۱۱۹/۴۱	*۱۱۶/۶۲	۱۲۱/۴۱	۱۱۸/۶۲
	جهت (آزیموت)	۱۲۴/۳۸	*۱۰۹/۷۰	۱۱۱/۱۲	۱۱۱/۷۰	۱۱۲/۷۱
	شن (درصد)	۱۲۴/۳۸	*۱۱۲/۸۸	۱۱۴/۴۹	۱۱۴/۲۶	۱۱۶/۲۳
	رس (درصد)	۱۲۴/۳۸	*۱۱۹/۸۸	۱۲۱/۸۸	۱۲۱/۸۸	۱۲۳/۸۸
	سیلت (درصد)	۱۲۴/۳۸	*۱۱۶/۴۱	۱۱۸/۲۱	۱۱۸/۲۷	۱۲۰/۱۱
	کربن آلی (درصد)	۱۲۴/۳۸	*۱۱۹/۰۶	۱۲۱/۰۶	۱۲۱/۰۶	۱۲۳/۰۶
	هدایت‌الکتریکی(دسی زیمنس بر متر)	*۱۲۴/۳۸	۱۲۵/۲۶	۱۲۷/۲۶	۱۲۷/۲۶	۱۲۹/۲۶
	درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۱۲۴/۳۸	۹۷/۷۷	*۹۲/۴۰	۹۸/۲۷	۹۴/۳۰
	نیتروژن کل (درصد)	۱۲۴/۳۸	*۱۲۱/۶۹	۱۲۳/۶۹	۱۲۳/۶۹	۱۲۵/۶۹
	pH	۱۲۴/۳۸	*۱۲۰/۲۹	۱۲۲/۲۹	۱۲۲/۲۹	۱۲۴/۲۹

* بیانگر کمترین مقدار AIC و بهترین مدل برای متغیر مورد بررسی می‌باشد.

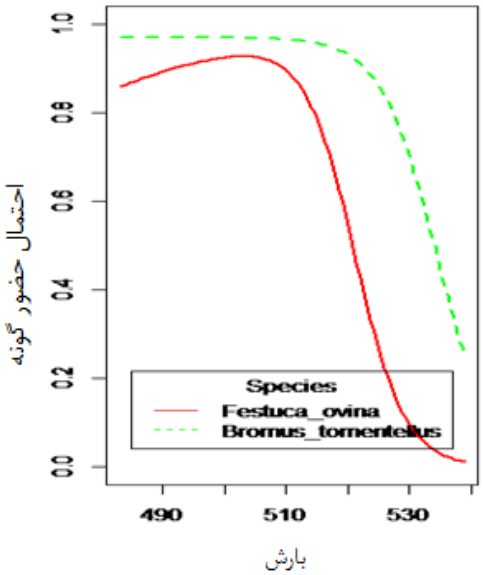
در حالی که گونه *F.ovina* نسبت به این متغیر عکس‌العمل دارای رفتار چوله دار بوده (جدول۱، شکل ۲) و دارای دامنه و مقدار بهینه اکولوژیکی به ترتیب برابر با ۳۹-۷۶ و مقدار بهینه۶۱ درصد می‌باشد (جدول ۲) و هر دو گونه دامنه اکولوژیکی یکسانی نسبت به این متغیر دارند.

جدول ۲- مقادیر آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد بررسی، مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک دو گونه

متغیر	حداقل	حداکثر	مقدار بهینه		دامنه اکولوژیک	
			Br.tomentellus	*F.ovina*	*Br.tomentellus*	*F.ovina*
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۲۱۲۵	۲۹۷۵	۲۴۱۷/۶۶	۲۵۸۵	۲۱۲۵–۲۹۷۵	۲۱۲۵–۲۹۷۵
شیب (درصد)	۱۰	۸۰	۲۰/۹۶	۴۰/۹۹	۱۰–۸۰	۱۰–۸۰
جهت	۰/۰۵	۰/۹۸	۱۹۵°	۳۶۰ °	۰/۰۵–۰/۹۸	۰/۰۵–۰/۹۸
شن (درصد)	۳۹	۷۶	۷۶	۶۱	۳۹–۷۶	۳۹–۷۶
رس (درصد)	۳	۲۷	۳	۳	۳–۲۷	۳–۲۷
سیلت (درصد)	۱۲	۵۱	۱۲	۱۲	۱۲–۵۱	۱۲–۵۱
کربن آلی (درصد)	۱/۲۸	۲۵	۲۵	۲۴/۵۰	۱/۲۸–۲۵	۱/۲۸–۲۴/۵۰
هدایت‌الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۱۸	۱/۳۵	–	۱/۳۴	۰/۱۸–۱/۳۴	۰/۱۸–۱/۳۴
pH	۶	۷/۸۳	۶	۶/۳	۶–۷/۸۲	۶–۷/۸۲
ازت کل (درصد)	۰/۱۵	۱/۱۸	۱/۱۸	–۱/۱۸	۰/۱۵–۱/۱۸	۰/۱۵–۱/۱۸
درجه حرارت (درجه سانتی گراد)	۸/۴	۱۰/۸	۱۰/۲۶	۹/۵۶	۸/۴–۱۰/۸	۸/۴–۱۰/۱۰
میانگین بارش (میلی‌متر)	۴۸۳	۵۳۹	–	۴۹۸/۵۵	۴۸۳–۵۳۹	۴۸۳–۵۳۹



شکل ۲- برازش تابع HOF به متغیر درصد شن خاک



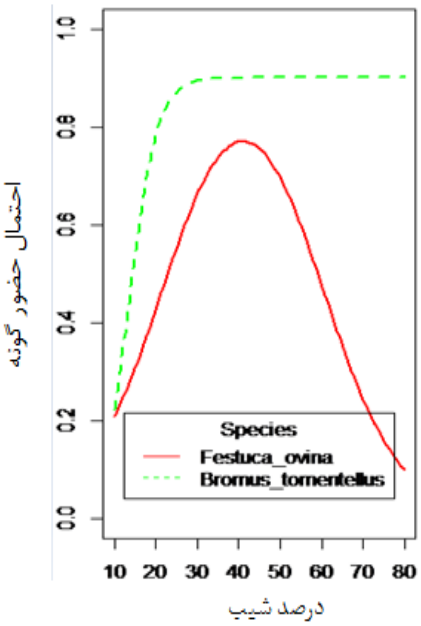
شکل ۳- برازش تابع HOF به میانگین بارش سالیانه

