بررسی عکس‌العمل گونه *Festuca ovina L.* به برخی متغیرهای محیطی با استفاده از تابع HOF در مراتع حوزه آبخیز گلندرود

علی‌محمد شریفی[۱]، قاسمعلی دیانتی تیلکی[۲*] و سید جلیل علوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۰۸/۰۱

چکیده

این تحقیق در مراتع استان مازندران، حوزه آبخیز گلندرود انجام شد. هدف این مطالعه بررسی عکس‌العمل *F. ovina* نسبت به برخی متغیرهای محیطی با استفاده از تابع HOF بود. برای انجام این تحقیق ۱۵۰ پلات یک متر مربعی در طول گرادیان ارتفاعی برداشت شد. روش نمونه‌برداری تصادفی- سیستماتیک بود. در هر سطح نمونه‌گیری حضور و عدم حضور گونه، ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه ثبت شدند. نمونه‌های خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک در هر پلات برداشت شدند. در هر نمونه خاک، وزن مخصوص ظاهری، pH، ازت، EC، مواد آلی، کربن آلی، درصد شن، رس و سیلت اندازه‌گیری شدند. به‌منظور مطالعه شکل منحنی پاسخ و استخراج مقدار بهینه اکولوژیکی در ارتباط با متغیرهای مورد مطالعه، تابع HOF با توزیع دوجمله‌ای استفاده شد. سپس داده ها به‌وسیله نرم‌افزار $R_{ver.3.0.2}$ آنالیز شدند. نتایج نشان داد که پاسخ *F. ovina* نسبت به ارتفاع روند هم‌نوا افزایشی داشت. مقدار بهینه ارتفاع برای حضور این گونه ۳۰۳۷ و دامنه اکولوژیکی آن بین ارتفاع ۲۲۴۴ متر تا ۳۰۳۷ متر بود. رفتار گونه *F. ovina* نسبت به EC، کربن آلی خاک، شن و شیب روند هم‌نوا افزایشی داشت. اما برای درصد رس روند هم‌نوا کاهشی نشان داد. آن بدین معنی است که *F. ovina* در خاک‌هایی که دارای حجم بالای رس باشند از حضور در آنجا اجتناب کرده است. رفتار *F. ovina* نسبت به pH با توجه به دیگر متغیرهای محیطی مورد مطالعه پاسخ تک‌نمایی و متقارن بود.

واژه‌های کلیدی: *Festuca ovina*، مقدار بهینه، تابع HOF، متغیرهای محیطی، منحنی عکس‌العمل.

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

[۲]- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

* نویسنده مسؤل: dianatig@modares.ac.ir و dianatitilaki@yahoo.com

[۳]- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

مقدمه

یکی از موضوعات مهم در اوت اکولوژی رستنی‌ها، تجزیه و تحلیل و درک روابط گونه‌های گیاهی و عوامل رویشگاهی، به‌ویژه عکس‌العمل گونه‌ها به گرادیان‌های اکولوژیکی است (۱۶). در چند دهه گذشته تلاش‌های زیادی برای پیوند عملکرد گونه‌ها به متغیرهای محیطی توسط بوم‌شناسان و آماردانان صورت گرفته است. متداول‌ترین تکنیکی که در حال حاضر بدین منظور استفاده می‌شود، تحلیل رگرسیون است. در بوم‌شناسی پوشش گیاهی، تحلیل رگرسیون به‌منظور برآورد پارامترهای اکولوژیکی مورد نظر، برای مثال مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه و ارزیابی اینکه کدام متغیر محیطی در عکس‌العمل گونه بیشترین سهم را دارد و کدام متغیر محیطی، مهم به‌نظر نمی‌رسد، استفاده می‌شود. چنین ارزیابی‌ها از طریق آزمون‌های معنی‌داری آماری صورت می‌گیرد (۲۱).

یک موضوع کلیدی در مطالعه روابط گونه و محیط، منحنی عکس‌العمل گونه است که به‌صورت منحنی عملکرد گونه در رابطه با تغییر در عوامل محیطی تعریف می‌شود، که ممکن است ثابت، به‌طور موزون یا همنوا افزایشی یا کاهشی[۱]، تک‌نمایی[۲] یا دو نمایی[۳] باشد. در مورد شکل مناسب منحنی عکس‌العمل برای گونه‌های گیاهی هنوز نظریه‌های بسیاری وجود دارد. رایج‌ترین نظریه‌ها در بوم‌شناسی پوشش گیاهی آن است که گونه‌ها عکس‌العمل‌های متقارن و تک‌نمایی به گرادیان‌های بوم‌شناختی دارند، البته ممکن است این حالت در تمام رویشگاه‌های گیاهی عمومیت نداشته باشد، چون منحنی‌ها می‌توانند بر اساس تأثیر عوامل بوم‌شناختی به‌صورت زنگوله‌ای، دونمایی، چوله‌دار و غیره باشند. 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 خطی تعمیم یافته[۴]، مدل جمعی تعمیم یافته[۵]، مدل HOF[۶] و تابع بتا اشاره داشت. بونگرز[۷] و همکاران (۱۹۹۹) رابطه بین حضور وعدم حضور ۱۲ گونه گیاهی را با سه فاکتور اقلیمی با استفاده از مدل‌های HOF بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که این مدل‌ها به خوبی می‌توانند رابطه بین حضور گونه‌ها و فاکتورهای اقلیمی را مدل‌سازی کنند. اکسانن و مینچین[۸] (۲۰۰۲) از مدل HOF و سایر توابع برای ارزیابی شکل منحنی پاسخ گیاهان آوندی در طول گرادیان ارتفاعی استفاده کرده و نشان دادند که مدل‌های HOF یک روش مؤثر برای این هدف می‌باشند. ریجرن[۹] و همکاران (۲۰۰۳) از روش HOF برای مدل‌سازی منحنی پاسخ ۱۱۲ گونه گیاهی در طول شش گرادیان محیطی استفاده نمودند. جانسن[۱۰] (۲۰۰۸) در مطالعه منحنی عکس‌العمل گونه‌های گیاهی به گرادیان pH با استفاده از مدل HOF نشان داد که درصد بسیار کمی از گونه‌ها عکس‌العمل تک‌نمایی و متقارن داشتند. پپلر و کلیر[۱۱] (۲۰۰۹) غنای گونه‌ها و روگشت آنها را در طول گرادیان pH با استفاده از مدل‌های HOF بررسی و نشان دادند که روش مدل‌سازی HOF بدون شک یک روش مؤثر در الگوی جایگشت گونه‌ها است و بیان نمودند که پاسخ‌های چوله‌دارو یکنواخت برای نیمی از گونه‌ها مناسب‌ترین پاسخ‌ها هستند. ساچارو و جانسن[۱۲] (۲۰۱۰) منحنی پاسخ نوزده گونه (با فراوانی بیش از ۵ درصد) را در گرادیان ارتفاعی شوره‌زارها با استفاده از مدل HOF بررسی و به این نتیجه رسیدند که بیشتر گونه‌ها از مدل تک‌نمایی چوله‌دار تبعیت می‌کنند. جانسن و اکسانن[۱۳] (۲۰۱۳) بررسی‌هایی بر روی داده‌های حاصل از ۵۴۷ قطعه پوشش‌گیاهی در زمینهای زراعی پوشیده از علف‌های هرز در طول گرادیان pH با استفاده از تابع HOF انجام دادند.

