

## بررسی برخی از نیازهای بوم‌شناختی گونه مرتعی *Onobrychis melanotricha* Boiss. در استان اصفهان

مسعود برهانی<sup>۱\*</sup>، زهرا جابراالانصار<sup>۲</sup> و حمیدرضا میرداوودی<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اصفهان، ایران. پست الکترونیک: massodborhani@gmail.com

۲- محقق، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۳- استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۶

### چکیده

شناخت ویژگی‌های اکولوژیکی گونه‌های گیاهی و چگونگی واکنش آنها به عوامل محیطی، اطلاعات لازم را برای مدیریت پوشش گیاهی و اصلاح مراتع فراهم می‌کند. در این پژوهش، به مطالعه نیازهای اکولوژیکی گونه اسپرس (*Onobrychis melanotricha* Boiss.) با تأکید بر عوامل اکولوژیکی مؤثر بر تغییرات پوشش گیاهی و بررسی پاسخ این گونه به تغییرات عوامل اکولوژیکی، با استفاده از روش آنالیز تطبیقی متعارفی پرداخته شد. برداشت اطلاعات در سال ۱۳۹۷ در ۱۹ سایت مطالعاتی در غرب و جنوب استان اصفهان انجام شد. در هر سایت، نمونه‌برداری پوشش گیاهی به روش نمونه‌گیری تصادفی - سیستماتیک در ۳۰ پلات یک مترمربعی که در طول ۳ ترانسکت ۲۰۰ متری مستقر شده بود، انجام و نمونه‌گیری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتر در هر سایت انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS17 و CANOCO4.5 انجام شد. استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع خطای پواسون برای هر یک از متغیرهای محیطی، نشان داد که عوامل محیطی شامل ارتفاع، درصد رس، بارندگی، درصد ماده آلی، فسفر و درصد شن و میانگین دمای سالانه در سطح احتمال خطای ۱ درصد بر پوشش این گونه اثر معنی‌دار دارند. این گونه بیشتر بر روی خاک‌های نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت متوسط تا نیمه‌سنگین پراکنش دارد. محدوده ارتفاعی بهینه برای رشد این گیاه ۱۶۰۰-۳۲۰۰ متر از سطح دریا و بارش بهینه برای این گیاه ۳۷۰ میلی‌متر بوده است. در مجموع، نتایج این پژوهش در تعیین نیازهای اکولوژیکی گونه مورد نظر کارایی قابل قبولی داشت که می‌تواند در مدیریت پوشش گیاهی و عملیات اصلاح مراتع در مناطق مشابه مورد توجه مدیران منابع طبیعی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، رسته‌بندی، عوامل اکولوژیکی، منحنی پاسخ گونه.

### مقدمه

در طبیعت اتفاقی نیست و گیاهان در بستری از شرایط محیطی رشد و پرورش می‌یابند و تحلیل این روابط همواره مسئله اساسی در مطالعات اکولوژی می‌باشد (Guisan & Zimmermann, 2000). پاسخ گونه‌های گیاهی در امتداد

عملیات اصلاح و احیای اکوسیستم‌های مرتعی مستلزم شناخت کمی و کیفی روابط حاکم بر اجزای اکوسیستم، اعم از زنده و غیرزنده است. بدیهی است که توسعه گونه‌های گیاهی

شیب تغییرات محیطی، به صورت منحنی عملکرد گونه تعریف می‌شود که ممکن است متقارن و تک‌نمایی ( Oksanen & Kent, 2002; Whittaker, 1956; Minchin, 2002)، ثابت، به طور یکنواخت افزایشی یا کاهش‌ی باشد (Jongman *et al.*, 1995; Rydgren *et al.*, 2009). یکی از روش‌های بررسی ارتباط بین پراکندگی گونه‌های گیاهی در سطح فرد، با عوامل محیطی رسته‌بندی است (Jongman *et al.*, 1995; Leps & Smilauer, 2003). رستهبندی مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌شود. رسته‌بندی مستقیم، بهترین گزینه برای ارزیابی ارتباط متغیرهای تأثیرپذیر (گونه‌های گیاهی) با متغیرهای محیطی می‌باشد (Ter Braak & Smilauer, 2002). اگرچه مطالعات گسترده‌ای در مورد بوم‌شناسی فردی گونه‌های گیاهی انجام شده است، اما بیان پاسخ گونه‌های مورد مطالعه به شیب تغییرات عوامل محیطی، عمدتاً به شکل توصیفی بیان شده است. این موضوع ناشی از پاره‌ای دشواری‌ها در یافتن رابطه کمی بین دامنه اکولوژیکی برخی از گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی مانند خاک می‌باشد (Zhang, & Cao, 2001). البته ارتباط بین پراکنش گونه‌های گیاهی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همچنین عوامل اقلیمی و توپوگرافیک بر استقرار و پراکنش گونه‌ها و گروه‌های اکولوژیک گیاهی با استفاده از روش‌های آماری و رسته‌بندی در مطالعات مختلفی به اثبات رسیده‌است (Zare Hesari *et al.*, 2014; Ahmadi *et al.*, 2015; Molaei Sham Asbi *et al.*, 2017; Heidari *et al.*, 2018; Ghorbani *et al.*, 2018). گونه *Onobrychis melanotricha* Boiss. (اسپرس سیاه‌کرک) گیاهی چندساله و علفی دارای ریشه قوی و چوبی، بدون ساقه، به بلندی ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر است (Mozaffarian, 2013). این گیاه ارزشمند علوفه‌ای در مراتع منطقه رویشی ایران و تورانی می‌روید و بدلیل خوشخوراکی و ارزش‌های حفاظت‌خاکی، به‌عنوان یک گزینه مطلوب برای عملیات اصلاح و احیای مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گونه دارای ریشه عمیق و مقاوم به خشکسالی است و عملکرد خوبی در خاک‌های عمیق و دارای زهکشی خوب دارد. این در حالی است که مقاومت کمتری نسبت به خاک‌های مرطوب با