متغیر بارش: تابع HOF برازش داده شده نشان داد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای گونه *Br.tomentellus* مربوط به مدل ۳ و برای گونه *F.ovina* کمترین مقدار AIC مربوط به مدل ۵ می‌باشد (جدول ۱ و

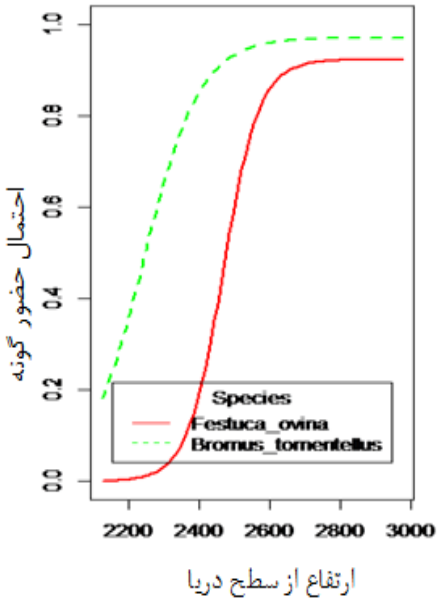
شکل۳)؛ و منحنی پاسخ گونه علف پشمکی نسبت به متغیر بارش به صورت آستانه ای کاهشی می‌باشد، این در حالی است که منحنی پاسخ گونه *F.ovina* نسبت به متغیر بارش به صورت چوله دار می‌باشد و دامنه اکولوژیک برای گونه *Br.tomentellus* نسبت به این متغیر برابر با ۵۳۹–۴۸۳ میلی‌متر می‌باشد و مقدار بهینه نسبت به این متغیر ۵۲۶ میلی متر است. در حالی که دامنه اکولوژیک و مقدار بهینه برای گونه علف گوسفندی نسبت به متغیر بارش برابر با ۵۳۹–۴۸۳ میلی‌متر ۵۱۷ میلی‌متر می‌باشد (جدول۲).

متغیر شیب دامنه: نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای گونه *Br.tomentellus* و گونه علف گوسفندی به ترتیب مربوط به مدل ۳ و ۴ می‌باشند (جدول ۱). عکس‌العمل گونه *Br.tomentellus* نسبت به این متغیر آستانه‌ای افزایشی بوده و عکس‌العمل گونه *F.ovina* به صورت تک نمایی متقارن می‌باشد (شکل ۴). دامنه اکولوژیک *Br.tomentellus* برابر با ۸۰–۱۰ درصد و دامنه اکولوژیک گونه *F.ovina* برابر با ۸۰–۱۰درصد می‌باشد و گونه *Br.tomentellus* مقدار بهینه ۲۰/۹۶ درصد برای این متغیر دارد ولی مقدار بهینه گونه *F.ovina* برابر با مقدار ۴۰/۹۹ درصد می‌باشد؛ و هر دو گونه دامنه اکولوژیکی وسیع یکسانی نسبت به این متغیر دارند (جدول۲).

متغیر ارتفاع از سطح دریا: با توجه به تابع HOF برازش داده شده، مقدار AIC گونه *Br.tomentellus* برای مدل ۳ کمتر بوده است و برای گونه*F.ovina* نیز مقدار AIC کمتر مربوط به مدل ۳ می‌باشد (جدول ۱ شکل۵). علاوه بر این دامنه اکولوژیک برای هر دو گونه برابر با ۲۹۷۵–۲۱۲۵ متر می‌باشد، در حالی‌که برای گونه *Br.tomentellus* نسبت به این متغیر مقدار بهینه ۲۴۱۷/۶۶ متر تعریف شده ولی گونه *F.ovina* دارای مقدار بهینه ۲۵۸۵ متر می‌باشد (جدول۲).



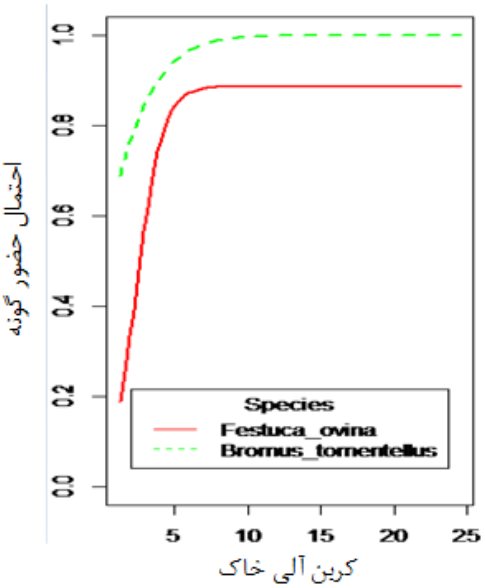
شکل ۴- برازش تابع HOF به متغیر شیب



شکل ۵- برازش تابع HOF به متغیر ارتفاع از سطح دریا

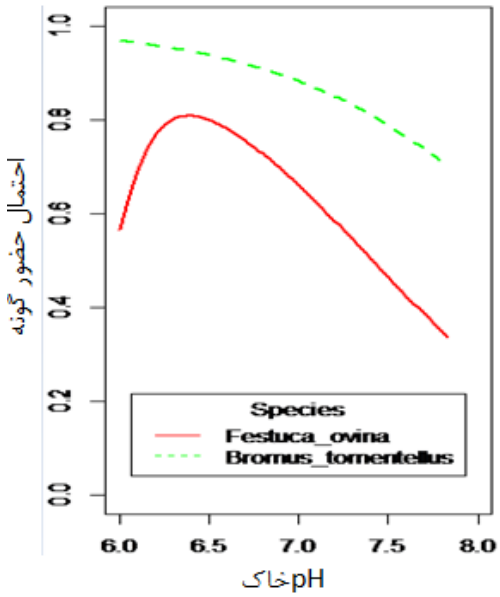
متغیر درصد کربن آلی خاک: برازش تابع نشان داد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای گونه *Br.tomentellus* مدل ۲ می‌باشد، این گونه نسبت به متغیر کربن آلی خاک دارای رفتار هم نوا افزایشی را نشان داده و