مراتع شمال ایران با تنوع بالای گیاهان علفی از مهمترین اکوسیستم‌های طبیعی به‌شمار می‌روند. این گونه (*F. ovina*) که در مناطق مرتفع و کوهستانی رویش دارد

[1]-Monotonically increasing or decreasing
[2]- Unimodal
[3] -Bimodal
[4]- Generalized Linear Model
[5] -Generalized additive model

[6]-Huisman–Olff–Fresco
[7]-Bongers
[8]-Oksanen & Minchine
[9]-Rydgren
[10]-Jansen
[11]-Peppler & Kleyer
[12]-Sucharow & Jansen
[13]-Jansen & Oksanen

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

از گونه‌های فصل سرد می‌باشد و قادر به ادامه حیات در سرمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد است. گیاهی است چندساله، پشته‌ای متراکم با ساقه‌های خزنده زیرزمینی که از مهم‌ترین گونه‌های گندمی رویشگاه‌های مرتعی محسوب می‌شود (۲۴). گونه‌ای نسبتاً خوشخوراک و پرتولید مراتع بوده و برای بذرکاری و بذرپاشی در مناطق استپی و نیمه‌استپی کشور در پروژه‌های مرتعکاری توصیه شده است و نقش مهمی در تولید علوفه و حفاظت خاک مراتع دارد و گونهٔ مرتعی مقاوم به چرای دام و یا برش بوده، قادر به تحمل تنش ناشی از برداشت اندام‌های هوایی است و در نتیجه می‌تواند کاهش تولید ناشی از برش اندام‌های هوایی در بخش‌های مختلف را جبران کند (۱۰). قربانی و همکاران (۱۳۹۲)، به این نتیجه رسیدند که این گونه 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. شریفی و شاهمرادی (۱۳۸۷) و بور[1] (۱۹۷۰) نشان دادند که این گونه بومی استان اردبیل و در محدوده ارتفاعی ۹۰۰ تا ۴۲۲۰ گسترش دارد. همچنین گریم[2] و همکاران (۱۹۸۸) اشاره کرده‌اند که این گونه در همه شیب‌ها حضور دارد. جیمز[3] (۱۹۷۳) اشاره کرده است این گونه در خاک‌های سبک شنی، قلوه سنگی و درشت بافت گسترش بیشتری دارد. دافی[4] و همکاران (۱۹۷۴) پراکنش این گونه را در خاک‌های با زهکشی ضعیف و هوموس‌دار با pH، ۴/۵ تا ۵ گزارش کرده‌اند. همچنین بور (۱۹۷۰) انتشار این گیاه را در مراتع کوهستانی با خاک اسیدیبا قلیایی با زهکشی خوب ذکر کرده است. USDA[5] (۲۰۱۰) پراکنش این گونه را بیشتر در محدوده ارتفاعی ۹۱۵ تا ۲۴۴۰ متر از سطح دریا و شیب‌های تند در سطح خاک‌های شنی- لومی نشان داده است.با توجه به اینکه مطالعه روابط گونه و محیط در اکولوژی مرتع از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، این تحقیق با هدف بررسی منحنی عکس‌العمل گونهٔ *F. ovina* به برخی پارامترهای محیطی و تعیین مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونهٔ فوق با استفاده از تابع HOF در حوزه آبخیز گلندرود صورت گرفته است.

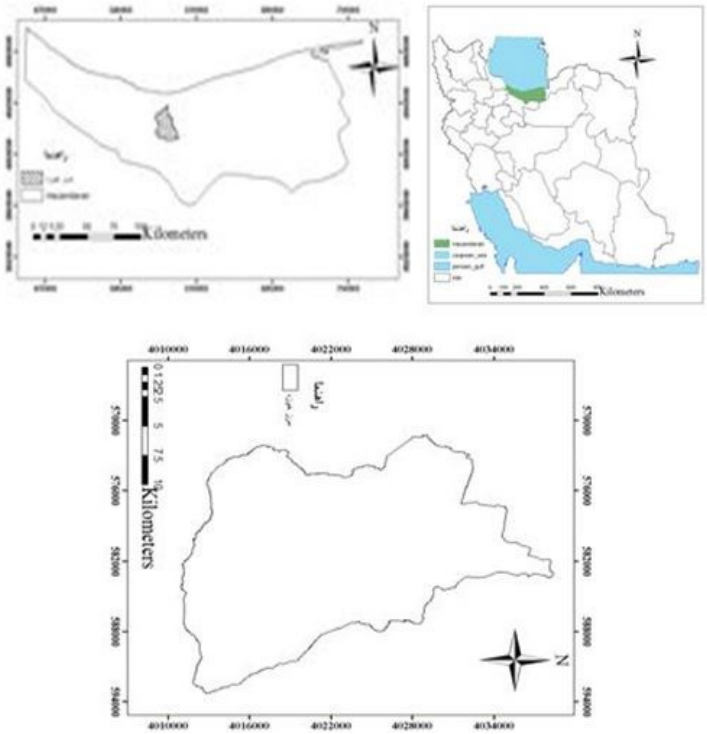
مواد و روش‌ها

وضعیت 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. مطالعه حاضر در ارتفاعات منطقه یعنی در مراتع ییلاقی صورت گرفته است (شکل ۱). این منطقه به‌صورت کوهستانی بوده که حداقل ارتفاع آن ۱۹۰۰ و حداکثر ارتفاع آن ۳۲۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالانه آن ۶۰۰ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت سالانه ۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه حداکثر دما ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۱۳).

