View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Directory of Open Access Journals

Iranian Journal of Plant Biology, Vol. 10, No. 3, 2018

Ecological, habitat and morphological characteristics of the *Ephedra procera* C.A.Mey. in the mountain rangelands of Urmia

Javad Motamedi [1*], Esmaeil Sheidai Karkaj [2], Farhad Ghasemi [3], Mahshid Souri [1]

[1] Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran

[2] Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

[3] Administration of Natural Resources and Watershed Management of West Azarbaijan, Urmia, Iran

Abstract

The survey of the ecological and m

orphological characteristics of medicinal plants is one of the essential requirements for multipurpose use of rangelands. Accordingly, the ecological and morphological characteristics of *Ephedra procera* were investigated in the mountain rangelands of Urmia. For this end, regarding to the physical and vegetation characteristics; three habitats representing a wide range of areas of *E. procera* distribution region were selected. Then, the data inventory was conducted within 30 two square meters plots established on transects along 100-meter with distances of 10 meters apart and the morphological characteristics and amount of forage production were measured. To study the relation between distribution of vegetation and soil characteristics, soil samples were taken with three replications along transects. The results showed that the morphological characteristics of *Ephedra* and soil physical and chemical properties in study sites; are significantly different among the sites. Analysis of variance linear regression equation between forage production of *Ephedra* with morphological characteristics indicates a significant relationship between forage production and number of plant shoots. The results of studying the relationships vegetation distribution with environmental factors showed that the influence of environmental variables on vegetation is significant which accordingly the factors such as slope, temperature, aspect, porosity, sand, elevation from sea level, percent of gravel, bulk density and electrical conductivity are of the most important factors affecting the distribution of *Ephedra* species. The results can be used in planning the protection and restoration practices of *Ephedra* in natural habitats.

Keywords: By-product, *Ephedra*, Environmental factors, Mountain rangelands of Urmia

* Corresponding Author: motamedi@rifr-ac.ir

Copyright©2018, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال دهم، شمارهٔ سی و هفتم، پاییز ۱۳۹۷، صفحهٔ ۱-۲۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۸
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۰۳/۱۳ و ۱۳۹۷/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۶/۱۸

ویژگی‌های بوم‌شناختی، رویشگاهی و ریخت‌شناختی *Ephedra procera* C.A.Mey. در مراتع کوهستانی ارومیه

جواد معتمدی [1*]، اسماعیل شیدای کرکج [2]، فرهاد قاسمی [3]، مهشید سوری [1]

[1] بخش تحقیقات مرتع، موسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
[2] گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
[3] ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

چکیده

بررسی ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی گیاهان دارویی برای استفادهٔ چندمنظوره از مراتع، ضروری است؛ بنابراین، ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی ارمک (*Ephedra procera* C.A.Mey.) در مراتع کوهستانی ارومیه بررسی شدند. بدین‌منظور، بین رویشگاه‌های معرف، سه رویشگاه انتخاب شدند که ازنظر ویژگی‌های فیزیکی و پوشش گیاهی، نمایندهٔ سطح وسیعی از مناطق پراکنش *E. procera* هستند؛ سپس از پوشش گیاهی، داخل ۳۰ پلات دو متر مربعی که با فاصلهٔ ۱۰ متر از یکدیگر در امتداد ترانسکت‌های ۱۰۰ متری قرار گرفته بودند آماربرداری شد و ویژگی‌های ریخت‌شناختی و مقدار تولید علوفهٔ آن اندازه‌گیری شدند. برای بررسی روابط پراکنش پوشش گیاهی با ویژگی‌های خاک، نمونه‌های خاک با سه تکرار در امتداد ترانسکت‌ها برداشت شدند. نتایج نشان دادند ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* و نیز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در رویشگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری دارند. نتایج تجزیهٔ واریانس رابطهٔ رگرسیون خطی بین تولید علوفه *E. procera* با مشخصات ریخت‌شناختی آن بیان‌کنندهٔ وجود رابطهٔ معنی‌دار بین تولید علوفه با تعداد جست هستند. نتایج بررسی روابط پراکنش پوشش گیاهی با عوامل محیطی نشان دادند اثر متغیرهای محیطی بر پوشش گیاهی معنی‌دار است. براین‌اساس، متغیرهای شیب، دما، جهت جغرافیایی، تخلخل، درصد شن، درصد سنگ‌ریزه، ارتفاع از سطح دریا، وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی، عوامل مؤثر بر پراکنش *E. procera* هستند. نتایج به‌دست‌آمده در برنامه‌ریزی حفاظت از *E. procera* و عملیات احیایی در رویشگاه های طبیعی، کاربردی‌اند.