دارای دامنه اکولوژیک ۲۵–۱/۲۸درصد بوده و مقدار بهینه ۲۵ درصد نسبت به این متغیر دارد، در حالی‌که کمترین مقدار AIC برای گونه *F.ovina* مربوط به مدل ۳ (جدول ۱) می‌باشد و این گونه نسبت به این متغیر رفتار آستانه‌ای افزایشی نشان داده است (شکل ۶) و دارای مقدار دامنه اکولوژیک ۲۴/۵۰–۱/۲۸درصد و مقدار بهینه اکولوژیکی ۲۴/۵۰درصد می‌باشد؛ و هر دو گونه دامنه اکولوژیک یکسانی نسبت به این متغیر دارند (جدول ۲).



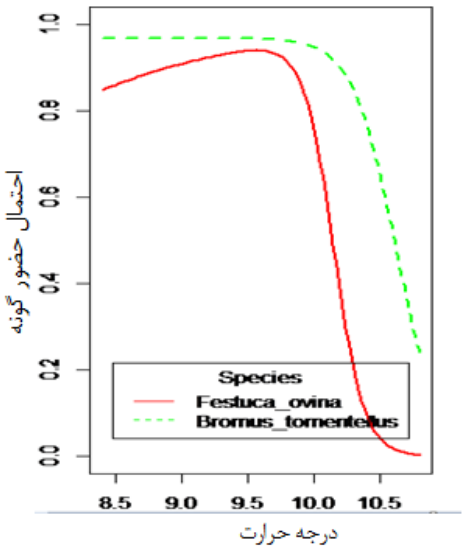
شکل ۶– برازش تابع HOF به متغیر کربن آلی خاک

متغیر واکنش خاک (pH): تابع HOF برازش داده شده نشان داد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای گونه *Br.tomentellus* نسبت به متغیر pH خاک مدل ۲ می‌باشد، در حالی که برای گونه *F.ovina* بهترین مدل مدل ۵ می باشد. منحنی پاسخ گونه *Br.tomentellus* نسبت به این متغیر به صورت هم نوا کاهشی می‌باشد، در حالی که منحنی پاسخ گونه *F.ovina* نسبت به این متغیر به صورت چوله دار می‌باشد (جدول۱،شکل۷)، یعنی هرچه خاک ما قلیایی شود احتمال حضور گونه *Br. Tomentellu* کاهش می‌یابد و با قلیایی شدن خاک از حضور گونه علف گوسفندی نیز کاسته می‌شود. دامنه اکولوژیک هر دو گونه نسبت به این متغیر یکسان و برابر با مقدار ۷/۸۲–۶ می‌باشد ولی مقدار بهینه برای گونه علف پشمکی برابر با ۶ و برای گونه علف گوسفندی برابر با ۶/۳ می‌باشد (جدول۲).



شکل ۷– برازش تابع HOF به متغیر pH

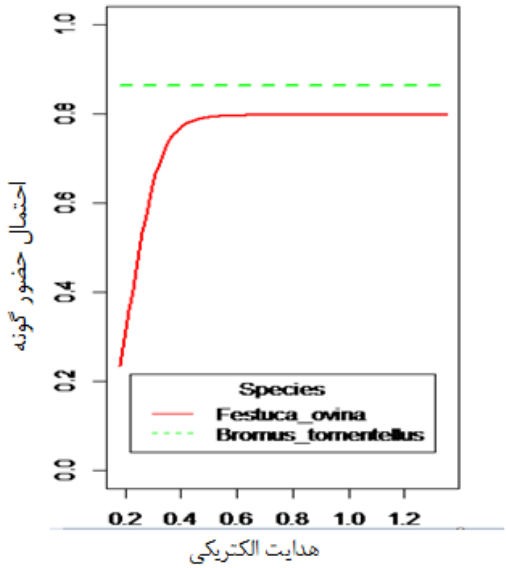
متغیر هدایت الکتریکی: نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای گونه *Br.tomentellus* مدل ۱ می‌باشد. در حالی که بهترین مدل برای برازش گونه *F.ovina* مدل۳ می باشد (جدول۱ و شکل ۸) و منحنی عکس العمل گونه *Br.tomentellus* نسبت به متغیر هدایت الکتریکی به صورت خط صاف و یکنواخت می‌باشد، در حالی که رفتار گونه *F.ovina* به این متغیر به صورت آستانه ای افزایشی بوده و دامنه اکولوژیک برای گونه *Br.tomentellus* برابر با۱/۳۴–۰/۱۸ دسی‌زیمنس بر متر و برای گونه *F.ovina* برابر با ۱/۳۴–۰/۱۸ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد، در حالی که گونه علف پشمکی مقدار بهینه مشخصی نسبت به این متغیر ندارد، در حالی که گونه علف گوسفندی دارای مقدار بهینه ۱/۳۴ دسی زیمنس بر متر می باشد. (جدول ۲).