[1]-Bor
[2]-Grime
[3]-James
[4]-Duffy
[5]-United States Department of Agriculture

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]



شکل۱: موقعیت منطقه مطالعاتی در استان مازندران

روش انجام تحقیق

در مطالعه حاضر با توجه به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و عملیات میدانی بر مبنای عوارض طبیعی و عوامل توپوگرافی، رویشگاه‌های گونه مورد مطالعه مشخص شد. سپس در تیپ‌های رویشی مختلف و همچنین در امتداد دامنه با در نظر گرفتن طبقات ارتفاعی، شیب و جهت دامنه، نمونه‌گیری از خاک و پوشش گیاهی به روش تصادفی- سیستماتیک صورت گرفت. بدین صورت که نمونه‌برداری در ۵ طبقه ارتفاعی (از ارتفاع ۳۲۰۰- ۲۲۰۰) و در چهار جهت در سه تکرار صورت گرفت و در هر تکرار سه پلات ۱ متر مربعی نمونه‌برداری و در مجموع ۱۵۰ پلات برداشت شد. سپس در داخل هر قطعه نمونه پارامتر فراوانی گونه تعیین گردید. در مرکز هر قطعه نمونه، نمونه‌گیری از خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت. بافت خاک به‌روش هیدرومتری، نیتروژن به‌روش کجلدال، کربن آلی به‌روش والکی بلاک، EC با هدایت سنج مدل ۳۳۱۰ Jenway pH با دستگاه pH متر و وزن مخصوص ظاهری (روش کلوخه) تعیین شد (۳). لازم به ذکر است محل استقرار کلیه قطعات نمونه و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از سیستم مکان‌یاب جهانی (GPS) برای برداشت های بعدی مشخص گردید. شیب نیز توسط دستگاه شیب سنج و جهت نیز به صورت آزیموت توسط قطب نما تعیین گردیدند. داده‌های مربوط به جهت با استفاده از رابطه بیرز[1] (۱۹۶۶) در تجزیه و تحلیل‌ها استفاده شده است (۹):

رابطه ۱: $A' = Cos(45-A)+1$

A' = مقدار تبدیل شده جهت

A = مقدار آزیموت جهت

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

[1]-Beers

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از ثبت داده‌های فراوانی گونه مورد مطالعه و اندازه‌گیری متغیرهای خاکی و توپوگرافی از تابع HOF (۱۷)، به‌منظور بررسی شکل منحنی عکس‌العمل گونه گیاهی مورد نظر نسبت به هریک از متغیرهای محیطی به‌طور جداگانه استفاده شد. این تابع دارای ۵ مدل بوده و قادر است انواع شکل منحنی عکس العمل (چوله‌دار، متقارن، یکنواخت، خطی) گونه را نشان دهد (۲۵):

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

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

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

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

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

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

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

رابطه۵: $y = M\left(\frac{1}{1+e^{a+bx}}\right)\left(\frac{1}{1+e^{c-bx}}\right)$

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

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

که در این مدل‌ها y و x به ترتیب متغیرهای پاسخ و تبیینی، پارامتر های مدل شامل a، b، c و d که 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. به منظور برازش هریک از مدل‌های HOF و تعیین مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه از بسته eHOF (۲۰) در نرم افزار R ver 3.0.2 (۲۷) استفاده شد. از مقادیرAIC (۱) به‌منظور تعیین مدل بهینه در برازش منحنی پاسخ گونه *F. ovina* 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 عملکرد است، یعنی مقداری از گرادیان که در آن گونه دارای بیشترین احتمال وقوع یا فراوانی براساس مدل خاص می‌باشد.

مقدار بهینه گونه از طریق منحنی‌های پاسخ، بدست آمده است. بدین صورت که مقدار بهینه گونه برایک متغیر، مقداری است مربوط به مد منحنی پاسخ آن گونه می‌باشد (۱۲). زندگی هر موجود زنده می‌تواند بین دو حد پائینی و بالایی از شرایط بوم‌شناختی یا محیطی صورت گیرد. بین این دو مرز یک حد مطلوب یا بهینه وجود دارد که فعالیت موجود زنده در آن موقعیت، بهتر صورت می‌گیرد. فاصله بین این دو حد پائینی و بالایی از شرایط بوم‌شناختی، دامنه یا میدان بوم‌شناختی نامیده می‌شود. دامنه بوم‌شناختی در تابع عکس‌العمل گوسی از "اپتیمم ± بردباری" محاسبه می‌شود (۲۱).

نتایج

در جدول ۱ آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد بررسی، مقدار اپتیمم و دامنه اکولوژیک گونه با استفاده از تابع HOF ارائه شده است.با توجه به مقادیر AIC به‌دست آمده برای مدل‌های یک تا پنج نسبت به متغیرهای محیطی مختلف، می‌توان گفت گونهٔ *F.ovina* دارای انواع متنوعی از عکس‌العمل‌ها نسبت به متغیرهای محیطی می‌باشد (جدول ۲). در جدول شماره ۳ پارامترهای تخمین زده شده مدل بهینه HOF برای هر کدام از متغیرها ارائه شده است. منحنی پاسخ گونهٔ *F. ovina* نسبت به متغیرهای مورد بررسی به شرح ذیل می‌باشد:

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

- ارتفاع از سطح دریا

به کارگیری تابع HOF نشان داده است که گونهٔ *F.ovina* نسبت به ارتفاع از سطح دریا رفتار همنوا افزایشی دارد (شکل ۲). استفاده از این تابع نشان داد که این گونه در ارتفاع ۳۰۳۷ متر ازسطح دریا بهترین عملکرد را از نظر حضور دارد.

- شیب دامنه

برازش تابع HOF نسبت به متغیر شیب نشان داده است که گونه *F.ovina* نسبت به این متغیر، رفتار همنوا افزایشی دارد. این گونه در مقدار شیب ۴۹ درصد به بیشترین میزان حضور خود در این منطقه رسیده است (شکل ۳).

جدول ۱: آماره‌های توصیفی، مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک گونه *F.ovina* در منطقه مورد بررسی با استفاده از تابع HOF

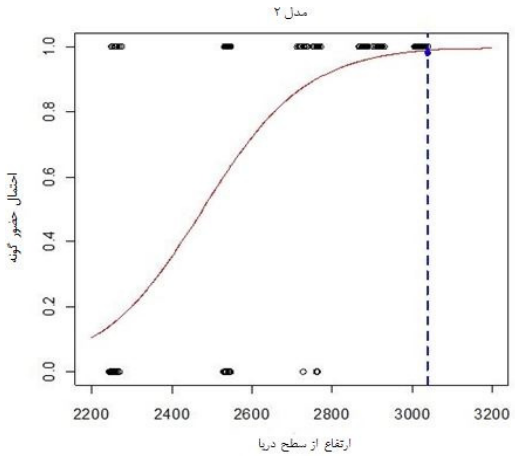
متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	مقدار بهینه	دامنه اکولوژیک
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۲۲۴۴	۳۰۳۷	۲۶۹۱	۳۰۳۷	۲۲۴۴ -۳۰۳۷
شیب (درصد)	۲۱	۵۰	۳۵/۹	۴۹/۹	۲۱ -۴۹/۹
جهت (آزیموت)	۰/۰۰۴	۱/۹۹۶	۱/۱۸۲	۸۴*	-
شن (درصد)	۳۸	۷۰	۵۲/۸۱	۶۹/۹	۳۸ -۶۹/۹
رس (درصد)	۸	۳۰	۱۸/۶	۸	۸ -۲۱/۹۲
سیلت (درصد)	۱۲	۴۰	۲۶/۱۱	۱۲-۲۸	۱۲ -۳۹/۷۲
کربن آلی خاک (درصد)	۱/۰۰۸	۲/۴	۱/۶۱	۲/۳۹	۱/۰۸ -۲/۳۹
هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	۲۳/۳	۲۴۰/۴	۸۹/۹۳	۲۴۰/۴	۲۳/۳ -۲۴۰/۴
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	۰/۷۷	۱/۸۷	۱/۳۹	-	-
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۵	۰/۴	۰/۱۹	۰/۱۶ – ۰/۴۰۶	۰/۱۱ – ۰/۴۰۶
pH	۶/۶۲	۷/۷۴	۷/۲	۷/۱۴	۶/۵۴ -۷/۷۳

