

بررسی عکس‌العمل گونه *Frankenia hirsuta* به گرادیان‌های محیطی در مراتع شوره‌زار اینچه‌برون استان گلستان با استفاده از تابع HOF

امین محمودیان چوپلو^۱، قاسمعلی دیانتی تیلکی^{۲*}، سید جلیل علوی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۴

چکیده

گونه *Frankenia hirsuta* گونه چندساله هالوفیت است که در تولید علوفه مراتع اینچه‌برون نقش ایفا می‌کند. با بررسی آشیان بوم‌شناختی این گونه در بوم نظام مرتعی اینچه‌برون، می‌توان در پیش‌بینی پاسخ آن‌ها نسبت به عوامل محیطی و مدیریتی کمک مؤثری نمود. هدف از تحقیق، بررسی عکس‌العمل گونه *Frankenia hirsuta* به برخی گرادیان‌های محیطی در مراتع شوره‌زار اینچه‌برون با استفاده از تابع HOF می‌باشد. در این مطالعه، ۴۰۰ پلات ۴ مترمربعی در امتداد فاصله از آبشخور برداشت شد. نمونه‌برداری با روش سیستماتیک تصادفی صورت گرفت. در هر پلات، حضور گونه *Frankenia hirsuta* ثبت و همچنین در مرکز هر پلات، اقدام به نمونه‌گیری خاک از عمق صفر تا بیست سانتی‌متر شد. آزمایش‌های لازم برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبت خاک، pH، EC، بافت خاک، کربن آلی، نیتروژن و فسفر انجام شد. به‌منظور برآزش منحنی پاسخ گونه نسبت به گرادیان‌های محیطی از توزیع دوجمله‌ای از تابع HOF استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار R^{۳.۲} انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که دامنه اکولوژیک و مقدار بهینه اکولوژیکی نسبت به فاصله از آبشخور دام، به ترتیب برابر ۲۰۰-۱۰۰۰ متر و ۸۲۵ متر بوده است، نتایج نشان داد که حضور گونه *Frankenia hirsuta* با فاصله از آبشخور دام، به صورت هم‌نوای افزایشی بود. منحنی عکس‌العمل گونه *Frankenia hirsute* با میزان رطوبت خاک، درصد شن، کربن آلی و ازت خاک به صورت هم‌نوای افزایشی بوده است. به‌طور کلی، این گونه بیشتر در مناطق شور استان، به صورت لکه‌ای و در مکان‌های پست و نقاطی که از رطوبت مناسب و شوری به نسبت کمتری برخوردار است، انتشار دارد. برای حفظ و بهره‌برداری پایدار از این گونه پیشنهاد می‌شود که از چرای سنگین دام در این محدوده جلوگیری شود.

واژه‌های کلیدی: منحنی عکس‌العمل، *Frankenia hirsuta*، گرادیان‌های محیطی، تابع HOF.

۱. دانشجوی مقطع ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس

۲. دانشیار گروه مرتعداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نویسنده مسئول / Email: dianatig@modares.ac.ir

۳. استادیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

بخش عمده منابع طبیعی تجدیدشونده در کشور ایران را اکوسیستم‌های مرتعی تشکیل می‌دهند. لازمه بهره‌برداری از این اکوسیستم‌ها داشتن شناخت کافی از خصوصیات، اجزا و همچنین چگونگی تعامل بین اجزای آن‌هاست. از آنجاکه برآیند کارکرد و رفتار اکوسیستم‌های مرتعی در پوشش گیاهی آن‌ها نمایان می‌گردد، گیاهان مرتعی مهم‌ترین اجزای این اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند (سروانی غیور و همکاران، ۲۰۱۱). فاصله از آب، توپوگرافی، پوشش گیاهی متنوع، عدم تناسب نوع دام با مرتع آفات و آب‌وهوا از مواردی هستند که باعث چرای غیریکنواخت از مرتع می‌شوند. در مراتع آبخور، روستاها و آغل به‌عنوان کانون بحران شناخته می‌شوند که شدت چرا در اطراف آن‌ها زیاد بوده و با دور شدن از آن‌ها، شدت چرا کاهش می‌یابد؛ در نتیجه، منحنی پاسخ گونه‌ها برای شدت‌های مختلف چرای متفاوت است (فخیمی ابرقویی و همکاران، ۲۰۱۴).

به تغییراتی که در پوشش گیاهی با فاصله از نقاط بحرانی رخ می‌دهد، گرادیان چرای می‌گویند. تغییرات پوشش گیاهی و تنوع گیاهی در طول گرادیان چرای در هر منطقه با توجه به شرایط آن منطقه متفاوت است (فوتلی^۱ و همکاران، ۲۰۰۰). شوری آب و خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان در سراسر جهان، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. تجمع نمک‌های محلول در این‌گونه خاک‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اثر می‌گذارد. سطوح بالای نمک در خاک می‌تواند به شدت، رشد و بهره‌وری گیاه را محدود نماید (شالوت^۲ و همکاران، ۲۰۰۳).

با توجه به تعیین رابطه بین شدت چرای دام و فاصله از آبخور در مراتع، منطقه چرای شدید در فاصله ۰-۲۰۰ متر، چرای متوسط فاصله ۲۰۰-۸۰۰ متر و چرای سبک به‌فاصله ۸۰۰-۱۲۰۰ متر از آبخور صورت گرفته است (زاوه^۳ و

همکاران، ۲۰۰۷). ابرسجی^۴ و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی عوامل زمین‌شناختی و برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در پراکنش گیاه *Frankenia hirsuta* در مراتع شور و قلیایی استان گلستان (اینچه‌برون)، به این نتیجه رسید که در مراتع شوره‌زار اینچه‌برون، گونه گیاهی مذکور بیشتر در مکان‌هایی که رطوبت بیشتر و شوری کمتری وجود داشته باشد، پراکنش دارد.

چرای شدید بر روی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی لکه‌های گیاهی تأثیر زیادی دارند. محل استراحت دام، آبخور، سایه و... به‌عنوان کانون‌هایی هستند که شدت چرا در اطراف آن‌ها زیاد و با دور شدن از آن‌ها شدت چرا کاهش می‌یابد؛ در نتیجه، پاسخ گونه‌های گیاهی به شدت‌های چرای مختلف (سبک، سنگین و متوسط) متفاوت است (بیلی^۵ و همکاران، ۱۹۸۹). پس از تعیین گرادیان‌های مختلف چرای در اطراف آبخور، پایداری و عدم پایداری پوشش گیاهی در پاسخ به گرادیان‌های مختلف چرای را با استفاده از تابع HOF^۶ بررسی کردند؛ نتایج نشان داد که پراکنش گیاهان، فرم رشد و طول دوره زنده‌مانی گیاهان در شدت چرای بیشتر، کاهش می‌یابد (وسلز^۷، ۲۰۱۳).