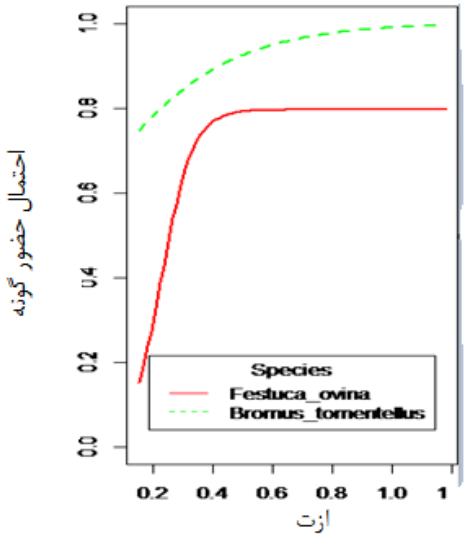
شکل ۸ – برازش تابع HOF به متغیر هدایت الکتریکی خاک

متغیر درجه حرارت: با توجه به نتایج به دست آمده کمترین مقدار AIC به دست آمده برای گونه *Br. tomentellu* در ارتباط با متغیر درجه حرارات مدل۳ می-باشد، این در حالی است که کمترین مقدار AIC برای گونه علف گوسفندی در ارتباط با این متغیر مدل ۵ می‌باشد (جدول۱، شکل۹) و منحنی پاسخ گونه علف پشمکی به این متغیر به صورت آستانه‌ای کاهشی و منحنی پاسخ گونه علف گوسفندی به صورت تک نمایی نامتقارن می‌باشد و مقدار دامنه اکولوژیک برای هر دو گونه۸ /۱۰-۸/۴ درجه می‌باشد. گونه *Br.tomentellus* مقدار بهینه مشخصی برابر با ۱۰/۲۶ درجه سانتی گراد نسبت به این متغیر دارد، در حالی‌که مقدار بهینه برای گونه *F.ovina* برابر با ۹/۵۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (جدول۲).

متغیر درصد نیتروژن کل: همانطور که در جدول ۱ مشاهده شد کمترین مقدار AIC بدست آمده از این متغیر برای گونه *Br.tomentellus* مدل ۲ می‌باشد، در حالی‌که برای گونه *F.ovina* مدل ۳ می‌باشد (شکل ۱۰) و دامنه اکولوژیک و مقدار بهینه برای گونه *Br.tomentellus* نسبت به این متغیر به ترتیب برابر با۱/۱۸-۰/۱۵ درصد و ۱/۱۸ درصد می باشد، در حالی‌که دامنه اکولوژیک برای گونه *F.ovina* نسبت به این متغیر ۱/۱۸-۰/۱۵درصد می‌باشد و این گونه دارای مقدار بهینه ۱/۱۸ درصد برای این متغیر دارد (جدول۲).



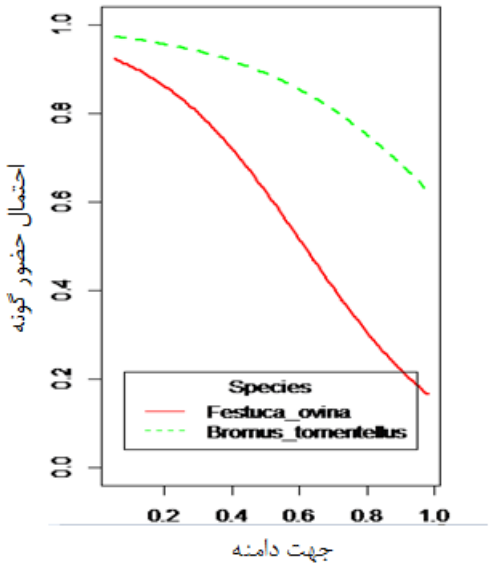
شکل ۹- برازش تابع HOF به متغیر درجه حرارت



شکل ۱۰- برازش تابع HOF به متغیر نیتروژن خاک

متغیر جهت دامنه: تابع HOF برازش داده شده نشان داد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای هر دو گونه نسبت به متغیر جهت دامنه مدل ۲ می‌باشد و منحنی پاسخ هر دو گونه*Br.tomentellus* و گونه *F.ovina* نسبت به

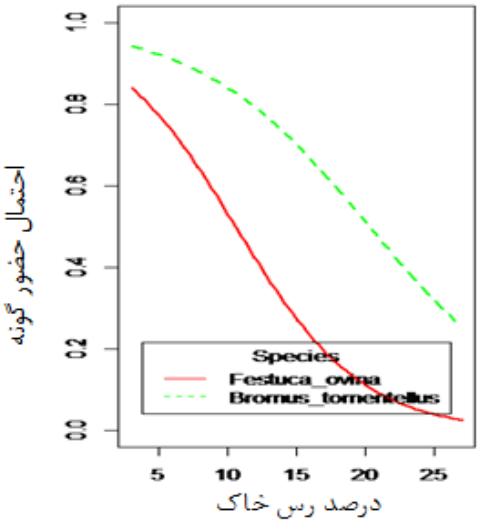
این متغیر به صورت هم نوا کاهشی می‌باشد (جدول۱،شکل۱۱). دامنه اکولوژیک و مقدار بهینه برای هر دو گونه نسبت به این متغیر به ترتیب برابر با ۰/۹۸-۰/۰۵ و ۰/۰۵ می‌باشد (جدول۲).



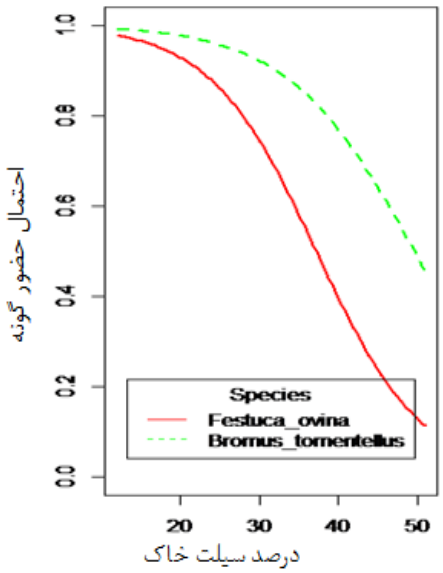
شکل ۱۱- برازش تابع HOF به متغیر جهت دامنه

متغیر درصد رس خاک: نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای گونه علف پشمکی و علف گوسفندی مربوط به مدل ۲ می‌باشد (جدول ۱). عکس‌العمل هر دو گونه *Br.tomentellus* و گونه *F.ovina* نسبت به این متغیر به صورت هم نوا کاهشی می‌باشد (شکل ۱۲). دامنه اکولوژیک هر دو گونه برابر با ۲۷-۳ درصد می‌باشد و گونه *Br.tomentellus* مقدار بهینه برابر با ۳ برای این متغیر دارد و مقدار بهینه گونه *F.ovina* نیز برابر با مقدار۳ درصد می‌باشد (جدول۲).