واژه‌های کلیدی: ارمک، عوامل محیطی، محصولات فرعی، مراتع کوهستانی ارومیه

[*] نگارندهٔ مسئول: نشانی پست الکترونیک: motamedi@rifr-ac.ir، شمارهٔ تماس: ۰۲۱۴۴۷۹۷۲۸۲

Copyright©2018, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

مقدمه

محصولات فرعی مانند محصولات دارویی و صنعتی ازجمله خدمات بوم‌سامانه‌های مرتعی‌اند که به‌دلیل نیاز جوامع محلی، مقبول‌بودن و بازارپسندی، وضعیت اقتصادی بهره‌برداران را بهبود می‌بخشند؛ اما اهمیت آنها در برخی موارد به‌خوبی درک نشده است یا به‌دلیل بهره‌برداری غیراصولی، گونه‌های دارای ویژگی‌های یادشده در معرض انقراض قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، ضرورت دارد ضمن شناسایی مناطق پراکنش گونه‌های تولیدکنندهٔ محصولات فرعی، ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی آنها برای شناخت نیازهایشان بررسی شود تا بتوان برمبنای اطلاعات به‌دست‌آمده نسبت به کشت و اهلی‌کردن آنها، تولید انبوه در بوم‌سامانه‌های زراعی و عملیات اصلاحی مرتع برنامه‌ریزی کرد. دراین‌باره معمولاً این پرسش‌ها مطرح می‌شوند که نیاز بوم‌شناختی هریک از گونه‌های مولد محصولات فرعی چیست و بین ویژگی‌های ریخت‌شناختی آنها با عوامل محیطی چه رابطه‌ای وجود دارد. این پرسش‌ها مسئلهٔ اصلی بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با بهره‌برداری از محصولات فرعی‌اند؛ ازاین‌رو پژوهش حاضر با هدف پاسخ به پرسش‌های یادشده بر ارمک (*Ephedra procera* C.A.Mey.) در مراتع کوهستانی ارومیه انجام شد.

جنس ارمک یا ریش‌بز (*Ephedra*) از تیرهٔ Ephedraceae است. بررسی‌های تاکسونومیک نشان می‌دهند ارمک در ایران ۱۲ گونهٔ پراکنده در مناطق مختلف کشور دارد و تنها درختچهٔ بازدانه‌ای است که در مراتع پراکنش دارد (Mozafarian, 2007). گونهٔ *E. procera* گیاهی پایا، دوپایه، درختچه‌ای ایستاده، به‌ندرت خیزان یا کمی در پایه خوابیده است که ارتفاع ۵۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر دارد و کم‌وبیش به رنگ سبز مات و متمایل به آبی است. ساقه‌های آن متعدد، ایستاده، محکم، در قاعده چوبی است و پوستی دارد که در سطح خارجی، قهوه‌ای متمایل به خاکستری است. برگ‌ها تحلیل‌یافته و به‌صورت غلاف‌اند و به‌طورکلی گیاه بدون برگ است. گل‌ها مجتمع در مخروط‌های تک‌جنس‌اند. موسم گل‌دهی معمولاً اردیبهشت و خردادماه است. میوه‌ها با طول ۵ تا ۷ میلی‌متر با براکته‌های گوشتی قرمز یا متمایل به زرد، دانه‌ها کشیده و تخم‌مرغی با طول ۴ تا ۶ میلی‌متر و در سطح پشتی محدب هستند (Ghahraman, 1978-2007).