یک گونه گیاهی که در یک رویشگاه مشخص رشد می‌کند، معمولاً به بیش از یک عامل محیطی، عکس‌العمل نشان می‌دهد؛ بنابراین، هر گونه برای هر عامل محیطی دارای منحنی عکس‌العمل متفاوتی است (آستین و همکاران، ۲۰۰۰). در مطالعه‌ای با مقایسه خاک مناطق چراشده و چران نشده، به بررسی اثر چرای دام بر روی فشردگی و تخلخل خاک دانه‌های خاک پرداختند و اظهار داشتند که چرای دام سبب از بین رفتن ساختمان خاک و فشردگی آن می‌شود (فرانک^۸ و همکاران، ۱۹۹۵).

آندرسون و بریسک^۹ (۱۹۹۵) با بررسی تأثیر چرای بی‌رویه دام بر خصوصیات فیزیکی خاک در مراتع جنوب غربی البرتا نشان دادند که افزایش شدت چرا سبب کاهش

4. Ahrsaji
5. Bailey
6. Huisman-Olff-Fresco
7. Wesuls
8. Frank
9. Anderson & Briske

1. Fotelli
2. Shaltout
3. Zhao

نیمه‌خشک مورد توجه است. به‌طوری‌که سازمان ملل قرن بیست‌ویکم را قرن استفاده از گیاهان هالوفیت نامید. با توجه به اینکه شکل عکس‌العمل گونه‌های گیاهی هالوفیت بیان‌کننده چگونگی تأثیر عوامل محیطی و مدیریتی بر آن‌هاست، لازم است مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد که در برنامه‌ریزی و مدیریت اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک، دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد.

در مجموع می‌توان بیان کرد که چرای دام از عوامل اساسی تغییرات شیمیایی خاک است و برای مدیریت بهتر و استفاده بهینه از مراتع و جلوگیری از تغییرات مضر و ناشناخته لازم است از این تغییرات آگاهی داشته باشیم. با توجه به مطالعات حسینی (2007) بر روی کیفیت علوفه و خوشخوراکی گونه *Frankenia hirsuta* استفاده از این گونه در برنامه‌های تولید علوفه در منطقه اینچه‌برون پیشنهاد شد

حضور متنوع گونه‌های گیاهی بومی در مراتع و نظر به اهمیت آن‌ها در مدیریت پایدار مراتع، ضروری است تا نسبت به شناخت خصوصیت‌های اکولوژیکی آن‌ها اقدام شود. گونه‌های بومی در طول زمان با شرایط محیطی خاص هر منطقه سازگار شده‌اند، لذا بهره‌گیری از آن‌ها برای اصلاح و احیای بیولوژیک مراتع، امری مهم و حائز اهمیت است. اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل شرایط خاص فیزیکی و محیطی حاکم بر آن‌ها به‌شدت تحت تأثیر عوامل تشکیل‌دهنده اکوسیستم قرار دارند؛ بنابراین، شناخت روابط موجود بین این عوامل تأثیر بسزایی در مدیریت و برنامه‌ریزی این اکوسیستم‌ها دارد. این مهم جز با بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل مؤثر در استقرار آن‌ها حاصل نخواهد شد.

با توجه به ارزش این گونه به‌لحاظ تولید علوفه، هدف این مطالعه ارزیابی شکل عکس‌العمل گونه *Frankenia hirsuta* نسبت به متغیرهای محیطی و فاصله از آب‌شخور در مراتع تحت چرای دام در مراتع شوره‌زار اینچه‌برون بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (اینچه‌برون) از مراتع استان گلستان در

نیتروژن کل و میزان کربن شده است. وسلز (۲۰۱۳) بیان کرد تابع HOF ازجمله مدل‌های مطلوب برای کمی‌سازی پارامترهای آشیان اکولوژیک گونه‌ها و پاسخ گونه‌ها نسبت به گرادیان‌های محیطی، جهت نمایش پاسخ گونه‌ها نسبت به چرای دام در اطراف منابع آب است (محمدشریفی و همکاران، 2015) به بررسی منحنی عکس‌العمل، مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه فستوکا نسبت به برخی متغیرهای محیطی و تعیین مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین متغیر اثرگذار بر توزیع این گونه را با استفاده از تابع HOF بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که گونه فستوکا نسبت به ارتفاع، روند هم‌نوازی افزایشی دارد و این متغیر مهم‌ترین متغیر در عکس‌العمل این گونه بوده است. مقدار اپتیمم ارتفاع جهت حضور این گونه ۳۰۳۷ و دامنه اکولوژیکی آن بین ارتفاع ۲۲۴۴ متر تا ۳۰۳۷ متر بوده است و این متغیر مهم‌ترین متغیر در عکس‌العمل این گونه بوده و متغیر وزن مخصوص ظاهری خاک کم‌اهمیت‌ترین متغیر در توزیع این گونه بوده است. رفتار گونه *F. ovina* نسبت به EC، کربن آلی خاک، شن و شیب روند هم‌نوازی افزایشی داشته، اما برای درصد رس روند هم‌نوا کاهشی نشان داد. چرای سنگین دام در مراتع نیمه‌خشک عامل مهمی است که موجب کاهش میزان کربن و نیتروژن خاک شده، اما هیچ اختلاف معنی‌داری در نسبت کربن به نیتروژن خاک مشاهده نشده است (کادم، ۱۹۹۵).

چنج^۱ و همکاران (۲۰۰۷) اثرات بلندمدت چرای دام را بر روی میزان نیتروژن خاک و کربن در گراسلندهای مغولستان بررسی کردند و بیان کردند که چرای سنگین دام موجب کاهش میزان نیتروژن و کربن شده است (جوادی و همکاران، 2005) اثر شدت چرای دام بر تغییرات ماده آلی و نیتروژن خاک در مراتع لار را بررسی کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش شدت چرای دام سبب کاهش میزان ماده آلی خاک و میزان نیتروژن خاک شده است.

منابع آب شیرین در دنیا با محدودیت‌هایی مواجه است. استفاده بهینه از مناطق شور و گیاهان شورپسند، ازجمله مواردی است که در مدیریت مرتع در مناطق خشک و

1. Kadmon
2. Cheng

اکوسیستم قرار بگیرد.

برای انجام تحقیق ضمن انجام عملیات صحرایی در منطقه مورد مطالعه، اقدام به نمونه برداری از پوشش گیاهی و خاک می شود. به منظور نمونه گیری فاصله یک کیلومتری به ده قسمت صدمتری تقسیم بندی شد و در هر قسمت، ضمن استقرار ترانسکت صدمتری، تعداد پنج پلات در هر ترانسکت مشخص شد. محل استقرار اولین ترانسکت به صورت تصادفی بوده و سه ترانسکت دیگر با زاویه ۴۵ درجه از همدیگر در مرتع مستقر شد (فخیمی ابرقویی و همکاران، ۲۰۱۴؛ زاوه و همکاران، ۲۰۰۷). ضمن شناسایی گونه های گیاهی، حضور و یا غیاب هر گونه در منطقه یادداشت می شود. در مرکز هر پلات، اقدام به نمونه گیری خاک از عمق صفر تا بیست سانتی متر می شود. نمونه های خاک به آزمایشگاه منتقل شده و آزمایش های لازم برای اندازه گیری pH، EC، بافت خاک (سیلت، رس و شن)، کربن آلی، نیتروژن و فسفر انجام می شود. در این تحقیق، pH با استفاده از pH متر، EC با استفاده از هدایت سنج مدل ۳۳۱۰ برحسب دسی زیمنس بر متر، بافت خاک به روش هیدرومتری، کربن آلی با روش والکی بلک، نیتروژن با روش کج دال و فسفر با روش اولسون اندازه گیری می شود (امان اللهی و همکاران، ۱۳۸۷).