متغیر سیلت خاک: برازش تابع نشان داد که کمترین مقدار AIC بدست آمده برای هر دو گونه مربوط به مدل۲ می‌باشد (جدول ۱) و این گونه‌ها نسبت به این متغیر دارای رفتاری هم نوا کاهشی می‌باشند (شکل ۱۳) و هر دو گونه دارای مقدار دامنه اکولوژیک۵۱-۱۲درصد و بهینه اکولوژیکی ۱۲درصد می‌باشد (جدول ۲).



شکل ۱۲- برازش تابع HOF به متغیر رس خاک



شکل ۱۳- برازش تابع HOF به متغیر سیلت خاک

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در قسمت نتایج به آن اشاره شد، گونه

Br. tomentellus از ارتفاع حدود ۳۰۰۰-۲۰۰۰ متر حضور دارد و ارتفاع عامل مؤثری برای پراکنش این گونه می‌باشد و نسبت به ارتفاع عکس العمل معنی‌داری را نشان می‌دهد، در حالی‌که حضور و پراکنش گونه *F.ovina* در ارتفاعات بالاتر افزایش می‌یابد، یعنی در طبقات ارتفاعی و ارتفاع بالاتر از ۳۰۰۰ متر دارای بیشترین احتمال حضور (یعنی ۱) است و در ارتفاعات بالاتر نسبت به گونه *Br. tomentellus* به بیشترین مقدار و حضور خود می رسد، که نتایج فوق با نتایج این محققان (۷و۱۱و ۱۰و۳۰و ۱۹ و ۳۵) همخوانی دارد. شیب دامنه بر احتمال حضور دو گونه رفتار متفاوتی نشان داده‌اند، بطوری‌که عملکرد گونه *Br. tomentellus* در شیب کم تا متوسط بهتر شده و در شیب‌های متوسط احتمال حضور آن حداکثر شده است و در شیب های زیاد و کم حضور گونه کاهش پیدا می کند که این نتایج با نتایج (۱۰) که بیان کردند گونه *F.ovina* بیشتر در شیب‌های ۱۰ تا ۱۵ درصد انتشار گسترده‌ای دارد و در شیب‌های بیش از ۴۰ درصد به صورت پراکنده قا بل مشاهده است، مطابقت دارد و با نتایج (۴و۷) نیز همسو می‌باشد. این گونه‌ها در ارتباط با جهت دامنه نیز عکس‌االعمل یکسانی داشته‌اند و منحنی عکس‌العمل هر دو گونه *Br. tomentellus* و گونه *F.ovina* نسبت به این متغیر به صورت هم نوا کاهشی بوده است. از لحاظ جهت‌های جغرافیایی این گونه (*F.ovina*) تقریبا در همه جهت‌ها حضور داشته است، که این مورد نیز با نتایج برخی محققان (۱۰و ۲۷) مطابقت دارد، ولی با نتایج (۷ و ۱۱) همسو نمی باشد. تأثیر درصد شن خاک نیز بر روی هر دوگونه *Br. tomentellus* و گونه *F.ovina* تأثیرگذار بوده و با افزایش درصد شن خاک احتمال حضور این گونه ها افزایش می‌یابد. بطوری‌که در مقدار شن ۷۶ درصد گونه*Br. tomentellus* به مقدار بهینه خود رسیده و برای گونه *F.ovina* در مقدار ۶۱ درصد به مقدار بهینه رسیده و با نتایج (۵ و ۳۲ و ۱۳) هم خوانی دارد. تأثیر درصد سیلت خاک و رس بر روی گونه *Br. tomentellus* معنی دار بوده (۱۱) و در خاک‌های با تخلخل بیشتر عملکرد بهتری داشته است، در بررسی‌هایی که توسط USDA (۳۸) انجام شده است این گونه بهترین عملکرد را در خاک‌های شنی لومی داشته است. که این نتایج با نتایج (۵) هم خوانی و با نتایج (۱۱) هم خوانی ندارد و گونه *F. ovina* تا حدودی می‌تواند درصد سیلت خاک را تحمل کند و به مقدار بهینه خود برسد اما این گونه نمی‌تواند مقادیر بالای درصد رس را تحمل کند و با افزایش درصد رس خاک با شیب تندی از احتمال حضور این گونه کاسته شده است. رفتار گونه *F.ovina* نسبت به درصد سیلت و رس خاک، بر خلاف شن هم‌نوا کاهشی بوده که نشان دهنده این است که این گونه از خاک‌های با درصد سیلت و رس بالا گریزان است ولی به راحتی می‌تواند در خاک-های با درصدهای مختلف شن رویش کند و هر چه به طرف ارتفاعات بالا نزدیک می‌شویم به دلیل شیب بیشتر شستشوی خاک بیشتر شده و از میزان رس و سیلت خاک کاسته شده و بر میزان شن افزوده شده و احتمال حضور گونه بیشتر شده است که این نتایج با نتایج (۳۸)، (۳۳) و (۳۴) که اشاره کرده‌اند گونه *F. ovina* در خاک‌های سبک شنی، قلوه‌سنگی و درشت بافت گسترش بیشتری دارد، مطابقت دارد. تأثیر pH خاک بر روی این دو گونه معنی‌دار بوده و با قلیایی بودن خاک احتمال حضور گونه *Br. tomentellus* کاسته می شود و رفتار این گونه نسبت به این متغیر به صورت هم‌نوا کاهشی می‌باشد، در حالی که رفتار گونه *F. ovina* نسبت به این متغیر به صورت چوله‌دار بوده و هرچه خاک قلیایی شود از احتمال حضور گونه کاسته می‌شود که نتایج فوق با نتایج (۲۴) که بیان کردند که پراکنش این گونه را در خاک‌های با زهکشی ضعیف و هوموس‌دار با pH ۴/۵ تا ۵ گزارش کرده‌اند، (۱۱) همخوانی دارد. این گونه‌ها در ارتباط با هدایت الکتریکی خاک عکس‌العمل یکسانی نداشته‌اند و دو گونه *Br.tomentellus* عکس‌العمل معنی‌داری را نسبت به این متغیر نشان نمی‌دهند ولی گونه علف گوسفندی دارای رفتار آستانه ای افزایشی نسبت به این متغیر است. گونه