جدول۲: مقادیر معیار اطلاعات آکائیک (AIC) مربوط به مدل‌های ۱ تا ۵ برای هریک از متغیرهای محیطی

متغیر / مدل	مدل ۱	مدل۲	مدل ۳	مدل۴	مدل۵
ارتفاع از سطح دریا(متر)	۱۷۹/۸۹	**۱۶۶/۹۸***	۱۶۷/۶	۱۶۷/۶	۱۶۹/۶
شیب	۱۷۹/۸۹	**۱۷۴/۴۶***	۱۷۵/۰۱	۱۷۵/۳۹	۱۷۶/۷۳
جهت	۱۷۹/۸۹	**۱۷۲/۸۷***	۱۷۴/۸۷	۱۷۴/۸۷	۱۷۶/۸۷
شن	۱۷۹/۸۹	**۱۷۹/۶۶***	۱۸۱/۵۱	۱۸۱/۲	۱۸۲/۹
رس	۱۷۹/۸۹	**۱۶۷/۱۷***	۱۶۹/۱۷	۱۶۹/۱۷	۱۷۱/۱۷
سیلت	۱۷۹/۸۹	۱۷۷/۵۲	**۱۷۴/۴۶***	۱۷۴/۹۴	۱۷۶/۹۲
کربن آلی	۱۷۹/۸۹	**۱۷۲/۶۸***	۱۷۴/۶۸	۱۷۴/۶۸	۱۷۶/۶۸
هدایت‌الکتریکی	۱۷۹/۸۹	**۱۷۴/۵۲***	۱۷۶/۵۲	۱۷۶/۵۲	۱۷۸/۵۲
وزن مخصوص ظاهری	**۱۷۹/۸۹***	۱۸۱/۰۸	۱۸۳/۰۸	۱۸۳/۰۸	۱۸۵/۰۸
نیتروژن کل	۱۷۹/۸۹	۱۸۰/۹۸	**۱۷۹/۳۱***	۱۸۲/۹۳	۱۸۱/۰۹
pH	۱۷۹/۸۹	۱۸۱/۴۸	۱۸۲/۶	**۱۷۸/۰۴***	۱۷۸/۰۷

*: نشان دهنده بهترین مدل نسبت به هر گرادیان محیطی می باشد

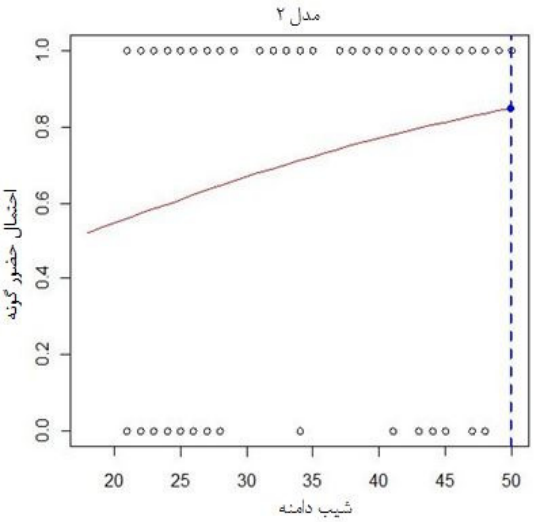
[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]



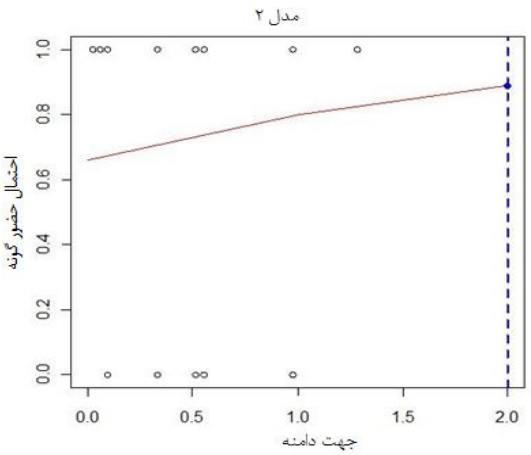
شکل ۲: برازش تابع HOF به متغیر ارتفاع

- جهت دامنه

هنگام استفاده از تابع HOF برای برازش منحنی عکس العمل نسبت به متغیر جهت این نتیجه حاصل شده است که این گونه نسبت به متغیر جهت دارای رفتار همنوا افزایشی است. به‌هر حال می‌توان گفت که این گونه در جهت‌های شمال شرقی دارای بهترین عملکرد می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۳: برازش تابع HOF به متغیر شیب دامنه



شکل ۴: برازش تابع HOF به متغیر جهت دامنه

- بافت خاک

برازش منحنی پاسخ گونهٔ *F.ovina* با استفاده از تابع HOF نشان داده است که بهترین مدل برای برازش منحنی عکس‌العمل گونه *F.ovina* نسبت به فاکتور شن، رس و سیلت به‌ترتیب عبارتند از مدل ۲، ۲ و ۳ می‌باشند. یعنی اینکه حضور این گونه نسبت به شن دارای رفتار همنوا افزایشی و با افزایش میزان شن بر میزان حضور گونه افزوده می‌شود و در مقدار شن ۶۹/۹ درصد به بیشترین میزان حضور در این منطقه رسیده است. این گونه نسبت به نوسانات میزان رس رفتار همنوا کاهشی نشان می‌دهد. یعنی اینکه با افزاش میزان رس خاک از احتمال حضور گونه کاسته شده است. اما برای فاکتور سیلت عکس‌العمل گونه به‌صورت آستانه‌ای کاهشی است، که مقدار حداکثر احتمال حضور گونه کمتر از مقدار کران بالای M (۱)، یعنی حداکثر احتمال است. در این مورد نقطه بهینه شامل بخشی از گرادیان (۲۸- ۱۲ درصد) است (شکل ۵، ۶، ۷).

- کربن آلی

استفاده از تابع HOF نشان داده است که گونهٔ *F.ovina* نسبت به کربن آلی خاک، رفتار همنوا افزایشی دارد (شکل ۸). یعنی اینکه احتمال حضور این گونه با افزایش مقدار کربن آلی خاک بیشتر شده، به‌طوری که در مقدار کربن ۲/۳۹ درصد بهترین عملکرد را داشته است. دامنه اکولوژیکی گونه *F.ovina* برای این متغیر در این منطقه با

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

بکارگیری تابع HOF از مقدار ۱/۰۰۸ تا ۲/۳۹ محاسبه شده است.