برای بررسی رفتار گونه های و دامنه اکولوژیک دو گونه نسبت به گرادبان غالب محیطی، از تابع HOF استفاده می شود (دیانتی و همکاران، ۱۳۹۴؛ شریفی و همکاران، ۱۳۹۴)، تابع HOF تابعی است که الگوی پاسخ مشاهده شده گونه را توصیف می کند. این تابع شامل پنج مدل زیر است که برای داده های پوشش مناسباند (هیوزمن^۱ و همکاران، ۱۹۹۳). به منظور برازش هر یک از مدل های HOF و تعیین مقدار بهینه و دامنه بوم شناختی از بسته eHOF^۲ در نرم افزار R استفاده می شود. از معیار AIC^۳ به منظور تعیین مدل بهینه در برازش منحنی پاسخ گونه استفاده می شود (اکائیک^۴، ۱۹۷۳)

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

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

1. Huisman
2. Extended Huisman-Olff-Fresco
3. Akaike information criterion
4. Akaike

فاصله ۴۵ کیلومتری شمال گرگان و ۳۰ کیلومتری شمال آق قلا واقع شده است. اینچه برون معرف مراتع شور استان گلستان است. آب و هوای منطقه براساس آمار ایستگاه های هواشناسی خشک بوده و از نظر تقسیم بندی اقلیمی، به روش آمبرژه، به ترتیب جزء اقلیم خشک معتدل و نیمه بیابانی محسوب می شود. این منطقه دارای دمای متوسط سالانه ۱۷/۷ درجه سانتی گراد است. همچنین میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰/۹ میلی متر بوده که در فاصله ماه های آبان تا اردیبهشت ریزش می کند. شیب عمومی اراضی به لحاظ پستی و بلندی، تقریباً مسطح و بدون پستی و بلندی است. خاک منطقه شور و دارای بافت سیلتی لومی است (حسینی، ۲۰۰۷).

گونه *Frankenia hirsuta*

گیاهی است چندساله و سبزرنگ معمولاً در قاعده چوبی، به ارتفاع تقریباً ۳۰ سانتی متر، دارای ساقه های خوابیده یا برافراشته دارای موهای سفیدرنگ، در قاعده، دارای برگ های خطی یا مستطیلی، به عرض ۲ تا ۵ و به طول ۳ تا ۸ میلی متر است. گل های این گیاه به رنگ صورتی روشن، گل آذین گرز مرکب با گل های جانبی انتهایی و دارای ۴ تا ۵ عدد گل برگ کوچک است. این گونه تحمل خیلی خوبی به خاک های خشک و شور دارد، در اغلب خاک ها قادر به رشد بوده و می تواند به عنوان گیاه پوششی و رونده، به خاک چسبیده و پیش برود و پوشش نسبتاً یکنواختی ایجاد کند. این گونه به عنوان یک گونه هالوفیت در تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دام و همچنین حفاظت خاک از اهمیت خاصی برخوردار است. انتشار جغرافیایی این گیاه شامل دشت گرگان، ساری، رشت، تبریز، ارومیه و تهران است (همان).

نمونه برداری

با هدف شناخت و دستیابی به اطلاعات کاربردی در مراتع شور استان گلستان و با توجه به اطلاعات اندک در خصوص این گونه، نمونه برداری برای شناخت خصوصیات اکولوژیک آن اهمیت ویژه ای دارد. علاوه بر این، گونه *Frankenia hirsuta* از جمله گونه های مهم این مراتع (هم از نظر علوفه ای و هم از نظر حفاظت خاک) بوده و شناخت خصوصیات مؤثر بر پراکنش این گونه می تواند راهنمایی برای مطالعه این

از معیار AIC به منظور تعیین مدل بهینه در برازش منحنی پاسخ گونه استفاده می‌گردد (اکائیک، ۱۹۷۳)

نتایج

در جدول (۱)، مقادیر AIC برای هریک از مدل‌ها و متغیرها ارائه شده است که براساس آن می‌توان در رابطه با بهترین مدل برای برازش رابطه بین فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* و متغیرهای محیطی اظهار نظر کرد. با مشاهده مقادیر AIC می‌توان مدل‌هایی را که مقدار AIC آن‌ها کمتر از سایر مدل‌هاست و به صورت ستاره‌دار نشان داده شده‌اند، به عنوان بهترین مدل برای برازش رابطه بین متغیرهای محیطی و فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* انتخاب کرد. با توجه به جدول زیر می‌توان بیان کرد که چرای دام با اثراتی که بر روی فراوانی پوشش گونه *Frankenia hirsuta* گذاشته است، سبب شد که این گونه دارای انواع متنوعی از عکس‌العمل‌ها نسبت به گرادیان‌های محیطی باشد. در جدول (۳) پارامترهای تخمین زده شده مدل بهینه HOF برای هر کدام از متغیرها به همراه دامنه و اپتیمم اکولوژیک ارائه شد.

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

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

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

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

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

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

مدل (۵) افزایش یا کاهش با نرخ‌های متفاوت، منحنی پاسخ چوله‌دار

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

در این مدل‌ها، x و y به ترتیب متغیرهای پاسخ و تبیینی، a ، b ، c و d پارامترهای تخمین زده شده و M مقدار ثابت که برابر با حداکثر احتمال است و برای داده‌های شمارشی حداکثر برابر با بیشترین مقدار ثبت شده در پلات و e عدد نپر (۲/۷۱۳) است. به منظور برازش هریک از مدل‌های HOF و تعیین مقدار بهینه و دامنه بوم‌شناختی، از بسته eHOF در نرم‌افزار R استفاده می‌شود.