سطح سفره آب زیرزمینی بالا دارد. همچنین این گیاه به خاک‌های شور سازگار نیست. از مزیت‌های گونه زراعی این جنس، سهم قابل توجه آن در تأمین علوفه دام‌هاست. این گونه در دام ایجاد نفخ نمی‌کند و از این نظر به یونجه برتری دارد و بسیار مورد توجه و چرای گاو و گوسفند قرار می‌گیرد. از این گیاه می‌توان برای چرا یا به صورت علوفه خشک، هم به تنهایی و هم به شکل مخلوط با گندمیان استفاده کرد (Walton, 1982). این ویژگی‌ها موجب شده که در ترکیب پوشش گیاهی مراتع جزو گونه‌های بسیار خوشخوراک باشد و تا حد طوقه چرا گردد (Siahmansour *et al.*, 2017). Nasirzadeh و همکاران (۲۰۰۵)، در استان فارس مقاومت به خشکی این گونه را بیشتر از گونه‌های دیگر جنس اسپرس تشخیص دادند. مطالعه‌ای در استان همدان نشان داد که ارتفاع و جهت شیب بر پراکنش واریته‌های مختلف این گونه مؤثر بوده است (Karamian *et al.*, 2010). در استان کرمانشاه پراکنش این گونه در اراضی شیب‌دار جنگلی با خاک‌های لیتوسول نیمه مرطوب و اقلیم نیمه‌خشک گزارش شده است (Ghanavati *et al.*, 2013). بر اساس یافته‌های Karamian و Ataei Barazande (۲۰۱۳) با افزایش سطح شوری، جوانه‌زنی، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و میزان و کیفیت پروتئین این گیاه کاهش می‌یابد. با توجه به اهمیت گونه *O. melanotricha*، از نظر سطح پراکنش، تولید و کیفیت علوفه، همچنین نقش این گونه در حفظ تنوع گونه‌ای و حفاظت‌خاک، لازم است ویژگی‌های اکولوژیک این گیاه در مناطق مختلف کشور از جمله استان اصفهان بررسی گردد تا ضمن تولید اطلاعات پایه و کاربردی، دانش کافی برای حفاظت و اصلاح و احیای مراتع تخریب‌شده در رویشگاه‌های مناسب این گونه واقع در نواحی استپی و نیمه‌استپی فراهم شود.

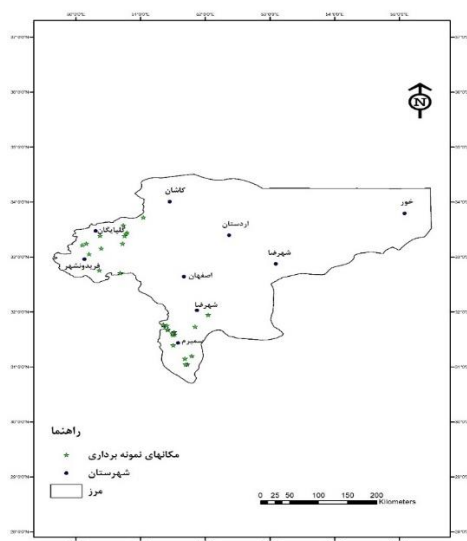
## مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان واقع در مرکز کشور ایران با مساحت ۱۰۶۱۷۹ کیلومتر مربع، بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا

اندازه‌گیری شد. پارامترهای اقلیمی شامل میانگین بارندگی سالانه و متوسط درجه حرارت سالانه با استفاده از آمار و اطلاعات اقلیمی ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۷) ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی موجود در منطقه و اطراف آن محاسبه و پس از تولید نقشه‌های پراکنش مکانی آنها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، با استفاده از روش‌های زمین آمار، مقادیر مربوط برای سایت‌های اکولوژیک مورد مطالعه استخراج گردید. داده‌های توپوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب برای مناطق مورد مطالعه از مدل رقومی ارتفاع با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS ۱۰/۱ استخراج شد. اطلاعات خاک حاصل از ۱۹ نمونه خاک مربوط به مکان‌های مرتعی شامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در عمق ۰-۳۰ سانتیمتر برداشت گردید و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها شامل بافت خاک (روش هیدرومتر)، اسیدیته (گل اشباع با استفاده از pH متر)، درصد آهک (با استفاده از روش تیتراسیون)، فسفر قابل جذب (با استفاده از روش السون)، پتاسیم قابل جذب (با استفاده از روش استات آمونیوم)، کربن آلی (با استفاده از روش والکلی-بلاک)، ازت کل (با استفاده از روش کج‌دال) (Aliahyaei & Behbahani Rad, 1993)، هدایت الکتریکی و درصد گچ اندازه‌گیری شد.

۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی قرار دارد. برای بررسی ارتباط عوامل مختلف محیطی بر گونه گیاهی *O. melanotricha* برداشت اطلاعات در سال ۱۳۹۷ در ۱۹ سایت مطالعاتی در نقاط مختلف غرب و جنوب استان (۹ سایت حضور و ۱۰ سایت عدم حضور گونه مورد مطالعه) و در محدوده تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی و شرایط متفاوت اقلیمی، توپوگرافیک و خاک انجام شد (شکل ۱). برخی از خصوصیات رویشگاه‌های محل حضور گونه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. در هر سایت، برای نمونه‌برداری پوشش گیاهی، از روش نمونه‌گیری تصادفی-سیستماتیک استفاده و در ۳۰ پلات یک مترمربعی که در طول ۳ ترانسکت ۲۰۰ متری مستقر شده بود، انجام شد. ترانسکت‌ها به نحوی انتخاب شد که در نواحی مسطح به صورت موازی و به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر و در نواحی شیب‌دار به فاصله ۵۰ متر از یکدیگر قرار گیرد؛ همچنین حتی‌الامکان سعی شد در دامنه‌ها، ترانسکت‌ها عمود بر جهت شیب عمومی و در جهات مختلف قرار گیرد. اندازه نمونه، بر اساس فرمول کوکران (Arzani & Abedi, 2015) و اندازه پلات بر اساس نتایج مطالعات در مناطق مشابه با غالب بودن گونه *Bromus tomentellus* (Zare Chahouki et al., 2013) تعیین و مبنای اندازه‌گیری در سایت‌ها قرار گرفت. در هر پلات، درصد پوشش گیاهی و تراکم گونه‌ها به روش تخمین نظری



شکل ۱- موقعیت مکانهای مورد مطالعه بر روی نقشه استان اصفهان  
Figure1- Location of studied sites on the map of Isfahan province



شکل ۲- تصویر گونه *Onobrychis melanotricha* Boiss. در سایت مطالعاتی حنای سمیرم استان اصفهان  
Figure 2- Image of *Onobrychis melanotricha* Boiss.in the studies site of Hanna- Semirom, Isfahan province

روش مناسب برای رج‌بندی، ابتدا آنالیز به روش تجزیه و تحلیل تطبیقی ناریب (DCA) انجام شد و اندازه طول گرادیان محاسبه گردید (جدول ۳). با توجه به طول گرادیان

آنالیز رج‌بندی و ترسیم منحنی‌های پاسخ گونه‌ای به منظور بررسی عوامل محیطی مؤثر بر درصد پوشش گونه‌های گیاهی از آنالیز رج‌بندی استفاده شد. برای انتخاب

## نتایج

### پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

رستنی‌های موجود در سایت‌های مورد مطالعه، شامل ۱۰۲ گونه گیاهی بود. گونه‌های مشاهده شده متعلق به ۶۹ جنس و ۲۱ تیره گیاهی بودند. از نظر کوروتیپ، تمام گونه‌های مورد مطالعه مربوط به ناحیه رویشی ایران و تورانی بودند. در بین گیاهان این مناطق، بوته‌ای‌ها با ۳۹/۵ درصد بیشترین درصد پوشش را به خود اختصاص داده‌است و پس از آن گندمیان و پهن‌برگان علفی با ۳۰/۵ و ۲۸/۹ قرار دارند. گونه‌های یکساله با ۱/۱ درصد، کمترین پوشش گیاهان منطقه را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳).