- هدایت الکتریکی(EC)

تابع HOF نشان داد که گونهٔ *F.ovina* دارای دامنه بوم‌شناختی ۰/۰۳۹ تا ۰/۲۴دسی‌زیمنس بر متر در رابطه با هدایت الکتریکی در این منطقه است. این گونه در مقادیر هدایت الکتریکی کم (۰/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر) به بهترین عملکرد خود از نظر احتمال حضور دست یافته است. این گونه نسبت به هدایت الکتریکی، رفتار همنوا افزایشی دارد (شکل ۹).

جدول ۳: پارامترهای برآورده شده حاصل از برازش مدل بهینه برای هر یک از متغیرهای محیطی مورد

متغیر محیطی	مدل بهینه	a	b	c	d
ارتفاع از سطح دریا(متر)	۲	۱/۸۲	-۶/۱۷	-	-
شیب(درصد)	۲	-۰/۲۳	-۱/۴۸	-	-
جهت(درجه)	۲	-۱/۹۳	۱/۵۳	-	-
شن(درصد)	۲	-۰/۴۴	-۱/۱۲	-	-
رس (درصد)	۲	-۲/۴۴	۲/۸۱	-	-
سیلت (درصد)	۳	-۱۰/۹	۱۲/۸۸	-۱/۲۶	-
کربن آلی خاک(درصد)	۲	۰/۳۴	-۳/۳۸	-	-
هدایت الکتریکی	۲	۰/۰۲	-۳/۲	-	-
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱	-۰/۹۴	-	-	-
نیتروژن کل (درصد)	۳	-۰/۰۲	-۲۴/۸۶	-۱/۱۴	-
pH	۴	-۵/۱۳	۴/۸۶	۰/۵۵	-

a ، d ، c،b پارامتر های مدل می‌باشند.

وزن مخصوص ظاهری (Bd)

استفاده از تابع HOF نشان داده است که مدل مناسب برای برازش منحنی عکس‌العمل گونهٔ *F.ovina* نسبت به وزن مخصوص ظاهری مدل ۱ می‌باشد. یعنی اینکه این گونه نسبت به تغییرات وزن مخصوص ظاهری عکس‌العمل معنی‌داری نشان نمی‌دهد و دارای مقدار بهینه و دامنه بوم‌شناختی مشخصی نسبت به این متغیر نمی‌باشد و دامنه تحمل عریضی نسبت به این متغیر داشته است (شکل ۱۰).

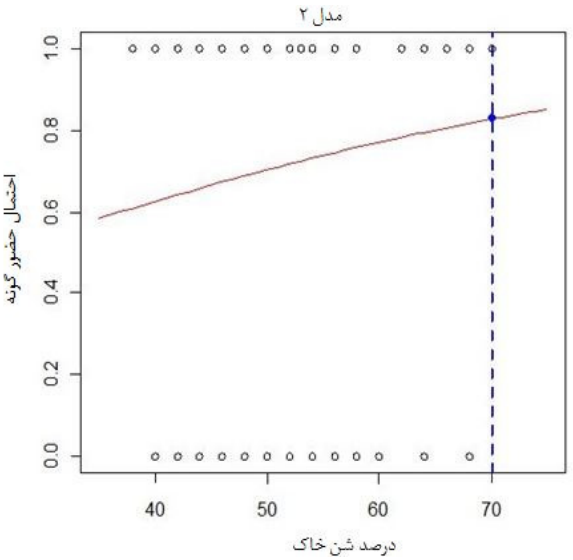
نیتروژن کل خاک (N)

با توجه به منحنی مورد نظر این گونه در مقادیر ۰/۴۰۶ – ۰/۱۶ درصد به مقدار اپتیمم خود رسیده است که بخشی از گرادیان می باشد. که در این مقدار بهینه احتمال حضور گونه به‌مقدار احتمال حداکثر نرسیده است که این نشان دهنده تأثیر ناچیز نیتروژن بر عکس‌العمل گونه است (شکل ۱۱).

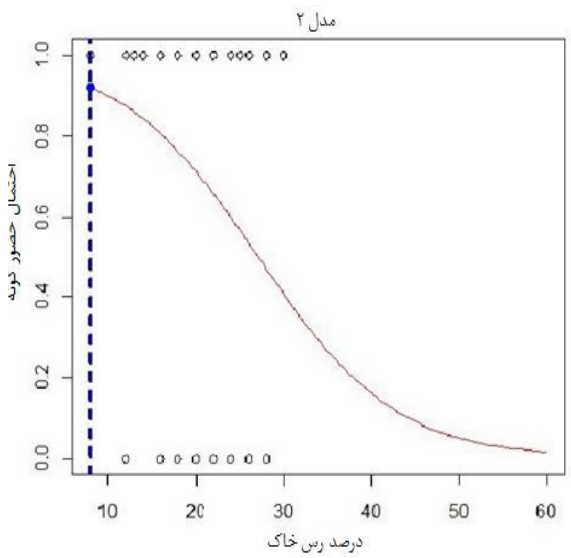
- pH (واکنش خاک)

با بکارگیری تابع HOF این نتیجه حاصل شده است که بهترین مدل برای برازش منحنی عکس‌العمل گونهٔ *F.ovina* در رابطه با pH مدل ۴ می‌باشد،که نشان دهنده این است که این گونه نسبت به pH رفتار تک‌نمایی و متقارن داشته است (شکل۱۲). با توجه به این مدل گونه *F.ovina* در مقادیر pH ۷ تا ۷/۵ دارای بهترین عملکرد می‌باشد، یعنی دارای بیشترین احتمال حضور گونه است، که نشان دهنده بهینه بودن این شرایط برای این گونه است.

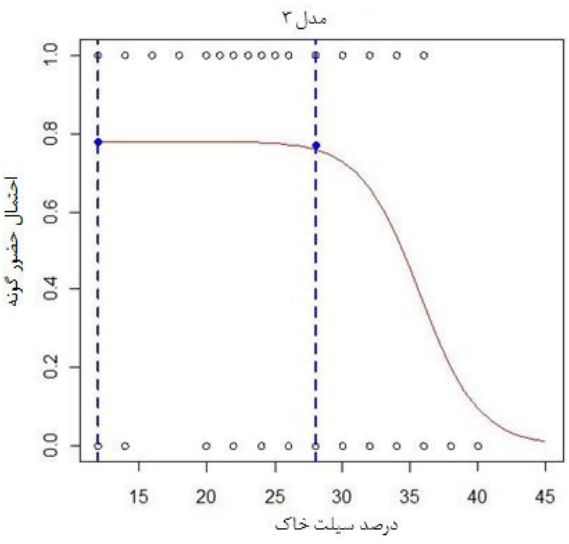
[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]