جدول (۱): مقادیر آکائیک، مربوط به هریک از مدل‌ها برای هر متغیر محیطی

متغیر	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵
مقدار رطوبت خاک در ۵۰ گرم	۸۳۰۹/۱	*۸۳۲۹/۲	۸۳۹۱/۶	۸۳۷۶/۴	۸۳۹۶/۶
هدایت الکتریکی ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	۸۳۰۹/۱	*۸۳۰۰/۲	۸۳۸۴	۸۳۸۵/۹	۸۴۱۵/۱۱
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۸۳۰۹/۱	*۵۸۶۲/۲	۵۸۶۹/۱۴	۵۸۸۴/۸	۵۹۳۴/۸
نیترژن کل	۸۳۰۹/۱	۷۴۱۲/۵	*۴۰۴۱/۱۵	۴۰۴۶/۹	۴۰۴۵/۳
درصد سیلت	۸۳۰۹/۱	۴۸۴۷/۱	*۴۸۴۶/۲	۴۸۴۹/۱	۴۲۴۹/۴
درصد رس	۸۳۰۹/۱	۸۲۹۸/۳	*۷۵۶۳/۵	۷۶۶۴/۵	۸۳۱۳/۹
درصد شن	۸۳۰۹/۱	*۸۳۰۰/۳۱	۸۳۷۰/۳	۴۳۶۹/۱	۸۳۶۹/۸
pH	*۸۳۰۹/۱	۸۴۹۳/۷	۸۵۷۶/۱	۸۷۴۹/۶	۸۹۲۰/۳
فسفر خاک (p,p,m)	*۸۳۰۹/۱	۸۸۹۰/۱	۸۳۹۱/۲	۸۳۸۸/۲	۸۳۷۹/۱
کربن آلی (درصد)	۸۳۰۹/۱	*۸۱۳۲/۵	۸۲۷۶/۱	۸۳۴۸/۷	۸۳۲۰/۷
فاصله از آبشخور	۸۳۰۹/۱	*۸۳۷۱/۳	۸۴۴۹/۶	۸۳۹۱/۶	۸۳۴۸/۷

است. برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد که عکس‌العمل گونه *Frankenia hirsuta* نسبت به فاکتور رطوبت خاک، دارای منحنی پاسخ هم‌نوی افزایشی است (مدل ۲ و رابطه ۱). در واقع کاهش چرای دام با افزایش رطوبت خاک سبب افزایش فراوانی گونه *Frankenia*

برازش تابع HOF برای هریک از متغیرها

۱. متغیر میزان رطوبت خاک

همان‌طور که در جدول (۱) ارائه شده، فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* تحت تأثیر رطوبت خاک قرار گرفته

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد فاکتور درصد رس خاک، برای فراوانی گونه *Frankenia hirsute* دارای منحنی عکس‌العمل هم‌نوی کاهش پیوسته (مدل ۳) و رابطه (۴) است. در واقع این پارامتر تأثیر معنی‌داری بر فراوانی گونه *Frankenia hirsute* گذاشته است. افزایش در مقادیر این متغیر سبب شده رفتار این متغیر به صورت منحنی زیر دربیاید. مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۲۱/۰۲ و ۱۷-۲۴ می‌باشد (شکل ۴).

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{3.3+2.4x}} \right) \left(\frac{1}{1 + e^{1.2}} \right) \quad (4)$$

۵. متغیر هدایت الکتریکی خاک

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد که فراوانی گونه *Frankenia hirsute* نسبت به فاکتور هدایت الکتریکی دارای منحنی عکس‌العمل هم‌نوی کاهش (مدل ۲) و رابطه (۵) است. در واقع این پارامتر توانسته است تأثیر معنی‌داری بر پراکنش گونه فرانکنیا بگذارد و با افزایش چرای دام، این پارامتر سبب کاهش معنی‌داری در فراوانی گونه *Frankenia hirsute* شده است مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۱۹/۹ و ۵-۲۷ است (شکل ۵)

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{1.4+1.9x}} \right) \quad (5)$$

hirsuta شده است. مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۴۴/۸ و ۴۰-۵۲ می‌باشد (شکل ۱).

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{2.9+0.6x}} \right) \quad (1)$$

۲. متغیر درصد شن

فاکتور درصد شن نسبت به فراوانی *Frankenia hirsute* دارای منحنی پاسخ هم‌نوی افزایشی می‌باشد، با افزایش میزان درصد شن فراوانی گونه *Frankenia hirsute* افزایش یافته است و نشان می‌دهد که رفتار این متغیر از مدل ۲ و رابطه (۲) پیروی می‌کند. مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۲۰/۳ و ۱۰-۲۸ است (شکل ۲).

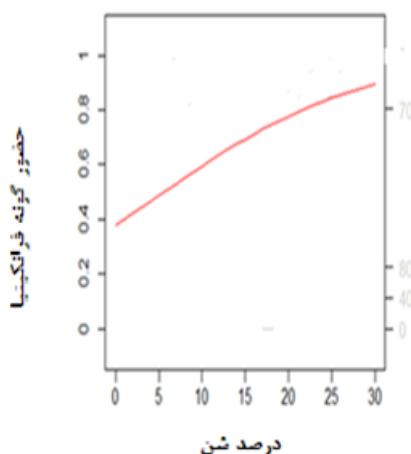
$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{2.9+0.4x}} \right) \quad (2)$$

۳. متغیر درصد سیلت

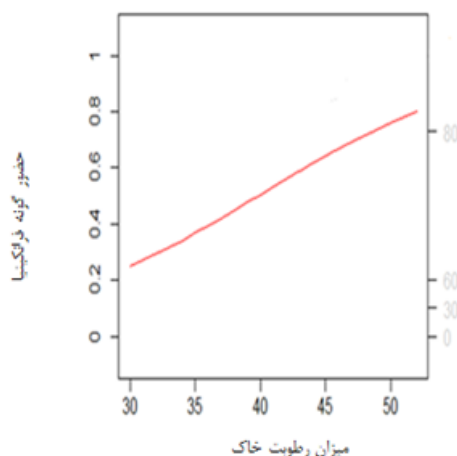
برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد فاکتور درصد سیلت دارای منحنی پاسخ کاهش پیوسته می‌باشد (رابطه ۳). در واقع لگدکوبی دام سبب افزایش درصد سیلت در نزدیک آبشخور دام شده است و سبب شده رفتار این متغیر به صورت منحنی شکل (۵) دربیاید و از مدل ۳ پیروی می‌کند. مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۴۷ و ۴۰-۶۱ است (شکل ۳).

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{2.1+2.6x}} \right) \left(\frac{1}{1 + e^{1.4}} \right) \quad (2)$$

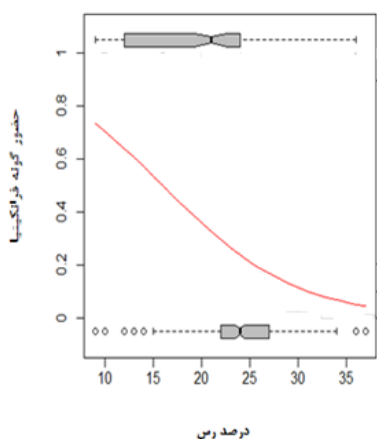
۴. متغیر درصد رس



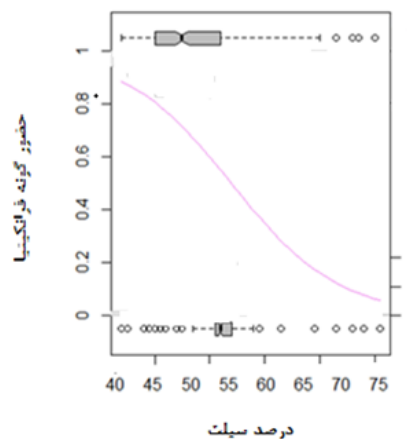
شکل (۲): برازش تابع HOF به درصد شن



شکل (۱): برازش تابع HOF به درصد رطوبت خاک



شکل (۴): برازش تابع HOF به درصد رس



شکل (۳): برازش تابع HOF به درصد سیلت

فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* افزایش یافته و از مدل ۳ و رابطه (۸) پیروی می‌کند. در واقع افزایش در این متغیر سبب افزایش فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* شده است (شکل ۸). مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۰/۴۵۸ و ۰/۴-۰/۴۸ است.