گونه‌های این جنس به‌سبب وجود آلکالوئیدهای افدرین (Ephedrin) و پسودوافدرین (Pseudoephedrin)، خاصیت دارویی در درمان بیماری‌های تنفسی و آسم دارند (Mozaffarian, 2015). نتایج پژوهش‌ها بر ترکیبات شیمیایی چهار گونهٔ ارمک نشان دادند اسانس‌های α-terpineol، Carvone، Limenone، Camphene و Carvacrol ترکیبات غالب در گونه‌های ارمک هستند؛ ضمن اینکه ترکیبات شیمیایی موجود در پایه‌های نر و مادهٔ گونه‌های مختلف تقریباً یکسان هستند (Vaezi *et al.*, 2014). همچنین گزارش شده است محتوای آلکالوئیدها و اسانس‌های گونه‌های مختلف ارمک با سن گیاه و بهترین زمان جمع‌آوری آن ارتباط دارد که سن مناسب برداشت، چهار سال بیان شده است (Porwal *et al.*, 2003). از دیگر ویژگی‌های گونه‌های ارمک،

توانایی زیاد آنها در پالایش خاک‌های آلوده (Soltani Javid *et al*., 2014) و جذب کربن دی اکسید (Rosata *et al*., 2010) است.

ازنظر بوم‌شناختی بیشترین پراکندگی *Ephedra* در مناطقی با خاک‌های شنی و شنی لومی سنگ‌ریزه‌دار، اقلیم خشک و نیمه‌خشک، تابستان گرم و زمستان سرد گزارش شده است. فصل گل‌دهی آن اوایل بهار است و رشدرویشی آن تا اواسط مهرماه ادامه دارد. گرده‌افشانی در *Ephedra* با باد و حشرات انجام می‌شود و بذر آن تقریباً در همهٔ سال جوانه می‌زند. سیستم ریشه‌ای گونه‌های ارمک ویژگی ریخت‌شناختی ویژه‌ای دارد با تغییرات شدید خاک و شرایط رطوبتی سازگار می‌کند (Arzani *et al*., 2000).