محور اول (که بزرگتر از ۳ بود)، از روش آنالیز تطبیقی متعارفی ( Canonical Correspondance Analaysis; ) به‌عنوان روش غیرخطی استفاده شد ( Ter Braak & Smilauer, 2002). در مرحله بعد دیاگرام عوامل محیطی - پوشش گونه‌های گیاهی به‌دست آمد. برای پیش‌بینی پاسخ گونه *O. melanotricha* به تغییرات عوامل محیطی از مدل افزایشی تعمیم‌یافته (Generalized Additive Models) استفاده شد (Traoré *et al.*, 2012). آنالیز رج‌بندی و بررسی منحنی‌های پاسخ گونه‌ای با استفاده از نرم‌افزار CANOCO 4.5 انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات رویشگاهی گیاه اسپرس در رویشگاه‌های مورد مطالعه

**Table1- Environmental characteristics of *O. melanotricha* in studied habitats**

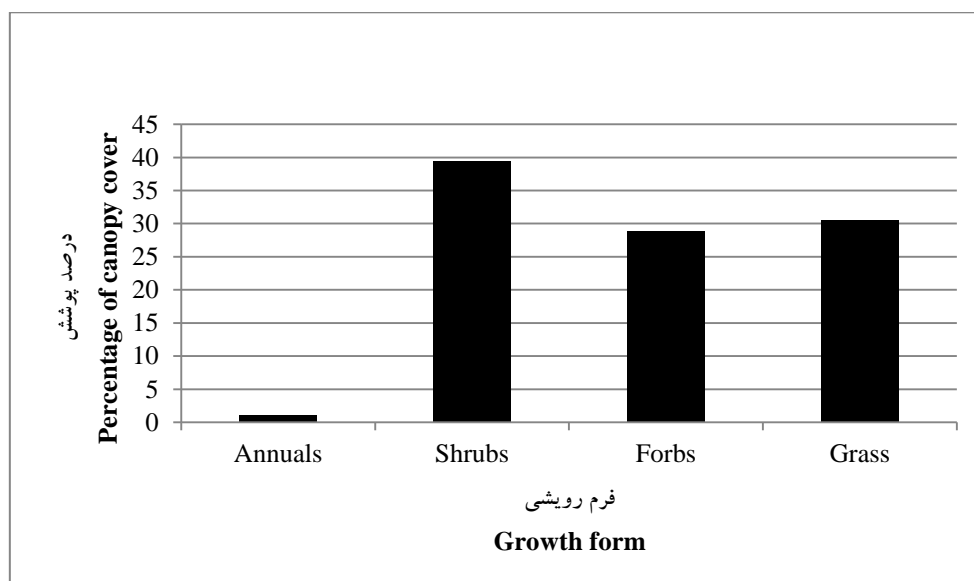
مکان / رویشگاه Site/Habitat	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m.a.s.l)	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتیمتر) EC (mmoh/cm)	اسیدیته خاک pH	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	ازت (درصد) Nitrogen (%)	آهک (درصد) CaCo3 (%)	رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	بارندگی سالانه (میلیمتر) Annual precipitation (mm)
سد زاینده‌رود Zayandehroud dam	2114	0.5	7.9	0.6	0.1	24.9	31.2	49	19.8	424
حنای سمیرم Hanna Semrom	2297	0.5	7.5	0.9	0.1	36	29.8	50.5	19.7	566
گلستان‌کوه GolestankooH	2778	0.3	7.8	0.7	0.1	18.1	23	14.5	62.5	293
وردشت Vardasht	2461	0.9	7.7	1.2	0.2	63.1	47	37	16	360
گلپایگان Golpaygan	1912	0.6	8	0.4	0.04	20.8	28.5	27.5	44	258.3
موته Mooteh	1929	3.8	8.1	0.4	0.1	30.5	17.9	34.7	47.4	179
حاجیله Hajileh	2302	0.3	7.8	0.6	0.04	20.8	33.5	25.4	41.1	248
گاوتپه Gavtapeh	1914	1.1	7.8	0.8	0.04	39	20.2	29	50.8	363
خونداب Khondab	2249	0.8	7.8	0.6	0.1	24.6	34.5	40.5	25	210.1

جدول ۲- اطلاعات توصیفی رویشگاه‌های مورد مطالعه

Table2- Descriptive information of the studied habitats

مکان / رویشگاه Site/Habitat	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates		واحد اراضی Land unit	شیب غالب (درصد) Dominant slope (%)	تیپ گیاهی Species type	اقلیم رویشی Vegetative climate
سد زاینده رود Zayandehroud dam	50°40'	32°42'	3,10	15	<i>As.ve-Co.cy-Sc.or</i>	نیمه استپی Semi stepp
حنای سمیرم Hanna Semirom	51°40'	31°8'	4,1	5	<i>As.su-Co.cy-Br.to</i>	نیمه استپی Semi stepp
گلستان کوه GolestankooH	50°23'	33°9'	3,10	5	<i>As.br-El.in-Er.bi</i>	نیمه استپی Semi stepp
وردشت Vardasht	51°39'	31°36'	2,3	2	<i>Br.to-Co.cy-As.ce</i>	نیمه استپی Semi stepp
گلبایگان Golpaygan	50°22'	33°23'	3,10	3	<i>Co.cy-Sta.in-As.go</i>	استپی Stepp
موته Mooteh	50°43'	33°34'	3,2	2	<i>Ar.si-St.ho-No.mu</i>	استپی Stepp
حاجیله Hajileh	50°1'	33°27'	3,10	25	<i>co.cy-As.ve.</i>	نیمه استپی Semi stepp
گاوتپه Gavtapeh	51°41'	31°8'	3,10	15	<i>Br.to-Co.cy-As.ce</i>	نیمه استپی Semi stepp
خونداب Khondab	50°43'	33°14'	3,2	5	<i>Ar.si</i>	استپی Stepp

As.ce = Astraragalus cephalanthus As.ve = Astragalus verus  
 Sta.in = Stachys inflata Co.cy = Cousinia cylindracea  
 As. go = Astragalus gossypinus Sc.or = Scariola orientalis  
 Ar.si = Artemisia sieberi As.su = Astragalus susianus  
 Stipa hohenackeriana Br.to = Bromus tomentellus  
 No.mu = Noaea mucronata As.br = Astragalus brachycaly  
 El.in = Elymus intermedium Er.bi = Eryngium billardieri



شکل ۳- درصد پوشش گیاهی فرم‌های رویشی گیاهان در مناطق مورد مطالعه

Figure3- Percentage of canopy cover of plant species based on growth form in studied sites

جدول ۳- متغیرهای مهم و اثرگذار بر تغییرات پوشش گیاهی در رویشگاه گونه *O. melanotricha*

Table 3- Important variables affecting on vegetation changes in *O. melanotricha* habitat

متغیرهای انتخاب شده Selective variables	درصد واریانس بیان شده Percentage of variance	F
اسیدیتنه pH	0.41	4.99**
درصد گچ Percentage of gypsum	0.63	2.86*
پتاسیم Potassium	0.99	2.84**
درصد آهک Percentage of Caco3	1.12	2.47*
ازت Nitrogen	1.29	3.73**
ارتفاع Altitude	0.82	2.89*
میانگین دمای سالانه Mean annual temperature	1.43	3.97**

F: آماره آزمون محاسبه شده برای معنی داری محورهای کانونی، P: مقدار سطح احتمال بدست آمده از آزمون جایگشت مونت کارلو (با ۹۹۹ جایگشت تصادفی).