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{5.54.4x}} \right) \left(\frac{1}{1 + e^{1.7}} \right) \quad (۸)$$

۹. متغیر فسفر خاک

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد که متغیر فسفر خاک، برای فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* گیاهی دارای منحنی عکس‌العمل یکنواخت مدل ۱ و رابطه (۹) است. در واقع این پارامتر تأثیر معنی‌داری بر فراوانی گونه مورد مطالعه نگذاشته است. مقدار دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر به ترتیب برابر با ۰/۵۸-۱/۹ است (شکل ۹).

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{2.45}} \right) \quad (۹)$$

۱۰. متغیر درصد کربن خاک

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد که فاکتور کربن آلی خاک دارای منحنی پاسخ هم‌نوی افزایشی می‌باشد. ارزیابی داده‌ها نشان می‌دهد میزان کربن خاک در نزدیک آبشخور دام کاهش یافته است و سبب شده رفتار این متغیر به صورت منحنی شکل (۱۰) و رابطه (۱۰) حاصل شود و از مدل ۲ پیروی کند. مقدار بهینه و دامنه

۶. اسیدیته خاک

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد که فاکتورهای اسیدیته خاک، دارای منحنی یکنواخت برای فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* است (مدل ۱ و رابطه ۶). در واقع این پارامترها تأثیر معنی‌داری بر احتمال حضور گونه فرانکینیا نگذاشته است. دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، برابر با ۷/۱-۸/۹ است (شکل ۶).

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{2.45}} \right) \quad (۶)$$

۷. متغیر وزن مخصوص ظاهری

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد که فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* نسبت به فاکتور وزن مخصوص ظاهری، دارای منحنی عکس‌العمل هم‌نوی کاهشی (مدل ۲) و رابطه (۷) است. در واقع نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که متغیر وزن مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر چرای دام قرار گرفته است. مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۱/۱ و ۱/۶-۰/۲ است (شکل ۷).

$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{0.9+9x}} \right) \quad (۷)$$

۸. متغیر ازت خاک

برازش داده‌های جدول (۱) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد فاکتور میزان ازت خاک دارای منحنی پاسخ هم‌نوی افزایشی پیوسته می‌باشد. با افزایش میزان ازت خاک درصد

فرانکینیا نسبت به فاصله از آبشخور دام نشان داده شد. منحنی پاسخ این گونه از مدل (۲) و رابطه (۱۱) یعنی هم‌نوی افزایشی پیروی می‌کند. مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۸۲۵ متر و ۲۰۰-۱۰۰۰ متر است.

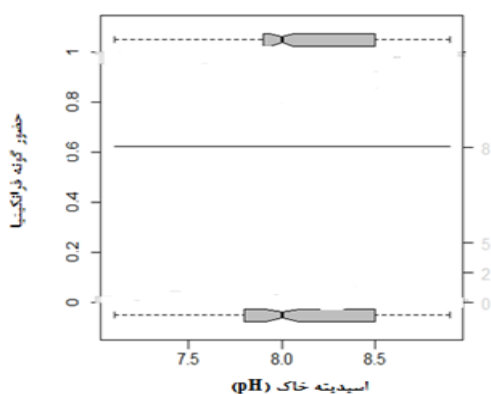
$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{6.4+0.6x}} \right) \quad (11)$$

اکولوژیک این گونه نسبت با این متغیر، به ترتیب برابر با ۱/۶ و ۰/۸-۰/۳ می‌باشد.

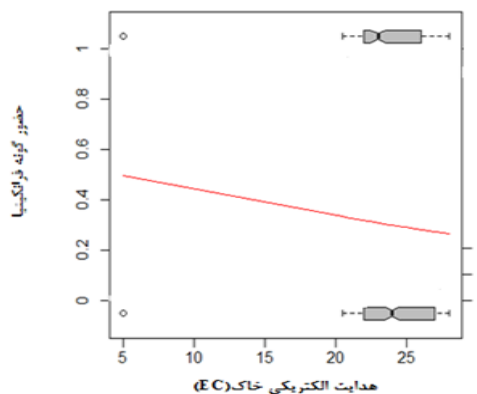
$$Y = M \left(\frac{1}{1 + e^{1.1+0.6x}} \right) \quad (6)$$

۱۱. متغیر فاصله از آبشخور دام

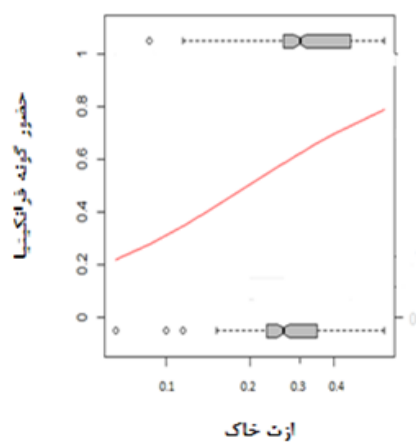
برازش داده‌های جدول (۱) و جدول (۲) با استفاده از تابع HOF نشان می‌دهد در شکل (۱۱)، منحنی عکس‌العمل گونه