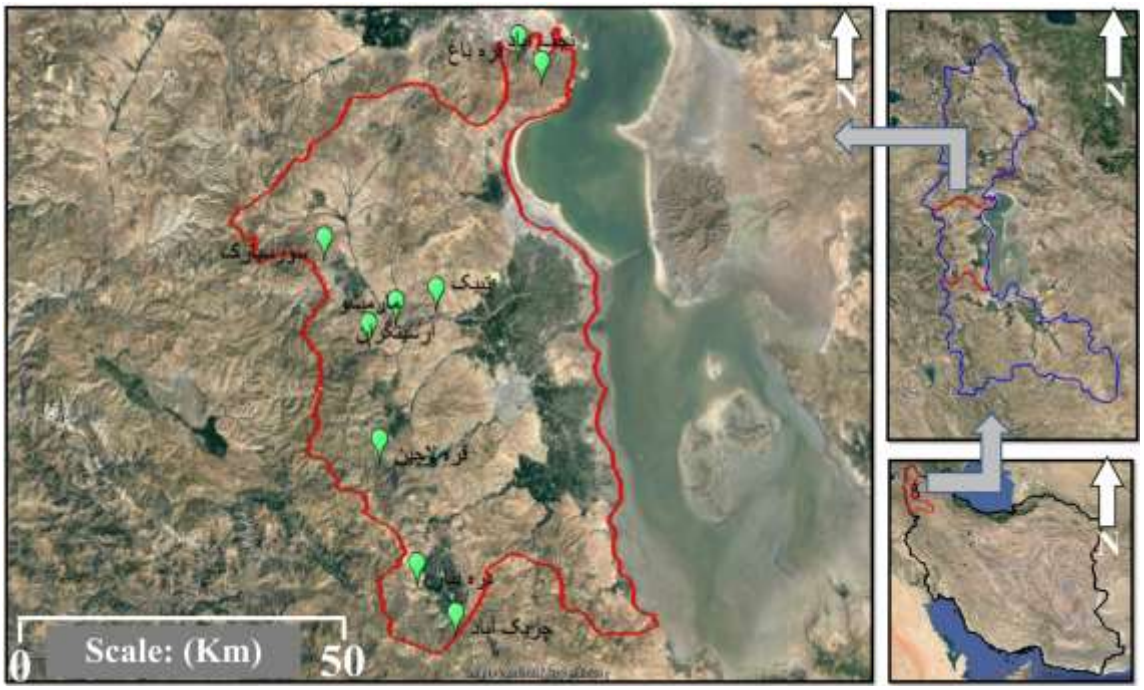
بررسی نیازهای بوم‌شناختی و ویژگی‌های ریخت‌شناختی *Ephedra* به‌دلیل همیشه‌سبزبودن آن، فوایدی که برای تغذیهٔ دام‌ها دارد و نیز فواید دارویی آن به‌دلیل داشتن دو مادهٔ مؤثر به‌نام افدرین و پسودوافدرین و ازسوی‌دیگر مضربودن آن برای دام‌ها به‌دلیل سمی‌بودن و مهاجم‌بودن آن در مراتع (Mozaffarian, 2015) ضرورت دارد. در سال‌های گذشته، رویشگاه‌های ارمک به‌دلیل بهره‌برداری غیراصولی و همچنین تغییر کاربری عرصه‌های مرتعی در معرض تخریب قرار گرفته‌اند و حضور این گیاه در مراتع کاهش یافته است؛ به‌طوری‌که گونه‌های جنس ارمک در معرض انقراض هستند (Ghahraman, 2012). برهمین‌اساس در پژوهش حاضر، ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی *E. procera* بررسی شدند. وضعیت توپوگرافی، خاک، اقلیم و پوشش گیاهی مکان‌های بررسی‌شده، معرف سطح وسیعی از مناطق پراکنش ارمک هستند؛ بنابراین، نتایج، تعمیم‌پذیر به مناطق مشابه هستند.

مواد و روش‌ها

مکان‌های مورد بررسی: برای انجام پژوهش حاضر، با استناد به بررسی‌های کتابخانه‌ای و میدانی، رویشگاه‌های معرف پراکنش *E. procera* در مراتع کوهستانی نازلوچای ارومیه مشخص شدند (شکل ۱) که ویژگی‌های فیزیکی آنها در جدول ۱ ارائه شده‌اند. از بین رویشگاه‌های محل پراکنش، مراتع کوهستانی نجف‌آباد، قره‌باغ و تپیک برای انجام پژوهش انتخاب شدند و در آنها نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک انجام شد.

روش بررسی: پس از تعیین تودهٔ معرف در هریک از رویشگاه‌ها با استناد به راهنمای طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی کشور (Arzani, 1997)، از پوشش گیاهی با روش تصادفی سیستماتیک در ۳۰ پلات دو متر مربعی قرارگرفته به فاصلهٔ ۱۰ متر از همدیگر در امتداد ترانسکت‌های ۱۰۰ متری آماربرداری شد. باتوجه‌به اندازهٔ تاج‌پوشش پایه‌های *E. procera* که معمولاً تا دو متر مربع می‌رسد، اندازهٔ پلات مشخص شده است. همچنین تعداد پلات‌ها طوری تعیین شد که جامعهٔ آماری مد نظر، ازنظر تعداد نمونه کافی باشد. فاصلهٔ بین ترانسکت‌ها نیز باتوجه‌به مساحت تودهٔ معرف، ۵۰ متر در نظر گرفته شد.