F: Test of significance of canonical axes, P: Value of probability level obtained from Monte Carlo permutation test (999 randomized permutations)

\*\*\*, \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

Significant at 5 and 1%, respectively.



می‌باشد. با در نظر گرفتن تمامی متغیرهای انتخاب شده به‌عنوان متغیر محدودکننده و در نظر گرفتن همبستگی مکانی به‌عنوان متغیر همراه و حذف تأثیر این متغیر بر تغییرات پوشش گیاهی، مدل ذکر شده ۸۵/۷ درصد از کل این واریانس را بیان می‌کند. محور اول با مقدار ویژه ۲۳/۳، ۰/۴۱، ۳۲/۰، ۴/۵۷ درصد و محور دوم با مقدار ویژه ۰/۴۱، ۲۳/۳ درصد از کل تغییرات پوشش گیاهی را توجیه می‌کنند (جدول ۴).

### تأثیر عوامل محیطی بر تغییرات پوشش گیاهی *O. melanotricha*

از بین ۱۵ متغیر اولیه عوامل اداپتیکی شامل اسیدیت، درصد آهک، درصد گچ، میزان پتاسیم و میزان ازت، همچنین عوامل ارتفاع و دمای میانگین سالانه از جمله مؤثرترین عوامل بر تغییرات رویشگاه گونه *O. melanotricha* شناسایی شدند (جدول ۲).

مقدار کل واریانس موجود در پوشش گیاهی که با استفاده از رسته‌بندی کانونیک بیان شده است، برابر ۶/۶۹

جدول ۴- نتایج حاصل از رسته‌بندی CCA (عوامل محیطی و درصد پوشش گونه‌های گیاهی)

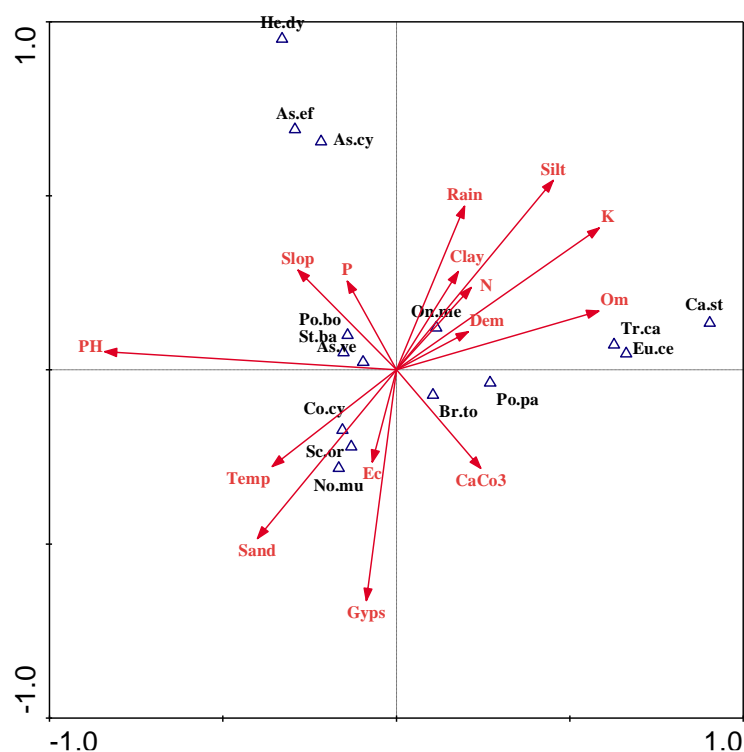
Table 4- Results of CCA ordination (environmental variables and plant species canopy cover)

محور Axes	1	2	3	4	جمع جبری Total inertia
مقادیر ویژه Eigenvalues	0.569	0.409	0.313	0.213	1.823
طول گرادیان Length of gradient	3.669	2.193	1.615	1.893	
واریانس توجیه شده (%) Cumulative percentage variance	32.4	23.3	17.9	12.1	85.7

مرتعی که گونه‌های *Astragalus verus* و *Astragalus cyclophylus effuses* و *Poa bolbosa* غالب هستند، عوامل اسیدیت، فسفر و درصد شیب تأثیرگذارترین عوامل مطرح بودند. در سایت‌های مرتعی که گونه‌های *Cousinia cylindracea*، *Noea mucronata* و *Scariola orientalis* غالب هستند، به‌ترتیب عوامل خاک شامل درصد گچ، درصد شن و دمای میانگین سالانه از اهمیت بیشتری در پوشش گیاهی برخوردار بودند و در سایت‌های مرتعی با غالب بودن گونه‌های *Bromus tomentelus* و *Polygonum paranochia* میزان آهک خاک بیشترین تأثیر را بر روی پوشش گیاهی داشته‌است. بدیهی است، متغیرهای محیطی که دارای بردار بزرگتری هستند در مقایسه با بردارهای کوتاه از اهمیت بیشتری برخوردارند و تأثیر بیشتری بر تغییرات

در دیاگرام حاصل از تجزیه CCA، متغیرهای محیطی توسط بردار نشان داده شده است (شکل ۲). نوک بردار برای حداکثر تغییرات و طول آن بیان‌کننده میزان تغییرات است. آن دسته از متغیرهای محیطی که دارای بردار بزرگتری هستند در رسته‌بندی در مقایسه با بردارهای کوتاه همبستگی بیشتری با عوامل گیاهی دارند و تأثیر بیشتری بر تغییرات آنها می‌گذارند (Jangman et al., 1987). دیاگرام حاصل از رسته‌بندی عوامل توپوگرافی، اقلیمی، خاک و درصد پوشش گونه‌های گیاهی نشان داد که در پوشش گیاهی سایت‌های مرتعی مورد مطالعه با غالب بودن گونه‌های *O. Eurotia*، *Tragopogon caricifolius*، *melanotricha* و *ceratoides* عوامل بارندگی و پارامترهای خاکی شامل درصد سیلت، پتاسیم و درصد ماده آلی تأثیرگذارترین عوامل معرفی شدند. در سایت‌های