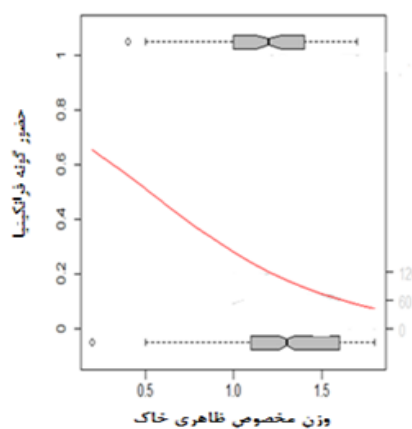
شکل (۶): برازش تابع HOF به pH



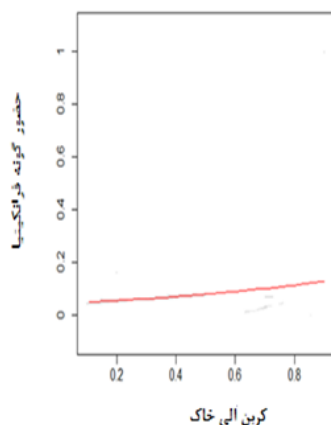
شکل (۵): برازش تابع HOF به Ec



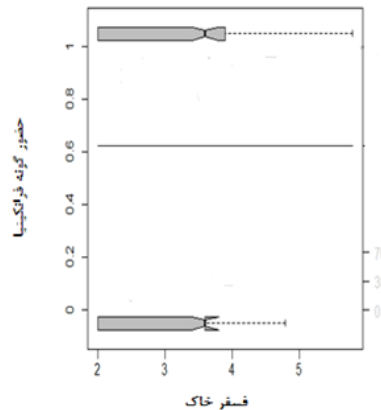
شکل (۸): برازش تابع HOF به درصد اِزت



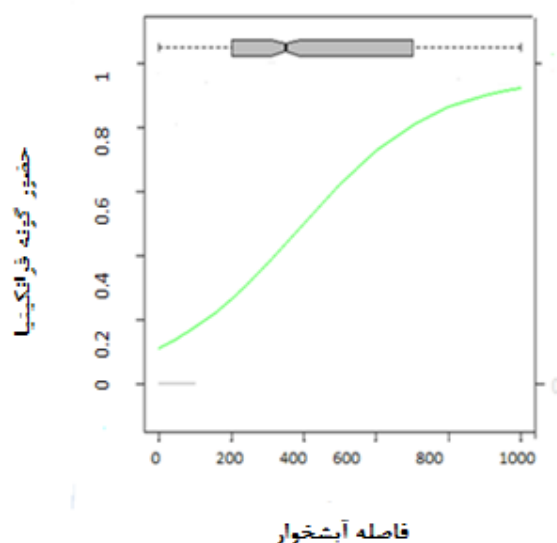
شکل (۷): برازش تابع HOF به وزن مخصوص ظاهری



شکل (۱۰): برازش تابع HOF به کربن آلی خاک



شکل (۹): برازش تابع HOF به میزان فسفر خاک



شکل (۱۱): برازش تابع HOF به فاصله از آبخشور

جدول (۲): مقادیر آمار توصیفی، دامنه اکولوژیک و مقدار بهینه برای هر متغیر محیطی

مقدار بهینه	دامنه اکولوژیک	پارامترهای مدل					میانگین	حداکثر	حداقل	متغیر
		e	d	c	b	a				
۴۱/۱	۲۷-۵	-	-	-	۰/۶	۶/۸	۴۴/۳۹	۵۲	۳۰/۱	مقدار رطوبت خاک
۱۹/۹	۵۲-۴۰	-	-	-	۱/۹	۱/۴	۲۳	۲۸	۵	هدایت الکتریکی ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
۱/۱	۰/۲-۱/۶	-	-	-	۰/۹	۱/۵	۱/۳۱	۱/۸	۰/۲	وزن مخصوص (gr/cm^3)
۰/۴۵۸	۰/۰۴۷-۰/۰۴	-	-	۱/۷	۴/۴	۵/۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۸	۰/۰۴	نیتروژن کل
۴۷	۶۱-۴۰	-	-	۱/۴	۲/۶	۲/۱	۵۹/۱۲	۶۸/۰۸	۴۰/۱	درصد سیلت
۲۱/۰۲	۲۴-۱۷	-	-	۱/۲	۲/۴	۳/۳	۲۴	۳۰/۳۱	۱۵	درصد رس
۲۰/۳	۲۸-۱۰	-	-	-	۲/۹	۴	۱۲/۱۵	۳۰	۴	درصد شن
-	۷/۱-۸/۹	-	-	-	-	۲/۴۵	۸/۰۸	۸/۹	۷/۱	pH
-	۱/۹-۰/۵۸	-	-	-	-	۲/۴۵	۲/۸	۵/۸	۱/۹	فسفر خاک (p.p.m)
۰/۶	۰/۱-۰/۳	-	-	-	۰/۶	۱/۱	۰/۴	۰/۹	۰/۱	کربن آلی (درصد)
۸۲۵	۱۰۰۰-۲۰۰	-	-	-	۰/۶	۶/۴	۶۰۰	۱۰۰۰	۰	فاصله از آبخشور

بحث

در واقع در نزدیک آبخشور، در اثر تردد دام، پوشش گیاهی به صورت خیلی ضعیف درآمده و به دنبال آن سبب کاهش میزان تخلخل خاک شده که در نهایت، سبب کاهش میزان رطوبت از سطح گیاه و خاک شده است. مقدار بهینه این متغیر برای این گونه ۴۰/۱ است. نتایج این مطالعه با تحقیق جوادی و همکاران (۱۳۸۴) که چرای دام سبب کاهش

نتایج نشان می‌دهد که منحنی پاسخ گونه *Frankenia hirsuta* نسبت به میزان رطوبت خاک به صورت هم‌نوای افزایشی می‌باشد که نشان‌دهنده پراکنش بالای گونه‌ها در اثر افزایش رطوبت خاک ناشی از کاهش میزان چرای دام است.

لاش برگ، کاهش میزان تخلخل خاک و کاهش رطوبت خاک می شود، مطابقت دارد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که وزن مخصوص ظاهری در نزدیک آبشخور افزایش می‌یابد. نتایج بافت خاک نشان می‌دهد با افزایش میزان درصد شن، احتمال حضور گونه *Frankenia hirsuta* افزایش یافته است. این مدل به صورت هم‌نوای افزایشی مدل ۲ می‌باشد. همچنین با افزایش میزان درصد سیلت و رس احتمال حضور گونه *Frankenia hirsuta* کاهش یافته است. این نتایج بیانگر این است که گونه *Frankenia hirsuta* موجود در منطقه اینچ‌برون، در خاک‌های با درصد شن بالا و رس و سیلت پایین، پراکنش بیشتری دارد. مقدار بهینه برای این سه متغیر (شن، سیلت و رس) به ترتیب ۲۰/۳، ۲۱/۲ و ۴۷/۲ می‌باشد. گونه‌های گیاهی در خاک‌هایی با درصد سیلت و رس بالا پراکنش کمتری دارند (چنج و همکاران، ۲۰۰۷). این نتایج با مطالعه کهن‌دل و همکاران (۲۰۱۱) و میچانوس^۱ و همکاران (۱۹۸۸) اظهار داشتند که چرای دام می‌تواند سبب از بین رفتن ساختمان خاک و فشرده شدن آن شود، مطابقت دارد.