پس از قرارگرفتن پلات‌های نمونه‌برداری، تعداد پایه‌ها به تفکیک گونه و درصد پوشش تاجی



شکل۱- نقشهٔ پراکنش رویشگاه‌های محل پراکنش *E. procera* در مراتع کوهستانی ارومیه

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی رویشگاه‌های محل پراکنش *E. procera* در مراتع کوهستانی ارومیه

رویشگاه	مختصات جغرافیایی		مساحت محدودهٔ پراکنش (هکتار)	دامنهٔ ارتفاعی (متر)	میانگین بارندگی سالانه (میلی‌متر)	میانگین دمای سالانه (سانتی‌گراد)	جهت غالب	شیب غالب (٪)
نجف‌آباد	۴۲۱۲۷۴۲/۱۶	۵۱۱۲۷۴/۸	۱۰	۱۶۰۰-۱۷۰۰	۲۷۲	۱۲/۴	جنوب	۴۰
قره‌باغ	۴۲۱۷۳۹۵/۳۳	۵۰۶۴۳۷/۳	۱۵	۱۳۰۰-۱۵۰۰	۲۷۲	۱۲/۴	شمال	۴۰
تپیک	۴۱۷۰۷۵۹/۱۲	۴۸۹۷۳۲/۸	۱۰	۱۴۰۰-۱۵۰۰	۳۰۳	۱۳/۳	جنوب	۳۰
مارمیشو	۴۱۶۴۰۰۸/۶۴	۴۷۵۶۶۶/۳	۶	۱۶۰۰-۱۸۰۰	۴۵۰	۹/۵	جنوب	۴۰
قره‌لاچین	۴۱۴۲۶۴۸/۵۵	۴۷۸۱۷۹/۶	۵	۱۷۰۰-۱۹۰۰	۴۵۰	۱۰/۵	جنوب	۴۰
دره‌بنار	۴۱۱۹۸۸۰/۷۱	۴۸۶۲۲۲/۵	۷	۱۴۰۰-۱۶۰۰	۳۷۵	۱۳	جنوب	۴۰
چریک‌آباد	۴۱۱۰۷۳۷/۸۷	۴۹۴۴۳۸/۱	۵	۱۷۰۰-۱۹۰۰	۳۸۶	۱۰/۸	جنوب	۴۰
آرسینگران	۴۱۶۸۲۰۵/۲۲	۴۸۱۳۲۲/۷	۶	۱۴۵۰-۱۷۰۰	۳۷۵	۱۳	جنوب	۴۰
سورسیارک	۴۱۷۹۸۲۰/۷۸	۴۶۶۲۰۶/۴	۷	۱۷۰۰-۱۹۰۰	۳۴۷	۹/۶	جنوب	۴۰

پایه‌های قرارگرفته در پلات‌ها، درصد خاک لخت، سنگ و سنگ‌ریزه و لاشبرگ با روش تخمین ثبت شد. به‌طور هم‌زمان ویژگی‌های ریخت‌شناختی پایه‌های *E. procera* قرارگرفته در پلات‌ها با دستورالعمل Cornelissen و همکاران (۲۰۰۳) و مقادیر تولید سرپای آنها با روش قطع و توزین اندازه‌گیری شدند و رابطهٔ رگرسیونی بین تولید علوفهٔ آن با ویژگی‌های ریخت‌شناختی و عوامل

محیطی بررسی شد. در پژوهش حاضر، ویژگی‌های ریخت‌شناختی اندازه‌گیری‌شده شامل ارتفاع هر پایه، قطر یقه، قطر بزرگ و کوچک تاج، قطر متوسط تاج، تعداد جست و طول برگ بودند. در هریک از رویشگاه‌ها وضعیت و گرایش مراتع بررسی‌شده نیز به‌ترتیب با روش چهارفاکتوری و ترازوی گرایش مشخص شدند (Mesdaghi, 2003).