درصد پوشش گیاهی گونه‌ها دارند. همچنین جهت بردارها نشان‌دهنده وجود همبستگی عوامل محیطی با یکدیگر و نیز (David, 2017). با درصد پوشش گونه‌های گیاهی می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴- توزیع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل اکولوژیک (بردارها معرف عوامل محیطی و شکل‌های مثلثی نشانگر گونه‌های گیاهی هستند)

Figure4- Distribution of plant species in relation to ecological factors (vectors are defined by environmental factors and triangular shapes representing plant species)

Dem: ارتفاع، P: فسفر قابل جذب، Rain: میانگین بارندگی سالانه، Silt: درصد سیلت، OC: درصد ماده آلی، Clay: درصد رس، K: پتاسیم قابل جذب، Gyps: درصد گچ، N: درصد ازت کل، CaCo3: درصد آهک خاک، Temp: میانگین دمای سالانه، EC: هدایت الکتریکی خاک، Sand: درصد شن خاک، PH: اسیدیت، Slope: درصد شیب

گونه‌های گیاهی: *Bromus tomentellus*, *Eurotia ceratoides*, *Carex stenophylla*, *Tragopogon caricifolius*, *Stipa barbata*, *Scariola orientalis*, *Poa bulbosa*, *Astragalus verus*, *Noaea mucronata*, *Onobrychis melanotricha*,

می‌باشد (جدول ۴).

با توجه به واکنش معنی‌دار گونه *O. melanotricha* در رابطه با عوامل مذکور در منطقه مورد مطالعه، منحنی پاسخ این گونه نسبت به هر یک از متغیرهای محیطی اثرگذار بررسی شد (شکل ۵).

منحنی پاسخ گونه *O. melanotricha* به عوامل محیطی بکارگیری مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع خطا پواسون، برای هر یک از متغیرهای محیطی، نشان داد که اثر عوامل محیطی شامل ارتفاع، درصد رس، بارندگی، درصد ماده آلی، فسفر و درصد شن و میانگین دمای سالانه در سطح احتمال خطای ۱ درصد بر پوشش گونه *O. melanotricha* معنی‌دار

جدول ۵- نتایج برازش مدل جمعی تعمیم یافته نسبت به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی دار

Table5- Results of fitting the Generalized Additive Model to every significant explanatory variable

متغیر محیطی Environmenta variable	F*	P*	معیار اطلاعاتی آکائیک Akaike Information Criterion
ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m.a.s.l)	12.84	0.000	3.444
رس (درصد) Clay (%)	6.45	0.008	4.671
میانگین بارندگی سالانه Mean annual precipitation (mm)	13.84	0.000	3.163
درصد ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	6.01	0.011	4.867
فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) Phosphorus (mg/kg)	6.45	0.009	4.801
شن (درصد) Sand (%)	5.10	0.019	5.195
میانگین دمای سالانه (سانتی گراد) Mean annual temperature (°C)	4.36	0.032	5.498

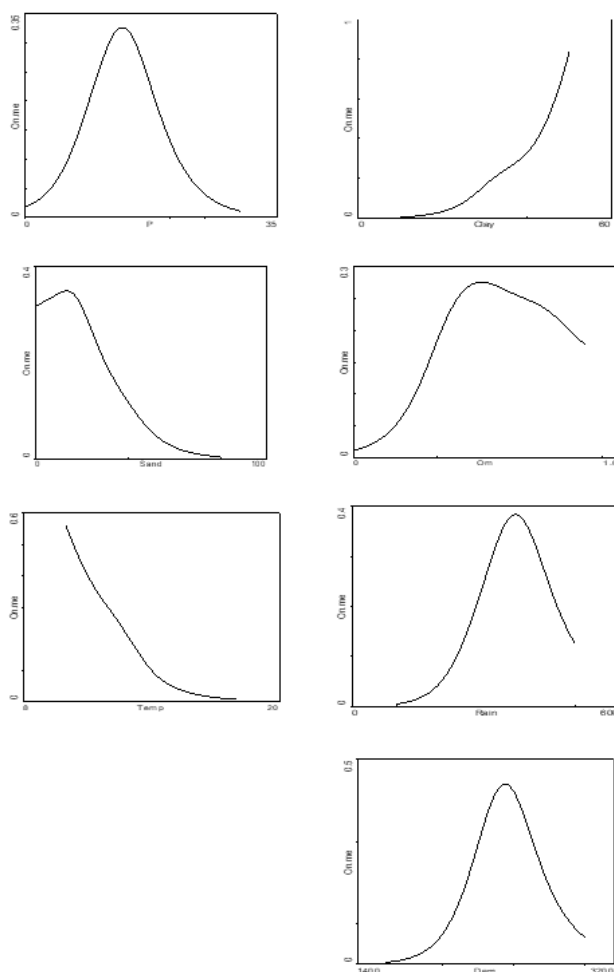
F: آماره آزمون محاسبه شده برای معنی داری برازش مدل، P: مقدار سطح احتمال بدست آمده از آزمون برازش مدل

F: Test statistics calculated for model fit significance, P: Value of probability level obtained from the model fit

پاسخ گونه اسپرس نسبت به تغییرات درصد رس خاک افزایشی بوده و با افزایش مقادیر این عامل، درصد پوشش گونه نیز بیشتر می شود (شکل ۴).

پاسخ گونه *O. melanotricha* نسبت به تغییرات درصد شن خاک و میانگین دمای سالانه از مدل کاهش پیروی کرده و با افزایش مقدار این عوامل، درصد پوشش گیاهی آن کاهش یافته است. در مورد عامل اول، حضور این گونه تا ۸۰ درصد شن ادامه داشته است و در مقادیر بیشتر از آن دیده نشده است. همچنین در مورد عامل دوم، حضور گونه از میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سانتیگراد آغاز و نهایتاً تا میانگین دمای ۱۷ درجه سانتیگراد ادامه داشته است (شکل ۴).

بررسی عملکرد گونه (درصد پوشش گیاهی) مورد مطالعه در ارتباط با متغیر فسفر، درصد ماده آلی، میانگین بارندگی سالانه و ارتفاع نشان داد که پاسخ این گونه نسبت به تغییرات مقادیر این عوامل به صورت تک نمایی است. بدین ترتیب که با افزایش ارتفاع، میانگین بارندگی سالانه، درصد ماده آلی و فسفر، درصد پوشش گونه *O. melanotricha* افزایش و از آن به بعد، با افزایش مقادیر روند کاهش نشان داده است. این گونه در بارندگی بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلیمتر مشاهده شده و بیشترین حضور گونه در بارندگی ۳۷۰ میلیمتر بوده است. از نظر ارتفاع، پراکنش گونه در دامنه ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۳۲۰۰ متر از سطح دریا بوده و بیشترین حضور گونه، در ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا بوده است.