اسیدیته خاک در منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را در طول گرادیان چرای نشان نمی‌دهد. منطقه مورد مطالعه جزو خاک‌های قلیایی می‌باشند. با توجه به میزان تغییرات pH و نتایج به دست آمده از تجزیه تحلیل داده‌های pH به این نتیجه رسیدیم که pH تأثیری در پراکنش گونه *Frankenia hirsuta* نگذاشته و تغییرات آن تقریباً به صورت یکنواخت است (ابرسجی و همکاران، ۱۳۹۱) با بررسی عوامل تأثیرگذار در پراکنش گونه فرانکینیا در مراتع اینچ‌برون استان گلستان، به این نتیجه رسیدند که pH با داشتن میانگینی ۷/۸ در پراکنش گونه *Frankenia hirsuta* تأثیری ندارد و نمی‌توان pH خاک را از عوامل تأثیرگذار در پراکنش پوشش گیاهی گونه فرانکینیا دانست. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی خاک نسبت به فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* دارای منحنی هم‌نوای کاهشی (مدل ۲) می‌باشد. در واقع این

پارامتر نیز یکی از متغیرهایی است که بر پراکنش گونه *Frankenia hirsuta* اثر گذاشته است. این پارامتر در طول گرادیان چرای دام تفاوت معنی‌داری در درصد تاج‌پوشش گیاهی ایجاد کرده است. مقدار بهینه این متغیر برای این گونه ۱۹/۹ میکروموز بر سانتی‌متر است (فرانک و همکاران، ۱۹۹۵). در واقع وابسته بودن خاک رویشگاه مورد نظر در محدوده چرای سنگین به EC را می‌توان به تجمع نمک در سطح خاک به علت چرای دام و کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش ظرفیت تبادل در کاتیون‌ها نسبت داد (چنج و همکاران، ۲۰۰۷؛ فوتلی و همکاران، ۲۰۰۰. بیلی و همکاران، ۱۹۸۹). در تحقیق خود بیان کردند هدایت الکتریکی رابطه مستقیم با شدت چرای دام دارد که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد (بیلی و همکاران، ۱۹۷۰)

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که متغیر وزن مخصوص ظاهری خاک نیز تحت تأثیر چرای دام قرار گرفته و رفتار این متغیر نسبت به چرای دام، به صورت هم‌نوای کاهشی می‌باشد، به طوری که بیشترین تأثیر این متغیر در نزدیک آبشخور دام (۰- متر ۲۰۰) و کمترین اثر آن در فاصله ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متری است. این متغیر دارای مقدار بهینه $1/1 \text{ gr/cm}^3$ می‌باشد (زاوه و همکاران، ۲۰۰۷). فشردگی خاک ناشی از لگدکوبی دام، سبب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود (فخیمی‌ابرقویی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج حاصل از این مطالعه با تحقیق (بیلی، ۱۹۷۰؛ درمار^۲، ۱۹۹۷) که نشان می‌دهد چرای شدید دام سبب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود، همخوانی دارد. چرای گیاهان و لگدکوبی سبب فشرده شدن خاک و کاهش میزان تخلخل آن می‌شود. از طرفی چرای دام سبب کمبود لاش‌برگ و کاهش ماده آلی و در نهایت موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری می‌شود (بخشی‌خانکی و محمدی، ۲۰۱۲). از طرفی جواد و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیق خود، به این نتیجه رسیدند که بیشترین تأثیر وزن مخصوص ظاهری خاک در اطراف آبشخور نمود پیدا می‌کند که با نتایج تحقیق فوق همخوانی دارد. کادمم (۱۹۹۵) نشان

حضور گونه فرانکینیا زیاد شده است. مقدار بهینه برای این متغیر در فاصله ۸۲۵ متری از آبشخور است. فاصله ۸۰۰-۱۲۰۰ متر از آبشخور، احتمال حضور گونه فرانکینیا بیشتر است (زاوه و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج نشان داد که پاسخ یکنواخت، هم‌نوی افزایشی کاهشی بیشترین پاسخ گونه را به متغیرهای محیطی داشته است. در منطقه مورد مطالعه به علت یکنواخت بودن منطقه و عدم وجود عوامل توپوگرافی چرای دام به‌طور مستقیم و غیرمستقیم پاسخ گونه فرانکینیا را تحت تأثیر قرار داده است. براساس نتایج و مدل‌سازی، بیشترین پاسخ این گونه از مدل یک و مدل ۲ تبعیت کرده است. در شرایطی که گونه از اثر رقابتی گونه‌های دیگر رهاست، دارای آشیان اکولوژیکی بالقوه یا پایه است و حضور و پراکنش آن به برآیند سایر متغیرهای محیطی وابسته است. با این حال، تابع HOF یک روش کارآمد برای مدل‌سازی گونه‌ها در طول گرادیان‌های محیطی برای شناخت و درک ارتباطات و تأثیرات عوامل محیطی و پوشش گیاهی است. بنابراین، شناسایی این ارتباطات می‌تواند راهنمای خوبی برای مدیریت، اصلاح و احیای مراتع، حفاظت از خاک در مقابل فرسایش بادی و همچنین به‌عنوان راهنمایی برای مطالعات تحقیقی و اجرای طرح‌های تحقیقاتی توسط دولت برای این منطقه و مناطق مشابه اکولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد.

می‌دهد چرای شدید دام سبب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود.

نتایج نشان می‌دهد که میزان کربن آلی خاک در محدوده چرای سنگین کاهش پیدا کرده است و رفتار فراوانی گونه *Frankenia hirsuta* نسبت به این متغیر به‌صورت هم‌نوی کاهشی می‌باشد. این متغیر دارای مقدار بهینه ۰/۶ است. با افزایش شدت چرای دام از میزان کربن آلی کاسته شده و دلیل آن کاهش درصد پوشش گیاهی است (فخیمی‌ایرغویی و همکاران، ۲۰۱۴؛ باری^۱ و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کاهش فاصله از آبشخور، سبب کاهش نیتروژن خاک همانند ماده آلی خاک شده است و پارامتری است که منحنی عکس‌العمل آن به‌صورت هم‌نوی افزایشی می‌باشد. این متغیر دارای مقدار بهینه ۰/۴ است. با توجه به اینکه مقدار نیتروژن خاک به‌خصوص در لایه‌های سطحی بیشتر به‌صورت ترکیبات آلی وجود دارد، فرایند تجمع نیتروژن در خاک با تجمع مواد آلی رابطه نزدیک دارد. بنابراین در شدت‌های چرای سنگین از میزان نیتروژن به‌شدت کاسته می‌شود (ابرسجی و همکاران، ۲۰۱۱؛ حیدریان و همکاران، ۲۰۱۰؛ بخشی‌خانکی و محمدی، ۲۰۱۲؛ کیلی و والکر، ۱۹۷۶). چرای دام متغیری است که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم حضور گونه مذکور را تحت تأثیر قرار داده است، و سبب کاهش حضور گونه فرانکینیا شده است. با فاصله از آبشخور دام، احتمال

منابع

1. Abrisaji, G. A., Mahdavi, M., Jouri, H., 2011. The investigation of the effect Microtopography Factor and Some of Soil Chemical C and characteristics on the Distribution of *Frankenia hirsuta* Plant in Saline and Alkaline Rangelands of Golestan Province, *Plants and Ecosystems* 8, 75-87.
2. Anderson, V. J., Briske, D. D., 1995. Herbivore-induced species replacement in grasslands: is it driven by herbivory tolerance or avoidance?. *Ecological Applications* 5, 1014-1024.
3. Austin, M.P., 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological modeling*, 2, 101-118.
4. Akaike, H., 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, *International Symposium on Information Theory* 267-281.
5. Bailey, D.W., Gross, E., Laca, R., 1989. Management of Cattle Distribution. *Rangelands* 11, 159-161.