Br.tomentellus دارای مقدار بهینه مشخصی نسبت به این متغیر ندارد ولی مقدار بهینه برای گونه علف گوسفندی در ارتباط با این متغیر برابر با ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. با توجه به این نتایج گونه علف گوسفندی نسبت به گونه *Br. tomentellus* می‌تواند شوری بیشتری را تحمل کند که نتایج ما با نتایج (۱۱) و تا حدودی نیز با نتایج (۱۰) که به این نتیجه رسیدند که حداکثر تراکم گونه در EC، ۰/۵ تا ۰/۸ دسی زیمنس بر متر است، هم‌خوانی دارد. در این منطقه با افزایش میزان کربن آلی خاک بر احتمال حضور گونه *F.ovina* افزوده می‌شود و این گونه در مکان-هایی که مواد آلی خاک بیشتر است پراکنش بیشتری داشته است و گونه *Br.tomentellus* عکس العمل معنی‌داری را نسیت به این متغیر نشان می‌دهد. بطوری که افزایش میزان این پارامتر با افزایش عملکرد این گونه حاصل شده است و دارای مقدار بهینه برابر با ۲۵ درصد می باشد و گونه علف گوسفندی دارای مقدار بهینه در ارتباط با این متغیر می‌باشد که برابر با ۲۴/۵۰ درصد می‌باشد که در این مقادیر کربن آلی خاک حضور این گونه به حداکثر خود رسیده است. در این منطقه با افزایش میزان کربن آلی خاک بر احتمال حضور گونه علف گوسفندی افزوده شده است و هرچه خاک غنی‌تر باشد این گونه پراکنش بیشتری دارد. این نتیجه با نتایج (۱۰) که به این نتیجه رسیده بودند که حداکثر پوشش تاجی گونه در مقدار کربن بین ۴/۱ تا ۷/۵ درصد است، مطابقت دارد. گونه *Br.tomentellus* در ارتباط با ازت کل خاک رفتار آستانه ای افزایشی داشته و با افزایش ازت خاک حضور گونه افزایش می یابد. افزایش نیتروژن کل خاک باعث تغییر معنی‌داری در عکس‌العمل گونه *F. ovina* شده است، بطوری‌که هنگامی‌که میزان نیتروژن کل خاک به مقدار ۰/۴ درصد رسید احتمال حضور این گونه به بیشترین مقدار رسیده است و از این مقدار بالاتر هرچه بر مقدار نیتروژن کل خاک افزوده شده احتمال حضور این گونه بیشتر نشده است و مقدار بهینه این متغیر برای این گونه شامل بخشی از گرادیان عددی ۰/۴-۱/۱۸ درصد بوده است، در رابطه با عوامل اقلیمی نیز این دو گونه مقدار بهینه، دامنه اکولوژیکی و رفتار متفاوتی داشته‌اند. در رابطه با عکس‌العمل گونه *F. ovina* به میانگین بارش سالیانه، با افزایش مقدار بارش از احتمال حضور گونه *F. ovina* کاسته می‌شود و حداکثر حضور این گونه در بارندگی کم تا متوسط می‌باشد و گونه *Br.tomentellus* نیز رفتار آستانه ای کاهشی نسبت به این متغیر نشان می‌دهد. دامنه اکولوژیک گونه برابر با ۵۳۹-۴۸۳ می‌باشد، این نتایج با نتیجه تحقیقات بدست آمده از (۳۱) که بیان کرده‌اند گونه *F. ovina* در مناطقی با بارش ۶۰۰- ۳۰۰ میلی‌متر رویش دارد (۱۱ و ۴) مطابقت دارد. با توجه به اینکه این دو گونه جزء گیاهان همی کریپتوفیت رده بندی شده اند بنابراین می توان فراوانی گیاهان همی کریپتوفیت را در منطقه مورد مطالعه ناشی از تأثیر اقلیم بخصوص درجه حرارت دانست که نتایج ما با نتایج (۱۵ و ۱) مطابقت دارد و در ارتباط با میزان درجه حرارت دو گونه رفتار متفاوتی داشته‌اند، بطوری‌که گونه علف گوسفندی در مقادیر درجه حرارت‌های پایین بیشترین بسامد را داشته است و هرچه بر مقدار دما افزوده شده است از احتمال حضور این گونه کاسته شده است، که این می‌تواند به دلیل سازگاری بهتر این گونه به درجه حرارت‌های پایین باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده از تحقیقات (۳۴، ۳۵و ۱۵) که ارتباط با میزان درجه حرارت دو گونه رفتار متفاوتی داشته‌اند بطوری که گونه علف گوسفندی در مقادیر درجه حرارت‌های پایین بیشترین حضور را داشته است و هرچه بر مقدار دما افزوده شده است از احتمال حضور این گونه کاسته شده است، که این می‌تواند به دلیل سازگاری بهتر این گونه به درجه حرارت-های پایین باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده از تحقیقات محققان (۳۴، ۳۵ و ۱۵) که اشاره کرده‌اند این گونه قادر به ادامه حیات در سرمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد است، مطابقت دارد. در حالی که در درجه حرارت کمتر حضور هر دو گونه در منطقه مورد مطالعه

بیشتر بوده و دامنه اکولوژیک برای هر دو گونه ۸/۴-۱۰/۸ می‌باشد که نتایج فوق با (۹) همسو می‌باشد.