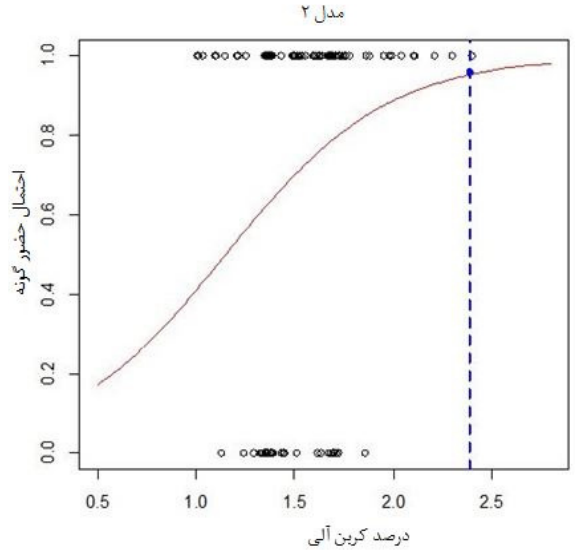
شکل ۵: برازش تابع HOF به متغیر درصد شن



شکل ۶: برازش تابع HOF به متغیر درصد رس

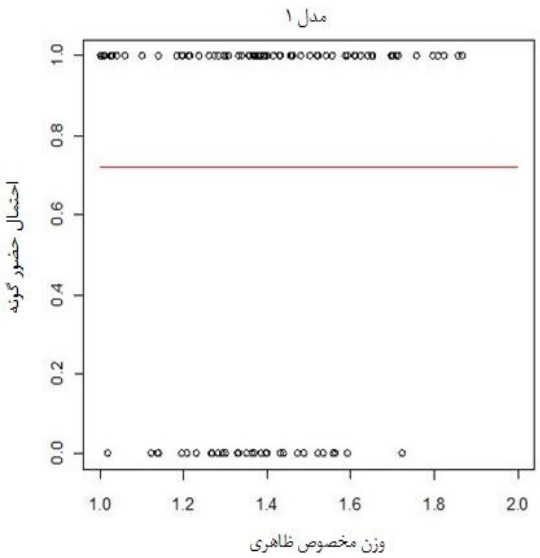


شکل ۷: برازش تابع HOF به متغیر درصد سیلت

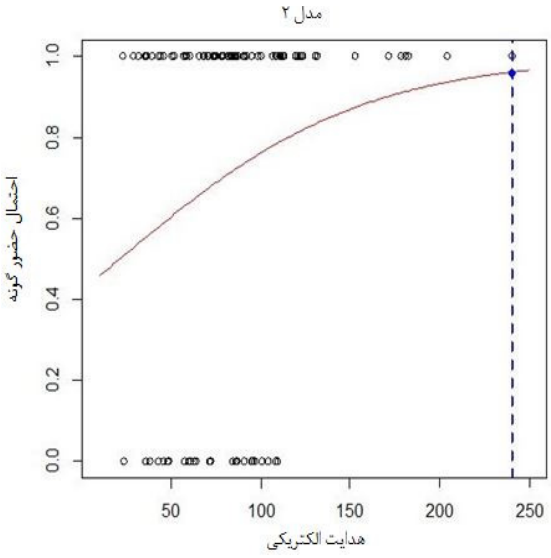


شکل ۸: برازش تابع HOF به متغیر کربن آلی خاک

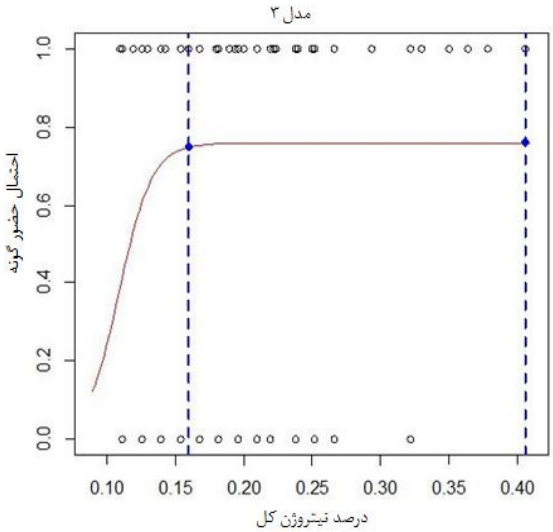
[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]



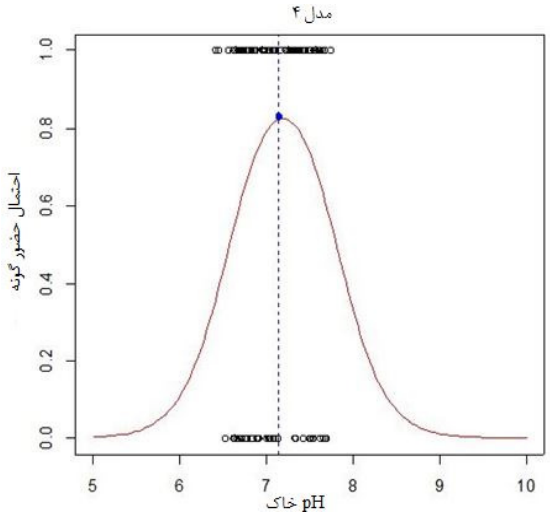
شکل ۹: برازش تابع HOF به متغیر Bd



شکل ۱۰: برازش تابع HOF به متغیر EC



شکل ۱۱: برازش تابع HOF به متغیر نیتروژن کل



شکل ۱۲: برازش تابع HOF به متغیر واکنش خاک

بحث و نتیجه گیری

در تابع HOF برای بررسی اینکه منحنی عکس‌العمل گونهٔ *F.ovina* نسبت به متغیرهای محیطی مورد بررسی، از نوع تک‌نمایی و متقارن است از معیار AIC استفاده شده است، چنانچه معیار AIC مربوط به مدل ۴ از سایر مدل‌ها کمتر باشد نشان دهنده این است که این مدل برای برازش منحنی عکس‌العمل گونه مناسب‌ترین مدل است و این گونه نسبت به متغیرهای محیطی دارای رفتار تک نمایی و متقارن است. اما بر اساس نتایج بدست آمده، برای ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت، درصد شن، کربن آلی و هدایت الکتریکی منحنی عکس‌العمل گونه همنوا افزایشی است و مقدار حداکثر حضور برابر با مقدار کران بالای M، که همان مقدار حداکثر احتمال حضور است، می‌باشد. در صورتی که برای متغیر وزن مخصوص ظاهری خاک، منحنی واکنش گونه صاف است، این به این معنی است که گونهٔ *F.ovina* در این منطقه به‌دلیل تغییرات ناچیز مقادیر این پارامتر در امتداد دامنه نسبت به این متغیر واکنش معنی‌داری نشان نداده است و شامل دامنه

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

تحمل عریضی نسبت به این متغیر می‌باشد. همچنین این گونه نسبت به درصد رس و درصد سیلت رفتار همنوا کاهشی نشان داده است، که در مورد درصد رس میزان احتمال حداکثر برابر با کران بالای M یعنی یک می‌باشد، اما در مورد درصد سیلت میزان احتمال حداکثر حضور کمتر از مقدار کران بالای M می‌باشد، که نشان دهنده این است که در مورد درصد رس مدل دارای یک نقطه بهینه می‌باشد، در صورتی که در مورد درصد سیلت مقدار بهینه شامل بخشی از گرادیان است و میزان احتمال حضور این گونه در خاک‌های سیلتی کمتر از ۱ می‌باشد. این گونه نسبت به درصد نیتروژن کل خاک رفتار آستانه‌ای افزایشی نشان داده است به‌طوریکه با افزایش مقدار نیتروژن بر میزان احتمال حضور گونه افزوده شده است. اما این گونه در بخشی از گرادیان نیتروژن به مقدار اپتیمم رسیده است و مقدار اپتیمم احتمال حضور آن برای این متغیر کمتر از یک می‌باشد که نشان دهنده تأثیر کم نیتروژن بر پراکنش این گونه است.