شکل ۵- منحنی پاسخ گونه گیاهی اسپرس به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی‌دار

Figure5- Response curve of *O. melanotricha* to significant explanatory variables

محور عمودی: درصد تاج پوشش

Vertical axis: percentage of canopy cover

محورهای افقی به ترتیب از بالا سمت چپ: فسفر- درصد رس- درصد شن- درصد ماده آلی- میانگین دمای سالانه- میانگین بارش سالانه- ارتفاع

Horizontal axes in order from top left: phosphorus- percentage of clay- percentage of organic matter- mean annual temperature- mean annual precipitation- altitude

## بحث

حفاظت خاک مورد توجه محققان مرتع کشور می‌باشد، اما تحقیقی جامع در مورد شرایط رویشگاهی و اکولوژی آن انجام نشده‌است. نتایج حاصل از آنالیز تطبیقی متعارفی نشان داد که از بین ۱۵ متغیر اولیه، عوامل ادافیکی شامل اسیدیته، درصد آهک، درصد گچ، میزان پتاسیم و میزان ازت و همچنین عوامل ارتفاع و دمای میانگین سالانه از جمله مؤثرترین عوامل بر تغییرات رویشگاه گونه *O.*

شناخت رفتار گونه‌های گیاهی، هم به صورت واحدهای مستقل و هم در ارتباط با سایر اجزای اکوسیستم مرتعی، اولین قدم در شناخت ماهیت و عملکرد این اکوسیستم‌های طبیعی است. گونه *O. melanotricha* یکی از گونه‌های با ارزش در جوامع گیاهی عرصه‌های مرتعی کشور است که چه به لحاظ ارزش علوفه‌ای و چه از نظر تنوع گونه‌ای و

اصفهان در محدوده ارتفاعی ۳۲۰۰-۱۶۰۰ متر از سطح دریا حضور داشته است. از سویی، پاسخ این گونه نسبت به تغییرات مقادیر این عامل به صورت تک‌نمایی است. بدین ترتیب که با افزایش ارتفاع تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا افزایش و از آن به بعد با افزایش ارتفاع، روند کاهشی نشان داده است. حضور بیشتر این گونه در این دامنه ارتفاعی را شاید بتوان به دلیل وجود ترکیبی از عوامل زیستی مناسب در این محدوده ارتفاعی دانست که نشان‌دهنده حالت تعادلی جامعه با محیط خود است. این موضوع توسط سایر محققان نیز اشاره شده است (Wang et al., 2002; Ghafari et al., 2020). کاهش حضور و عملکرد اسپرس در خارج از این محدوده نیز می‌تواند تا حدودی به دلیل محدودیت‌های اکوفیزیولوژیکی مانند کاهش فصل رشد، کاهش ظرفیت نگهداشت آب، درجه حرارت کم و توان تولید پائین اکوسیستم در ارتفاعات بالاتر و همچنین کمبود بارندگی، افزایش درجه حرارت و تبخیر بالا در ارتفاعات پائین‌تر باشد (Körner, 2007). بررسی عملکرد گونه (درصد پوشش گیاهی) مورد مطالعه در ارتباط با متغیر فسفر نشان داد که با افزایش میزان این عنصر در خاک تا ۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، فراوانی گونه *O. melanotricha* افزایش و از آن به بعد با افزایش مقادیر این عوامل، روند کاهشی نشان داده است. نتایج این تحقیق مشابه یافته Sheykhzadeh و همکاران (۲۰۱۵) است. آنان در منطقه چادگان استان اصفهان به این نتیجه رسیدند که بین درصد پوشش *O. melanotricha* و میزان فسفر خاک ارتباط معنی دار وجود دارد. از آنجا که فسفر خاک نقش مهمی در تقسیم سلول‌ها و رشد بافت‌های مریستمی و تسریع در رشد ریشه دارد، از این رو کمبود آن در خاک موجب کاهش عملکرد گیاه (بخش‌های هوایی و ریشه) می‌شود (Alavi et al., 2017). Sheykhzadeh و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند که قرق چند ساله مراتع می‌تواند باعث تغییر در برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه بهبود پوشش گیاهی گردد. یکی از عناصری که در مناطق قرق‌شده نسبت به مناطق تحت چرا افزایش می‌یابد فسفر

*melanotricha* شناسایی شدند. این نتیجه‌گیری مطابق با نتایج Javadi و همکاران (۲۰۱۲) در منطقه مشابه واقع در اشترانکوه استان لرستان است. در تحقیق آنان، تأثیر عوامل ادافیکی در پراکنش و استقرار گونه‌های گیاهی بیشتر از سایر عوامل بوده و عوامل ارتفاع، شیب و شدت چرا به ترتیب در درجه بعدی اهمیت قرار داشته‌اند. در این تحقیق عوامل اقلیمی بررسی نشده است. نتایج حاصل از برازش مدل افزایش تعمیم‌یافته، برای بیان محدوده رویش آن تحت تأثیر متغیرهای مورد بررسی و تعیین شرایط بهینه رویش نشان داد که این گونه بیشتر بر روی خاک‌های نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت متوسط تا نیمه‌سنگین از رسی-لومی تا شنی-رسی پراکنش دارد. این گونه در خاک‌های سبک حضور چندانی نداشته است. به نظر می‌رسد که شرایط رقابتی بین گیاهان در این نوع خاک‌ها و وضعیت رطوبتی و زهکشی آن موجب رشد بیشتر این گونه در این نوع خاک‌ها شده است. به‌طورکلی بافت خاک، حرکت آب در خاک را تحت تأثیر قرار داده و عامل مهمی در قابلیت دسترسی به مواد غذایی و یک عامل مؤثر در قابلیت فرسایشی خاک می‌باشد (Khalasi Ahvazi et al., 2012; Alavi et al., 2017). واکنش گونه *O. melanotricha* به درصد رس خاک، حکایت از وجود ارتباط مثبت بین عملکرد این گونه با عامل مزبور دارد. به‌طوری‌که بیشترین درصد پوشش این گیاه در مناطق با بافت متوسط و نیمه‌سنگین بوده است. با افزایش درصد این عامل، حضور و درصد پوشش گیاهی آن افزایش یافته و از مدل افزایشی پیروی و این افزایش تا ۵۰ درصد میزان رس ادامه دارد. از سوی دیگر، واکنش گیاه به افزایش درصد شن خاک از مدل کاهشی تبعیت می‌کند و در خاک‌های دارای شن ۸۰ درصد و بالاتر حضور ندارد. Kia و همکاران (۲۰۱۲) هم در مراتع چهارباغ استان گلستان و Pourbabaei و همکاران (۲۰۱۵) در منطقه دیواندره کردستان نیز نقش بافت خاک را بر حضور گونه‌های جنس اسپرس وحشی نشان دادند.