6. Bailey, A. W., 1970. Barrier effect of the shrub *Elaeagnus commutate* on grazing cattle and forage production in central Alberta. *Journal of Range Management* 23, 248-251.
7. Bakhshi Khaniki, G., Mohammadi, B., 2012. Ecological Study of Some Species of the Genus *Salsola* (Chenopodiaceae) in Golestan Province. *NCMBJ* 2, 45-52.
8. Bari, F., Wood, M. K., Murray, L., 1995. Livestock grazing impacts on interrill erosion in Pakistan. *Journal of Range Manage* 48, 251-257.
9. Cheng, X., An, S., Chen, J., Li, B., Liu, Y., Liu, S., 2007. Spatial relationships among species, above-ground biomass, N, and P in degraded grasslands in Ordos Plateau, northwestern China. *Journal of Arid Environments* 68, 652-667.
10. Dormaar, J. F., Adams, B. W., Willms, W. D., 1997. Impacts of rotational grazing on mixed prairie soils and vegetation. *Journal of Range Management*, 50, 647-651.
11. Dianati Tilaki, G. A., sharifi, A. M., Alavi, S. J., 2015. Comparison of the ecological amplitude of *Festuca ovina* L. and *Poa bulbosa* L. to some environmental variables using the function HOF (Case study: Rangeland of Glandrood). *Journal of Range and Watershed management*, 68 2, 269-285.
12. Fakhimi Abarghouie, E., Gholami, P., Javadi, S. A., 2014. Response of Vegetation and Soil Chemical Characteristics to Different Grazing Intensities in Steppe Rangelands of Nodushan, Yazd province. *Iranian Journal of Range and Desert Research* 21, 109-118.
13. Fotelli, M.N., Radoglou, K.M. and Constantinidou, H.I. 2000. Water Stress Responses of Seedlings of Four Mediterranean Oak Species. *Tree physiology* 20, 1065-1075.
14. Frank, A. B., Tanaka, D.L., Hofmann, L. Follett, R. F., 1995. Soil Carbon and Nitrogen of Northern Great Plains Grasslands as Influenced by long-term Grazing. *Journal of Range Management*, 48, 470 - 474.
15. Heidarian Aghakhani, M., Naghipour, A. A., Tavakoli, H., 2010. The Effects of Grazing Intensity on Vegetation and Soil in Sisab Rangelands, Bojnord, Iran. *Iranian journal of Range and Desert Research* 17, 243-253.
16. Hosseini, S. A., 2007. Report determining forage harvesting plan ranges. *Agriculture Natural Resources Research Center of Golestan province*, Page 39.
17. Huisman, J., Olf, H.L., Fresco, L.F.M., 1993. A hierarchical set of models for species response analysis. *Journal of Vegetation Science* 4, 37- 4.
18. Javadi, S. A., jafari, M., zahedi, Gh., 2005. Investigation on grazing effects upon soil parameters at Lar Summer Rangeland. *Journal of agricultural Sciences Islamic Azad University* 4, 71-78.
19. Kadmon, R., 1995. Plant Competition along Soil Moisture Gradients: a field Experiment with the Desert Annual *Stipa Capensis*. *Journal of Ecology* 83, 253 – 262.
20. Kelly, R.D., Walker, B. H., 1976. The effects of different forms of land use on the ecology of a semi-arid region in south-eastern Rhodesia. *The Journal of Ecology* 64, 553-576.
21. Kohandel, A., Arzani, H., Hosseini Tavassol, M., 2011. Effect of grazing vegetation characteristics using Principal intensity on soil and components analysis. *Iranian Journal of Range and Desert Research* 17, 518-526.
22. Milchunas, D.G., Sala, O.E., Lauenroth, W.K., 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132, 87-106.
23. Mohammadsharifi, A., Dianati Tilaki, G.A., Alavi, S. J., 2015. Investigating the response of *Festuca ovina* L. to some environmental variables using HOF function in Galandrood watershed. *Journal of Rangeland* 8, 328-341.
24. Saravani Ghayor B., Bagheri, R., Mohseni, M., 2011. An Autecological Study of *Capparis spinosa* L. in Sistan Region Plants and ecosystems 8, 100-111.
25. Shaltout, K. H., Sheded, M. G., El-Kady, H. F., Sodany, Y. M., 2003. Phytosociology and size structure of *Nitraria retusa* along the Egyptian Red Sea coast. *Journal of arid*

- environments 53, 331-345.
26. Wesuls, D., 2013. The Grazing Fingerprint Modelling Species Responses and Trait Patterns along Grazing Gradients in Semi-Arid Namibian rangelands. *Ecological Indicators* 27,61–70.
27. Zhao, W.Y., Li, J.L., Qi, J.G., 2007. Change in Vegetation Diversity and Structure in Response to Heavy Grazing Pressure in the Northern Tianshan mountains, China. *Journal of Arid Environments* 68,465-479.

Investigation on the response of *Frankenia hirsuta* species to some environmental gradients using HOF function in the saline rangelands of Inchehbrun, Golestan province

Amin Mahmoodian Chooplu¹, Ghasem Ali Dianati Tilaki^{2*}, Seyed Jalil Alavi³

Received: 4/5/2016

Accepted: 14/12/2016

Abstract

Frankenia hirsuta is a perennial halophyte species playing an important role in forage production in Incheboron, Golestan Province. Examining the ecological niche of this species in rangeland ecosystems of Incheboron can predict their response to environmental factors and the effective management. The objective of this study was to investigate the response of *Frankenia hirsuta* species to some environmental gradients in the saline rangelands of Inchehbrun using HOF function. For this purpose, 400- 4m² quadrates were laid out as randomized-systematic along water point distance. Within each quadrat, presence of *Frankenia hirsuta* species was recorded. Soil samples were taken from 0-20 cm in each quadrat for analyzing bulk density, soil moisture, pH, N, EC, P, organic carbon, the percentage of sand, silt and clay. In order to study the shape of response curve in relation to the above-mentioned variables, HOF function was used with binomial distribution function. The data were analysed by R ver.3.0.2 statistical software. The results showed that the ecological amplitude and optimum along water point distance gradient for *Frankenia hirsuta* species has been estimated 200 – 1000 m and 825 m, respectively. The response curve of *Frankenia hirsuta* species to the water point distance gradient was also monotonically increasing. The behavior of *Frankenia hirsuta* species to organic carbon, N, sand and soil moisture increased monotonically. Overall, in saline rangelands of Golestan Province, this species has been distributed as patches in low lands and the places with suitable moisture and relatively less salinity. It is suggested that heavy grazing is prevented in the area for protection and sustainable utilization of this species,

Keywords: Response curve, *Frankenia hirsuta* , Environmental gradients, Function HOF .

1. M.Sc. Student, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University

2. Associate Professor, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University
Email: dianatig@modares.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University