نتایج این تحقیق نشان داده است که این گونه در منطقهٔ مورد بررسی در اتفاعات بالا دارای بهترین عملکرد ازنظر میزان حضور است که نشان دهنده شرایط بهینه در اینارتفاع‌ها برای حضور گونه است و دارای دامنه بوم شناختی ۲۲۴۴ تا ۳۰۳۷ متر در این منطقه می‌باشد. قربانی و همکاران (۱۳۹۲)، نیز به این نتیجه رسیدند که این گونه در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان در محدوده ارتفاعی ۱۳۵۰ تا ۳۵۰۰ متر از سطح دریا انتشار گسترده‌ای دارد، شریفی و شاهمرادی (۱۳۸۷) و بور(۱۹۷۰) نشان دادند که این گونه بومی استان اردبیل و در محدوده ارتفاعی ۹۰۰ تا ۴۲۲۰ متر گسترش دارد، که با نتایج بدست آمده در این منطقه مطابقت دارند. در مورد درصد شیب، گونه *F.ovina* در شیب‌های بالاتر بیشترین احتمال حضور را دارد،این به‌دلیل زهکشی خوب در شیب‌های بالا می‌تواند باشد، که این با نتایج قربانی و همکاران (۱۳۹۲) که به این نتیجه رسیدند گونه *F.ovina* بیشتر در شیب‌های ۱۰ تا ۱۵ انتشار گسترده‌ای دارد و در شیب‌های بیش از ۴۰ درصد به صورت پراکنده قابل مشاهده است، مطابقت ندارد. در حالی که با بررسی‌های انجام شده توسط USDA (۲۰۱۰) که بیان کرده‌اند. این گونه برای ایجاد پوشش دائمی در شیب‌های تند به‌کار می‌رود مطابقت دارد. از لحاظ جهت‌های جغرافیایی این گونه تقریباً در همه جهت‌ها حضور داشته است، اما بیشترین احتمال حضور گونه در دامنه شمال شرقی بوده است. که این مورد نیز با نتایج قربانی و همکاران (۱۳۹۲)، گریم و همکاران (۱۹۸۸) مطابقت ندارد، آنها اشاره کرده‌اند که این گونه در همهٔ شیب‌ها حضور دارد، ولی بیشترین حضور در دامنه‌های جنوب شرقی و جنوبی بوده است. که این نتایج مختلف ممکن است به‌علت تنوع در واریته‌های این گونه باشد. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که شرایط منطقه‌ای از عوامل مؤثر در پراکنش این گونه بوده است. در مورد وزن مخصوص ظاهری، این گونه خاک‌های سبک را می‌پسندد اما خاک‌های با تخلخل پایین نیز مانع ازریشه دوانی آنها نمی‌شود که نشان دهنده قدرت سازش بسیار این گونه به انواع مختلف خاک‌ها بوده است. در بررس‌هایی که توسط USDA (۲۰۱۰) صورت گرفته است این گونه بهترین عملکرد را در خاک‌های شنی لومی داشته است که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

رفتار گونه *F.ovina* نسبت به درصد سیلت ورس خاک، بر خلاف شن همنوا کاهشی بوده است که نشان دهنده این است که این گونه از خاک‌های با درصد سیلت و رس بالا گریزان است ولی به‌راحتی می‌تواند در خاک‌های با درصدهای مختلف شن رویش کند و هر چه به‌طرف ارتفاعات بالا نزیک می‌شدیم به‌دلیل شیب بیشتر شستشوی خاک بیشتر شده و از مقدار رس و سیلت خاک کاسته شده و بر میزان شن افزوده شده و احتمال حضور گونه بیشتر شده است. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق‌های کریمی (۱۳۶۹) وجیمز (۱۹۷۳) که اشاره کرده است این گونه در خاک‌های سبک شنی، قلوه سنگی و درشت بافت گسترش بیشتری دارد، مطابقت دارد.در مورد واکنش این گونه به مقادیر pH این گونه در خاک‌های با pH، ۷ تا ۷/۵ به‌مقدار بهینه خود از نظر حضور رسیده است، و دامنه اکولوژیک گونه در محدوده pH، ۶/۵۴-۷/۷۳ بوده است. به‌طوری که هرچه برمیزان قلیایی و اسیدی خاک افزوده می‌شود از میزان حضور گونه کاسته شده و تحمل کمی به خاصیت قلیایی و اسیدی

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

بودن خاک داشته است، که با نتایج قربانی و همکاران (۱۳۹۲) که نشان دادند مقدار pH در منطقه انتشار ریشه ۸-۶ است مطابقت دارد. در بررسی‌هایی که توسط USDA (۲۰۱۰) صورت گرفته این نتیجه حاصل شده است که این گونه تحمل کمی به شوری و قلیایی و شرایط اسیدی خاک دارد. در حالی که دافی و همکاران (۱۹۷۴) پراکنش این گونه را در خاک‌های با زهکشی ضعیف و هوموس‌دار با pH، ۴/۵ تا ۵ گزارش کرده‌اند. همچنین بور (۱۹۷۰) انتشار این گیاه را در مراتع کوهستانی باخاک اسیدی یا قلیایی با زهکشی خوب ذکر کرده است. در مورد هدایت الکتریکی، احتمال حضور این گونه در EC، ۰/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر به حداکثر مقدار خود رسیده است و تحمل زیادی به شوری خاک ندارد. قربانی و همکاران (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که حداکثر تراکم گونه در EC، ۰/۵ تا ۰/۸ دسی زیمنس بر متر است. در رابطه با مقدار کربن آلی، هرچه بر میزان کربن آلی خاک افزوده شد، میزان حضور گونه افزایش پیدا کرده است، به‌طوریکه در این منطقه درمقدار کربن ۲/۳۹ درصد این گونه به مقدار بهینه خود رسیده است، این نتیجه با نتایج قربانی و همکاران (۱۳۹۲)، که به این نتیجه رسیده بودند که حداکثر پوشش تاجی گونه در مقدار کربن بین ۴/۱ تا ۷/۵ درصد است، مطابقت دارد. در این مطالعه، مدل‌های پاسخ آستانه‌ای یا خطی، در بیش از نیمی از موارد مشاهده شدند، به‌هر حال، دلیل خاصی وجود ندارد که گونه‌ها حتماً به یک فاکتور محیطی پاسخ تک‌نمایی متقارن نشان دهند. هنگامی که پاسخ‌های گونه‌ها به متغیرهای محیطی شناخته و درک شد، رخداد و فراوانی گونه‌ها را می‌توان تنها بر اساس داده‌های محیطی پیش‌بینی کرد. به‌طور کلی، مدل‌های سلسله مراتبی HOF یک چارچوب خوبی را برای تجزیه و تحلیل اینکه آیا و چگونه گونه‌ها به متغیرهای محیطی عکس‌العمل نشان می‌دهند فراهم می‌نمایند (۶). باید خاطر نشان نمود که روابط گونه-محیط براساس اندازه‌گیری‌های نسبتاً ساده از متغیرهای محیطی است که فرض می‌شود بقاء، رشد و عملکرد گونه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما حتی قوی‌ترین همبستگی‌ها هم نمی‌تواند قطعی فرض شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش و مقایسه آن با نتایج دیگران می‌توان به این موضوع پی برد که شرایط منطقه‌ای از عوامل موثر در عکس‌العمل این گونه بوده و باید در توصیه گونه جهت برنامه‌های احیاء و اصلاح مراتع در شیب‌ها و جهت‌های مختلف مورد توجه قرار گیرد.