بررسی عملکرد گونه (درصد پوشش گیاهی) مورد مطالعه در ارتباط با متغیر ارتفاع نشان داد که این گونه در استان

گیاهی مختلف و بعضاً مهاجم است گونه اسپرس قادر به ادامه بقا نیست.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که مدل افزایشی تعمیم‌یافته، در تعیین نیازهای اکولوژیکی گونه مورد نظر کارایی قابل قبولی داشت که می‌تواند در مدیریت پوشش گیاهی و عملیات اصلاح مراتع در مناطق مشابه، مورد توجه مدیران منابع طبیعی قرار گیرد. ذکر این نکته ضروری است که مدل‌های ارائه شده برای این گونه، فقط در محدوده شرایط رویشگاهی مناطق مورد مطالعه صادق است و برای تعمیم به مناطق دیگر، باید آن را در رویشگاه‌های دیگر این گونه در چند منطقه آزمایش کرد تا بتوان میزان تبعیت مدل را سنجید، در صورتی که مدل‌های پیش‌بینی دارای دقت مناسب باشند، از آنها می‌توان در برنامه‌های اصلاحی و مدیریت مرتع برای پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط منطقه استفاده کرد.

### منابع مورد استفاده

- Ahmadi, K., Alavi, S.J. and Tabari Koochaksorayi, M., 2015. Evaluation of oriental beech (*Fagus orientalis* L.) site productivity using generalized additive model (Case study: Tarbiat Modares University Forest Research Station). Iranian Journal of Forest, 7(1): 17-32 (In Persian).
- Alavi, S.J., Nouri, Z. and Zahedi Amiri, G.H., 2017. The response curve of Beech tree (*Fagus Orientalis* Lipsky.) in relation to environmental variables using Generalized Additive Model in Khayroud Forest, Nowshahr. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 24(1): 29-42 (In Persian).
- Aliahyaei, M. and Behbahani Rad, A.A., 1993. Description of Soil Chemical Decomposition Methods. Technical Report No. 893, Soil & Water Research Institute, 129p (In Persian).
- Arzani, H. and Abedi, M., 2015. Rangeland Assessment: Survey and Monitoring. University of Tehran Press, Tehran, 217p (In Persian).
- Balent, G., Stafford Smith, D.M. 1991. Conceptual model for evaluating the consequences of management practices on the use of pastoral resources. In: Proceedings of the fourth International Rangeland Congress., Montpellier, France, pp. 1158-1164.
- David, V., 2017. Data Treatment in Environmental Sciences. Elsevier, 163p.

است و این عامل در بهبود بعضی از گونه‌های گیاهی مانند *O. melanotricha* نقش دارد. این یافته و نتیجه این تحقیق یکی از علل بیشتر بودن پوشش گیاه اسپرس در مناطق قرق‌شده را توجیه می‌کند. این موضوع در تحقیق Siahmansour و همکاران (۲۰۱۷) نیز اشاره شده است. به طوری که در بررسی تغییرات فصلی تولید و مصرف گونه‌های پرمصرف در مراتع استان لرستان، از این گونه به‌عنوان یکی از گونه‌های بشدت مورد بهره‌برداری یاد شده است، به نحوی که موجب کاهش شدید تراکم این گونه نسبت به عرصه‌های قرق‌شده گردیده است. عملکرد گونه *O. melanotricha* در مقابل درصد ماده آلی نیز به صورت تک‌نمایی بوده است، به نحوی که با افزایش این عامل تا میزان ۸ درصد، عملکرد گونه روند افزایشی را داشته است. میزان ماده آلی در خاک ارتباط مستقیم با میزان نیتروژن خاک دارد که در رشد گیاه مؤثر است. ماده آلی همچنین سبب افزایش مقدار آهن قابل استفاده در خاک می‌گردد (Najafi Ghiri *et al.*, 2018). دلیل آن می‌تواند ظرفیت تبادل کاتیونی ماده آلی برای جذب و نگهداری یون‌های آهن، قابلیت کلات شدن آهن به وسیله ترکیبات آلی و کاهش pH خاک در نتیجه اسیدهای آلی باشد.

دو عامل بارش و دمای میانگین از عوامل اصلی تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌های گیاهی هستند. این ارتباط در تحقیقات متعددی نشان داده شده است (Tong *et al.*, 2019; Cowles *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2018). نتایج این تحقیق نشان داد که پراکنش این گونه در محدوده بارش ۵۰۰-۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد و بیشترین حضور گونه در بارش ۳۷۰ میلی‌متر است. با افزایش بارش، حضور گیاه افزایش یافته و در مقادیر بالاتر از آن کاهش داشته است. Ghanavati و همکاران (۲۰۱۳) نیز در منطقه اسلام‌آباد غرب استان کرمانشاه میزان بارش محدوده حضور این گونه را ۴۵۹ میلی‌متر گزارش کرده‌اند. به نظر می‌رسد که وضعیت تهویه ریشه گیاه درون خاک و عامل رقابت از عواملی هستند که در این محدوده بارش بر حضور گونه مؤثرند. در شرایط بارش بالاتر که سطح زمین پوشیده از گونه‌های