برای بررسی اثر عوامل خاکی بر پراکنش *E. procera* طول هر ترانسکت به چهار قسمت تقسیم و از هر قسمت، یک نمونهٔ خاک تا عمق ریشه‌دوانی ارمک (صفر تا ۴۵ سانتی‌متر) برداشت شد. از مخلوط‌کردن خاک هر قسمت مشخص برای سه ترانکست، یک نمونهٔ مرکب به دست آمد. درمجموع برای هر مکان، چهار نمونهٔ خاک و در کل پژوهش، ۱۲ نمونهٔ خاک برداشت شدند که ویژگی‌های آنها شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد اشباع، درصدآهک، درصد کربن آلی، درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت خاک، درصد سنگ‌ریزه و تخلخل براساس دستورالعمل Carter و Gregorich (۲۰۰۸) اندازه‌گیری شدند.

تحلیل آماری: پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی *E. procera* با تجزیه و تحلیل چندمتغیره (روش‌های رج‌بندی)، ارتباط بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی بررسی شد. بدین‌منظور، از روش تحلیل تطبیقی متعارفی (Canonial Correspondance Analaysis, CCA) استفاده شد که با انجام آزمون مونت کارلو، معنی‌داری کل مدل با F-ratio و P-value با ۹۹۹ تکرار ارزیابی شد. آزمون مونت کارلو معمولاً برای آزمون معنی‌داری ارزش‌های ویژهٔ نخستین محور کانونیک استفاده می‌شود (Jongman *et al.*, 1995).

برای حذف هم‌خطی بین شاخص‌های خاکی و درنتیجه مطمئن‌بودن نتایج تحلیل تطبیقی متعارفی، ابتدا برای انتخاب مهم‌ترین شاخص‌های خاکی دارای کمترین همبستگی و هم‌خطی، تجزیهٔ مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analaysis, PCA) بر شاخص‌های خاکی بررسی شد. ماتریس اولیه برای انجام تحلیل تطبیقی متعارفی، شامل گونه‌های گیاهی در واحدهای نمونه‌برداری و ماتریس ثانویه، شامل عوامل محیطی مرتبط با واحدهای بوم‌شناختی بود.

برای بررسی تفاوت بین مقدار تولید و ویژگی‌های ریخت‌شناختی و ویژگی‌های خاک، از تجزیهٔ واریانس یک‌سویه استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. همچنین برای تعیین رابطهٔ رگرسیونی بین تولید علوفهٔ ارمک با ویژگی‌های ریخت‌شناختی آن و ویژگی‌های خاک، رگرسیون گام‌به‌گام به کار برده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای SPSS نسخهٔ ۲۱ و Pc-ORD نسخهٔ ۳/۱ استفاده شد (Zare Chahouki and Bihamta, 2015).

نتایج

ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera*: ویژگی‌های مرتبط با اندازه‌گیری پوشش گیاهی رویشگاه‌های بررسی‌شده، در جدول ۲ ارائه شده‌اند. بیشترین درصد پوشش تاجی مربوط به رویشگاه تپیک و کمترین مقدار متعلق به رویشگاه قره‌باغ بود.