نتایج بدست آمده از این پژوهش و جدولها و شکل منحنی های دو گونه نشان دادند که دو گونه مورد مطالعه ویژه مناطق سرد و کوهستانی بوده ولی گونه *F. ovina* دارای بهینه اکولوژیکی بیشتری نسبت به گونه *Br.tomentellus* با توجه به گرادیان ارتفاع می‌باشد. شکل ۹ منحنی های درجه حرارت و مقدار بهینه اکولوژیکی بدست آمده نشان دادند که گونه *F. ovina* دارای تحمل بیشتری در برابر سرما نسبت به گونه *Br.tomentellus* بوده است. ذرات شن تأثیر مثبتی بر حضور گونه ها داشته ولی مقدار بهینه اکولوژیکی *Br.tomentellus* بیشتر از گونه *F. ovina* نسبت به متغیر درصد شن بوده است. با توجه به شکلهای ۱۲ و ۱۳ منحنی های حاصله دو گونه رس و سیلت تاثیر کاهشی بر حضور گونه های مورد مطالعه داشته به طوری که با افزایش درصد رس و سیلت حضور گونه ها کاهش یافته است. این مطالعه نشان داد که گونه های *Br.tomentellus* و *F. ovina* در خاک هایی که دارای سیستم تهویه مناسبتر و تخلخل بیشتری هستند حضور بیشتری دارند. افزایش pH سبب کاهش حضور گونه های مورد مطالعه شده است، به‌طوری‌که در pH =۸ کمترین حضور را داشتند. با توجه به مقدار بهینه اکولوژیکی بدست آمده گونه *F. ovina* نسبت به گونه *Br.tomentellus* دارای مقاومت بیشتری به قلیائیت و هدایت الکتریکی خاک دارد.

منابع

۱- آتشگاهی، ز.، اجتهادی، ح.، زارع، ح.، (۱۳۸۸) معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان در جنگل‌های شرق دودانگه ساری، استان مازندران. مجله زیست شناسی ایران. ۲۲(۲):۲۰۳-۱۹۳.

۲- اسحاقی راد، ج.، زاهدی امیری، ق.، مروری مهاجر، م.، و متاجی، ا.، (۱۳۸۸) ارتباط بین پوشش‌های رستنی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جوامع راش. فصلنامهٔ تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۲): ۱۸۷-۱۷۴.

۳- اسمعیلی م.م.، خیرفام، ح.، دیلم، م.، اکبرلو، م.، و صبوری، ح.، (۱۳۸۹) بررسی اثرات بارش بر مقدار تولید دو گونه مرتعی *Agropyron elongatum* & *Festuca ovina*، مجله مرتع، ۴(۱):۸۱-۷۲.

۴- افتخاری، م.،(۱۳۸۵) بررسی آت اکولوژی *Bromus. tomentellus* در استان اصفهان، طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۹۱ ص.

۵- امیری، ف.، خواجه‌الدین س.ج.، مختاری ک.، (۱۳۸۷) تعیین عوامل محیطی مؤثر بر استقرار گونه *Bromus tomentellus* با استفاده از روش رسته بندی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۴(۱۲): ۳۴۷-۳۵۶.

۶- شریفی نیارق، ج.، شاهمرادی، ا.ع.،(۱۳۸۷). بررسی برخی خصوصیات اکولوژیکی چمن آرارات *Poa araratica* (مطالعه موردی در حوزه آبخیز قره سو آستان اردبیل)، مجله پژوهش و سازندگی، ۷۸(۱):۲-۱۰.

۷- عبدی، ن.، و مداح عارفی، ح.، ۱۳۸۳. استفاده از روش تجزیه چند متغیره تطابق کانونیک، جهت مدیریت جمع آوری بذر از عرصه-های طبیعی، فصلنامه تحقیقات پژوهشی ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران.۱۲(۴):۴۱۷-۳۹۳.

۸- علوی،س.ج.، زاهدی امیری، ق.، رحمانی، ر.، مروری مهاجر، م.، مویس، ب.، و نوری، ز.، (۱۳۹۲) بررسی واکنش گونهٔ راش به برخی متغیرهای محیطی با استفاده از تابع بتا و مقایسهٔ آن با تابع گوسی (مطالعهٔ موردی: جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود) ، مجله جنگل ایران،۵(۲):۱۶۱-۱۷۱.

۹- قربانی، ا.، (۱۳۷۴). بررسی برخی از ویژگی‌های اکولوژیک گونه-های *Bromus tomentellus Psathyrostachys fragil,* در حوزه آبخیز تهران، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مرتع-داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۸۷ ص.

۱۰- قربانی، ا.، شریفی نیارق، ج.، کاویان پور، ا.، ملک پور، ب.، میرزایی آقچه قشلاق، ف.، (۱۳۹۲) . بررسی خصوصیات اکولوژیکی گونه *Festuca ovina* L. در مراتع جنوب شرقی سبلان.فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲(۲):۳۹۶-. ۳۷۹.

۱۱- قلیچ نیا، ح.، شاهمرادی، ا.ع.، و زارع کیا، ص.،(۱۳۸۷) آت اکولوژی دو گونه مرتعی *Agropyron pectiniforme* و

Bromus tomentellus در استان مازندران، فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۳) ۳۵۹-۳۴۸

۱۲- قلیچ نیا، ح.، (۱۳۸۵) گزارش تحقیقات ارزیابی مراتع در اقلیم-های مختلف، مازندران، مؤسسه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲(۲): ۳۷۹-۳۹۶.

۱۳- کریمی، ه.،(۱۳۶۹).مرتعداری، چاپ چهارم،تهران :انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۲ ص.

۱۴- کریمی، ز.، و آریاوند، ۱.،(۱۳۸۶). تنوع تشریحی و ریختی جمعیت‌های گونه مرتعی *Bromus tomentellus* از برخی رویشگاه‌های ایران ،مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۴):۱-۱۱.

۱۵- گرگین کرجی، م.، کرمی، پ.، ومعروفی، ح.، (۱۳۹۲). معرفی فلور، شکل زیستی و کورولوژی گیاهان منطقه سارال کردستان(زیرحوزه فرهاد آباد). مجله پژوهش های گیاهی(مجله زیست شناسی ایران)،۲۶(۴):۵۱۰-۵۲۵.

۱۶- مقیمی، ج.، (۱۳۸۴) معرفی برخی گونه های مهم مرتعی مناسب برای توسعه و اصلاح مراتع ایران ،انتشارات آرون، ۶۷۰ ص.