- and Soltani Gerdefaramarzi, M., 2012. Habitat suitability modelling of *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M. in North East of Semnan, using Ecological Niche Factor Analysis. *Journal of Rangeland*, 5(4): 362-373 (In Persian).
- Kia, F., Tavili, A. and Javadi, S.A., 2012. Relationship between some rangeland species distribution and environmental factors in Chahar-Bagh region of Golestan province. *Journal of Rangeland*, 5(3): 292-301 (In Persian).
- Körner, C., 2007. The use of "altitude" in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22: 569-574.
- Leps, J. and Smilauer, P., 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press, 269 p.
- Molaei Sham Asbi, M., Ghorbani, A., Sefidi, K., Bahrami, B. and Hashemi Majd, K., 2017. Effects of ecological factors on distribution of *Artemisia aucheri* Boiss. in southeast faced slopes of Sabalan. *Journal of Rangeland*, 11(2): 139-151 (In Persian).
- Mozaffarian, V., 2013. *A Dictionary of Iranin plant, Names. Latin, English, Persian*. Farhange moaser Press, Tehran, 756p (In Persian).
- Najafi Ghiri, M., Mahmoudi, A.R., Askari Sh. and Farokhnejad, E., 2018. Soil-plant interaction in salt marsh of Korsia region, Darab, southeastern of Fars province. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 25(1): 170-182 (In Persian).
- Nasirzadeh, A., Khoram Shookoh, M. and Heidari Sharif Abad, H., 2005. The Study of physiological effects of drought stress on vegetative growth and development of 6 *Onobrychis* species. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 14(4): 365-375 (In Persian).
- Oksanen, J. and Minchin, P.R., 2002. Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? *Ecological Modelling*, 157(2-3): 119-129.
- Pourbabaie, H., Rahimi, V. and Adel, M.N., 2015. Effect of Environmental Factors on Rangeland Vegetation Distribution in Divan-Darre Area, Kurdistan. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 4(11): 27-39 (In Persian).
- Rydgren, K., Halvorsen, R. and Okland, T., 2009. Species response curves along environmental gradients. A case study from SE Norwegian Swamp Forests. *Journal of Vegetation Science*, 14(6): 869 - 880.
- Sheykhzadeh, A., Matinkhah, S.H., Bashari, H., Tarkesh, M. and Soleymani, M., 2015. Effects of site characteristics and management factors on vegetation distribution in Chadegan experimental range site, Isfahan province. *Journal of Rangeland*, 9(1): 76-90 (In Persian).
- Siahmansour, R., Akbarzadeh, M. and Zandi Esfahan, -Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R., Bidarlord, M. and Kakemami, A., 2020. Study the effective environmental factors on distribution of ecological plant groups in altitude gradient of Moghan-Sabalan rangelands. *Journal of Range and Watershed Management*, 73(1): 149-166 (In Persian).
- Ghanavati, F., Nazari Manocherabadi, F. and Amirabadizadeh, H., 2013. Eco-geographical Evaluation of *Onobrychis* Species Distribution Related by Soil and Climate in Kermanshah Province. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 1(2): 131-147 (In Persian).
- Ghorbani, A., Nazari Anbaran, F., Asghari, A., Azimi, F. and Molaei, M., 2018. The effect of some ecological factors on the distribution of vegetation of the grass-shrubland physiognomic unit on the Fakhr Abad-Shabilelevation gradient (Northern Sabalan). *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 6(12): 215-238 (In Persian).
- Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
- Heidari, F., Dianati Tilaki, G.A. and Alavi, S.J., 2018. Comparison of the response curve of *Bromus tomentellus* Boiss. and *Achillea millefolium* L. species to some environmental gradients using the Generalized Additive Model in the rangeland of Galandrood watershed. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 5(11): 17-34 (In Persian).
- Cowles, J., Boldgiv, B., Liancourt, P., Petraitis, P. and Casper, B., 2018. Effects of increased temperature on plant communities depend on landscape location and precipitation. *Ecology and Evolution*. 8:5267-5278.
- Javadi, S.A., Baharvand, Z. and Mokhtari, A., 2012. Effects of some topography and soil factors on vegetation structure in the northern profile of Oshorankouh (Lorestan province). *Journal of Rangeland*, 5(4): 352-361 (In Persian).
- Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F. and van Tongeren, F.R., 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, Cambridge University Press, 299 p.
- Karamian, R., Moradi Behjou, A., Atri, M. and Ranjbar, M., 2010., Intraspecific variation of *Onobrychis melanotricha* Boiss. (Fabaceae) in relation to its habitats in Hamedan province, *Iranian Journal of Botani*, 16(1): 10-21 (In Persian).
- Karamian, R. and Ataei Barazande, S., 2013. Effect of salinity on some growth parameters in three *Onobrychis* species (Fabaceae) in Iran. *Iranian Journal of Plant Biology*, 5(1): 69-82 (In Persian).
- Kent, M., 2011. *Vegetation Description and Data Analysis: a Practical Approach*. John Wiley and sons Press, 414.
- Khalasi Ahvazi, L., Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H.

- plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology*, 165: 169–181.
- Whittaker, R.H., 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs*, 26 (1): 1–80.
- Zare Chahouki, M. A., Khojasteh, F., Yousefi, M., Farsoudan, A. and Shafizadeh Nasrabadi, M., 2013. Evaluation of different plot shape, size, and number for sampling in middle Taleghan rangelands. *Watershed Management Research*, 26: 133-144 (In Persian).
- Zare Hesari, B., Ghorbani, A., Azimi Motem, F., Hashemi majd, K. and Asghari, A., 2014. Study the effects of ecological factors on *Artemisia fragrans* Willd. distribution in southeast faced slopes of Sabalan. *Journal of Rangeland*, 8(3): 238-250 (In Persian).
- Zhang, Y.M. and Cao, T., 2001. Quantitative classification and ordination analysis on bryophyte vegetation in Bogda Mountain, Xinjiang. *Acta Ecologica Sinica*, 26: 10-16.
- Zhao, Y., Cao, H., Chen, G., Lian, J., Du, Y. and Ma, K., 2018. Contributions of precipitation and temperature to the large scale geographic distribution of fleshy-fruited plant species: Growth form matters. *Scientific Reports*, 8(17017): 1-9.
- E., 2017. Studying the seasonal changes of production and consumption of full consumption species in Lorestan alpine rangelands. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 24(2): 418-428 (In Persian).
- Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P., 2002. *Canoco, reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca.
- Traoré, S., Zerbo, L., Schmidt, M. and Thiombiano, L., 2012. Acacia communities and species responses to soil and climate gradients in the Sudano-Sahelian zone of West Africa. *Journal of Arid Environments*, 87:144-152.
- Tong, W., Jingsheng, W., Yuke, D., Wenjing, L., Xiaoting, B. and Chao, L., 2019. Quantitative classification and ordination of plant communities in the upper and middle Reaches of the Yarlung Zangbo River Basin. *Journal of Resources and Ecology*, 10(4): 389-396.
- Walton, P.D., 1982. *Production and Management of Cultivated Forages*. Reston Pub. Co. publisher, 430p.
- Wang, G., Zhou, G., Yang, L. and Li, Z., 2002. Distribution, species diversity and life-form spectra of



## Some ecological requirements of *Onobrychis melanotricha* in Esfahan province

M. Borhani<sup>1\*</sup>, Z. Jaberlansar<sup>2</sup> and H. Mirdavoodi<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran. Email: massodborhani@gmail.com

2- Research Expert, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran

3. Associate Professor, Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran

Received: 05/24/2021

Accepted: 02/25/2022

### Abstract

Understanding the ecological characteristics of plant species and how they react to environmental factors provides the necessary information for vegetation management and rangeland improvement. In the present study, the ecological needs of sainfoin (*Onobrychis melanotricha* Boiss.) were studied with emphasis on environmental factors affecting vegetation changes, and the response of this species to changes in ecological factors was investigated using the Canonical Correspondence Analysis (CCA). Data collection was performed in 2018 in 19 study sites in the west and south of Isfahan province. In each site, the vegetation sampling was performed by random-systematic sampling method in 30 plots of one square meter, located along 3 200-meter transects, and soil sampling was done from a depth of 0-30 cm in each site. Data were analyzed using SPSS17 and CANOCO4.5 software. Using a generalized additive model with Poisson error distribution for each of the environmental variables showed that environmental factors including height, clay percentage, rainfall, organic matter percentage, phosphorus, and sand percentage, and the average annual temperature significantly affect ( $p < 0.01$ ) vegetation. This species is distributed on semi-deep to deep soils with medium to semi-heavy textures. This species is distributed on semi-deep to deep soils with medium to semi-heavy textures. The optimal altitude range for the growth of this plant was 1600-3200 meters above sea level, and the optimal rainfall for this plant was 370 mm. Overall, the results of this study had an acceptable efficiency in determining the ecological needs of the species, which can be considered by natural resource managers in vegetation management and rangeland improvement operations in similar areas.

**Keywords:** *Onobrychis melanotricha*, ordination, ecological factors, response curve.