جدول ۲- ویژگی‌های پوشش گیاهی رویشگاه‌ها

رویشگاه	وضعیت مرتع	گرایش مرتع	درصد پوشش تاجی	اهمیت نسبی ارمک	درصد خاک لخت	درصد سنگ و سنگ‌ریزه	درصد لاش‌برگ
نجف‌آباد	متوسط	ثابت	۴۷/۵	۸۴	۲۲/۵	۱۷	۱۳
قره‌باغ	متوسط	ثابت	۳۷/۷	۴۷/۷	۱۷/۴	۳۱/۷	۱۳/۲
تپیک (نازلو)	متوسط	منفی	۶۴/۴	۵۸/۳	۶/۵	۱۸/۵	۱۰/۶

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* در مکان‌های بررسی‌شده

منبع تغییر	درجهٔ آزادی	قطر بزرگ تاج		قطر کوچک تاج		قطر یقه		ارتفاع	
		میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
بین مکان‌ها	۲	۹۵۴۰/۷۷	۲۲/۳۲**	۱۴۳۵۴/۳۱	۵۴/۲۹**	۶/۱۶	۶/۲۱**	۱۳۶۸۱/۶۷	۴۴/۱۲**
داخل مکان‌ها	۱۷۷	۴۲۷/۴۱	–	۲۶۴/۳۹	–	۰/۹۹۲	–	۳۱۰/۰۸	–
کل	۱۷۹	–	–	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات	–	۲۸/۱۱		۳۲/۹		۳۰/۳		۳۳/۵	

منبع تغییر	درجهٔ آزادی	طول برگ		جست		تولید علوفهٔ پایه‌ها	
		میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
بین مکان‌ها	۲	۲۳۰/۸۴	۲۶/۰۳**	۳۶۷/۲۹	۶/۷۱**	۶۳۵۶۶/۸۲	۱/۱۵ ns
داخل مکان‌ها	۱۷۷	۸/۸۷	–	۵۴/۷۴	–	۵۵۱۹۵/۶۸	–
کل	۱۷۹	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات	–	۲۳/۲		۲۵/۲		۳۵/۷	

** بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ و ns بیان‌کنندهٔ معنی‌دارنبودن در سطح P≤۰/۰۵ است.

نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های ریخت‌شناختی (جدول ۳)، نشان دادند بین ویژگی‌های بررسی‌شده در مکان‌های مختلف در سطح P≤۰/۰۱ تفاوت معنی‌دار وجود دارد؛ ولی تفاوت بین مقدار تولید علوفهٔ پایه‌های *E. procera* در مکان‌های مختلف، ازنظر آماری معنی‌دار نیست (P≥ ۰/۰۵).

میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناختی و مقدار تولید سرپای پایه‌های *E. procera* (جدول ۴) نشان دادند بیشترین مقدار تولید علوفه مربوط به رویشگاه قره‌باغ و کمترین مقدار متعلق به رویشگاه نجف‌آباد است.

جدول ۴- میانگین و اشتباه از معیار صفات ریخت‌شناختی و زیست‌تودهٔ *E. procera*

رویشگاه	قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر)	قطر کوچک تاج (سانتی‌متر)	قطر یقه (سانتی‌متر)	ارتفاع (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	تعداد جست	تولید علوفهٔ پایه (گرم)
نجف‌آباد	۸۸/۱ ± ۳/۴ a	۶۷/۱ ± ۲/۲a	۱/۶ ± ۰/۳a	۷۲/۶ ± ۳/۵a	۱۱/۷ ± ۰/۴b	۲۱/۸ ± ۱/۹a	۱۴۸/۳ ± ۲۰/۰ a
قره‌باغ تپیک (نازلو)	۶۶/۹ ± ۲/۰b	۳۹/۲ ±۲/۰b	۰/۸ ± ۰/۱b	۴۱/۶ ± ۲/۳b	۹/۹ ± ۰/۳c	۱۷/۵ ± ۲/۲a	۲۷۵/۰ ± ۸۴/۷ a
	۶۵/۶ ± ۲/۴b	۴۱/۶ ± ۲/۱b	۰/۸ ± ۰/۱b	۴۳/۲ ± ۱/۸b	۱۳/۸ ± ۰/۵a	۱۱/۹ ± ۱/۵b	۲۳۷/۴۷ ±۵۸/۹a

مقادیر، میانگین سه تکرار ± انحراف معیار هستند. حروف متفاوت، بیان‌کنندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح P≤۰/۰۱ با آزمون دانکن هستند.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه‌ها: نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۵ ارائه شده‌اند. همان‌طورکه مشاهده می‌شود بین ویژگی‌های یادشده در مکان‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ وجود دارد.