17- 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 (pp. 267-281). Budapest: Akademiai Kiado

18- Beers, T.W., Dress, P. E., & Wensel, L.C., (1966) Aspect transformation in site productivity research. Journal of Forestry. 64: 691-692.

19- Bor, N. L., (1970). *Festuca*. Flora Iranica (ed. Rechinger, KH), 70: 105-141

20- Brown, J. H., Stevens, G. C., Kaufman, D. M., (1996) The geographic range size, shape, boundaries, and internal structure, Journal of Annual review of ecology and systematics, 27(1): 597-623.

21- Chytrý, M., Danihelka, J., Kubešová, S., Lustyk, P., Ermakov, N., Hájek, M., Hájková, P., Kočí, M., Otýpková, Z., Roleček, J., Řezníčková, M., Šmarda, P., Valachovič, M., Popov, D., Pišút, I., (2008) Diversity of forest vegetation across a strong gradient of climatic continen-tality: Western Sayan Mountains, southern Siberia, Journal of Plant Ecology, 196(1):61-83.

22- Comstock, J. P., Ehleringer, J. R., (1992) Plant adaptation in the Great Basin and Colorado Plateau. Naturalist, Journal of Western North American Naturalist, 52(3): 195—215.

23- Cox, C.B., Ian, N.H., Peter, D.M., (1973) Biogeography: An ecological and Publisher, Alterra, 2007. 20 pages.evolutionary approach. Blackwell Scientific Publication, 179p.

24- Duffey, E., Sheail, M.G., J. Ward, L.K., Wells, D.A. and Wells, T.C.E., (1974) Grassland ecology and wildlife management. Chapman and Hall, London, UK, 281p

25- Ellenberge, H., (1992) Indicator Values of Plants in Central Europe, Erich Goltze KG, D-3400 Gottingen 132 pp.

26- Escudero, A., Iriondo, J. M., Olano, J. M., Rubio, A., Somolinos, R. C., R. C (2000) Factor affecting establishment of a GypsopHyte, the case of Lepidium subulatum(Brassicaceae), American, Journal of Botany, 87(6):861-871.

27- Grime, J.P., Hudson J.G. and Hunt R., 1988. Comparative plant ecology. Oxford University press, London, UK, 403p.

28- Gegout, J.C., and 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.

29- Getzin, S., Dean, Ch. He. F., Trofymow, J. A., Wiegand, K., Wiegand, T., (2006) Spatial patterns and competition of tree species in adouglas-fir cjoronosequenceonVancouver Island,Journal of Ecography, 29(5): 671-682.

30- Härdtle, W., Oheimb, G. Von., & Westphal, C., 2005. Relationships between the vegetation and soil conditions in beech and beech-oakforests of northern Germany. Plant Ecology, 177(1): 113-124.

31- Huisman, J., Olff, H.l., Fresco ,L.F.M., (1993). A hierarchical set of models for species response analysis. Journal of Vegetation Science, 4(1): 37 -46.

32- James, B.,(1973) Turf grass: science and culture, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J, USA, 658 P.

33- Jansen, F. & Oksanen, J.,(2013) How to model species responses along ecological gradients–

Huisman–Olff–Fresco models revisited. Journal of Vegetation Science, 24(6): 1108-1117.

34- Lawesson, J. E., & Oksanen, J., (2002) Niche characteristics of Danish woody species as derived from coenoclines. Journal of Vegetation Science, 13(2): 279-290.

35- Oksanen, J. & Minchin, P.R., (2002) Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? Journal of Ecological Modelling, 157(3):119-129.

36- Ugurlu, E., Oldeland, J., (2012) Species response curves of oak species along climatic gradients in Turkey, International Journal of Biometeorology, 56 (1): 85-93.

37- Urli, M., S., Delzon, A., Eyermann, V., Couallier, R., Garcia-Valdes, M. A., Zavala, & Porte, A. J.,(2014) Inferring shifts in tree species distribution using asymmetric distribution curves:a case study in the Iberian mountains. Journal of Vegetation Science, 25(1):147-159.

38- USDA,NRCS., (2010) National range and pasture handbook. USPA,NRCS Grazing land technol. Inst. 190-vi-NRPM,Washington,P.C. Resources faculty. Tarbiat Modares University. (In Persian).

Comparison of the ecological amplitude of *Bromus tomentellus* B., and *Festuca ovina* L. to some environmental variables using the function HOF (Case study: Rangeland of Glandrood Watershed)

Heidari F.[1], Dianati Tilaki Gh.A.[1] and Alavi S.J.[2]

[1] Range Management Dept., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of Iran

[2] Forestry Dept., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of Iran

Abstract

The current study was conducted in the rangeland of Glandrood watershed in the province of Mazandaran. The main objective of this study was to compare between the ecological amplitude of *Bromus tomentellus*. and *F.ovina*, using the function HOF along the gradient of the environmental variables. For these purpose 153 plots of $1m^2$ were established along the altitude gradient. The sampling method was randomized-systematic. In the area sampled, frequency of *Bromus tomentellus* and *F.ovina*, altitude and slope were recorded. Soil samples were taken from 0-20 cm in each quadrate. Shape of response curve and the ecological optimum in relation to the mentioned variables, HOF function was used with binomial distribution function. The data were analyzed by R $_{ver.3.0.2}$ software. The two species *Bromus tomentellus* and *F.ovina* mainly showed different ecological amplitude along the gradient environmental variables. The results showed that the ecological amplitude for two species has been recorded 2125-2975m. Ecological optimum along altitude gradient for *Br.tomentellus and F.ovina* has been recorded 2417.66 and -2585m respectively.. Also the response curve of *Br. tomentellus* and *F.ovina* to the altitude variable had increasing threshold behavior. Generally, this study showed that, *Br. tomentellus* and *F.ovina* species are native to mountain regions and cool, but the tolerance of *F.ovina* against low temperature was more than *Br. tomentellus.*

Key words: *Bromus tomentellus*, *F.ovina* L ،HOF function, Ecological amplitude, Ecological optimum.