References

1. 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.
2. Alavi, S.J., GH. Zahedie amiri, R. Rahmani, M. Moroorie mohajer, B. Moise & Z. Noori, 1392. Investigation on the response of*Fagus orientalis* Lipsky to some environmental variables using beta function and its comparison with Gaussian function. . Iranian Journal of Forest, 5(2): 161-171.
3. Amiri, F., S.J. khajoddin & K. Mokhtari, 1387. DetermineEnvironmental factors affecting the Establishment of *Bromus tomentellus*UsingOrdination. Journal of Science andTechnology of Agriculture andNatural Resources, 44: 347- 356.
4. Austin, M. P., 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. Ecological modelling, 157(2): 101-118.
5. Beers, T.W., P.E. Dress & L.C. Wensel, 1966. Aspect transformation in site productivity research. Journal of Forestry, 64: 691-692.
6. Bongers, F., L. Poorter, RSAR. Rompaey & M.P.E. Parren, 1999. Distribution of Twelve Moist Forest Canopy Tree Species in Liberia and Côte d'Ivoire: Response Curves to a Climatic Gradient. Journal of Vegetation Science, 10(3): 371-382.
7. Bor, N. L., 1970. *Festuca*. Flora Iranica (ed. Rechinger, KH), 70: 105-141.
8. Duffey, E., M.G. Morris, J. Sheail, L.K. Ward, D.A. Wells & T.C.E. Wells, 1974. Grassland ecology and wildlife management. Chapman and Hall, London, UK, 281p.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

9. Eshagirad, J., Gh. Zahedi amiri, M. Moroorie mohajer & A. Metaji, 1388. Relationship between vegetation and physical and chemical properties of soil inFagetum communities. Iranian Journal of Forest Research, 17(2): 174- 187.
10. Esmaeili, M.M., H. Kheirfam, M. Deilam, M. Akbarloo & H. Saboori, 1389. Study on Effects ofcuttingonproductionof*Agropyron elongatum*&*Festuca ovina*species. Journal of Range Management, 4(1): 72- 81.
11. Ferrer-Castán, D., J. F. Calvo, M. A. Esteve-Selma, A. Torres-Martínez & L. Ramírez-Díaz, 1995. On the use of three performance measures for fitting species response curves. Journal of Vegetation Science, 6(1): 57-62.
12. Gegout, J.C & E. Krizova, 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.
13. Ghlichnia, H., 1385. Research Report Rangeland evaluation indifferent climates, Research Institute of Forestsand Rangelands, 110p.
14. Ghorbani, A., J. Sharifie niarogh, A. Kavianpoor, B. Malekpoor & F. Mirzaee. Investigation on ecological characteristics of *Festuca ovina* L. in south-eastern rangelands of Sabalan. Journal of Range and Desert Research, 20(2): 379- 396.
15. Grime, J.P., J.G. Hudson & R. Hunt, 1988. Comparative plant ecology. Oxford University press, London, UK, 403p.
16. Härdtle, W., G. Von Oheimb & C. Westphal, 2005. Relationships between the vegetation and soil conditions in beech and beech-oak forests of northern Germany. Plant Ecology, 177(1): 113-124.
17. Huisman. J., H. l. Olff, & L.F.M. Fresco, 1993. A hierarchical set of models for species response analysis. Journal of Vegetation Science, 4(1): 37 -46.
18. James, B., 1973. Turf grass: science and culture, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J, USA, 658p.
19. Jansen, F., 2008. Shape of species resonses: Huisman- Olff–Fresco models revisited.In: Mucina, L., Kalwij, J.M., Smith, V.R. (Eds.), Frontiers of Vegetation Science -An Evolutionary Angle. Keith Phillips Images, Somerset West, South Africa, 80-81.
20. Jansen, F & J. Oksanen, 2013. How to model species responses along ecological gradients–Huisman–Olff–Fresco models revisited. Journal of Vegetation Science, 24(6): 1108-1117.
21. Jongman, R.H.G., C.J.F. Ter Braak & O.F.R. van Tongeren, 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology, Cambridge University Press, 299 p.
22. Karimi, H., 1369. Range management. Tehran University publications,Tehran, 131p.
23. Lawesson, J. E & J. Oksanen, 2002. Niche characteristics of Danish woody species as derived from coenoclines. Journal of Vegetation Science, 13(2): 279-290.
24. Moghimi, J., 1384. Introduce some Appropriate Range Species for Development and Reformation Iran Rangeland, Aroon, Tehran publications, 669p.
25. Oksanen, J & P.R. Minchin, 2002. Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? Journal of Ecological Modelling, 157(3):119-129.
26. Peppler-Lisbach, C. & M. Kleyer, 2009. Patterns of species richness and turnover along the pH gradient in deciduous forests: testing the continuum hypothesis. Journal of Vegetation Science, 20(6): 984-995.
27. 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//.
28. Rydgren, K., R.H. Øklan & T. Okland, 2003. Species response curves along environmental gradients. A case study from SE Norwegian swamp forests. Journal of Vegetation Science, 14(6): 869-880.
29. Sharifi, J & A.A. Shahmoradi, 2008. Study of some ecological characteristics of *Poa araratica*species. Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 78(3): 1-9.
30. Suchrow, S & K. Jensen, 2010. Plant species responses to an elevational gradient in German North Sea salt marshes. Wetlands, 30(4): 735-746.
31. USDA, NRCS., 2010. National range and pasture handbook. USPA, NRCS Grazing land technol. Inst. 190-vi-NRPM, Washington,P.C.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]