میانگین و اشتباه از معیار ویژگی‌های خاک رویشگاه‌ها، در جدول ۶ ارائه شده‌اند. همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود، بین مقادیر یادشده در سطح P≤۰/۰۱ تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

رابطهٔ رگرسیونی بین تولید علوفهٔ *E. procera* با ویژگی‌های ریخت‌شناختی و ویژگی‌های خاک: نتایج تجزیهٔ واریانس رابطهٔ رگرسیون خطی بین تولید علوفهٔ *E. procera* با ویژگی‌های ریخت‌شناختی آن (جدول ۷) بیان‌کنندهٔ وجود رابطهٔ معنی‌دار بین تولید علوفه و ویژگی‌های ریخت‌شناختی است. باتوجه‌به ضریب تعیین ارائه‌شده (جدول ۸)، رابطهٔ ۱ رابطهٔ رگرسیونی در نظر گرفته شد.

رابطهٔ ۱

تولید=۱۶/۳۸۷×(تعداد جست)–۵۹/۷۸۹ (r^2=۰/۶۵)

روابط پراکنش پوشش گیاهی با عوامل محیطی: در بررسی روابط پراکنش پوشش گیاهی با عوامل محیطی ابتدا برای جلوگیری از هم‌خطی و درنتیجه مطمئن‌بودن نتایج تحلیل تطبیقی متعارفی و انتخاب مهم‌ترین شاخص‌های خاکی با کمترین همبستگی و هم‌خطی، تجزیهٔ مؤلفه‌های اصلی بر شاخص‌های خاکی انجام شد. دراین‌باره، نتایج مرتبط با مقادیر ویژه و درصد واریانس تجمعی حاصل از تجزیهٔ مؤلفه‌های اصلی (جدول ۸)، بیان می‌کنند سه محور اول، درمجموع، ۹۵ درصد واریانس‌ها را توجیه می‌کنند؛ بنابراین تنها ضرایب همبستگی شاخص‌های خاکی مرتبط با سه محور اول، دوم و سوم، در محاسبات مد نظر قرار می‌گیرند (جدول ۹).

جدول ۵- تجزیهٔ واریانس میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه‌ها

منبع تغییر	درجهٔ آزادی	درصد شن		درصد رس		درصد سیلت		هدایت الکتریکی	
		میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
بین مکان‌ها	۲	۱۸۰۶/۵۸	۷۳/۴۱**	۱۷۱/۷۵	۱۷/۴۲**	۸۸۴/۳۳	۱۹۷/۷۴**	۱/۲۶	۶۸/۲۳**
داخل مکان‌ها	۹	۲۴/۶۱	–	۹/۸۶	–	۴/۴۷	–	۰/۰۲	–
کل	۱۱	–	–	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات	–	۶/۷		۲۵/۶		۲۵/۰۱		۲۰/۳	

منبع تغییر	درجهٔ آزادی	اسیدیته		درصد رطوبت اشباع		درصد آهک		درصد کربن آلی	
		میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
بین مکان‌ها	۲	۰/۱۷	۵۸/۹۰**	۶۶۱/۰۸	۱۱۷/۲۴**	۰/۸۶	۲/۷۵^{ns}	۱۵/۹	۹۱/۶۶**
داخل مکان‌ها	۹	۰/۰۰۳	–	۵/۶۴	–	۰/۳۱	–	۰/۱۷	–
کل	۱۱	–	–	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات	–	۰/۷۳		۷/۵		۲۶/۵		۲۶/۶	

منبع تغییر	درجهٔ آزادی	درصدتخلخل		درصد سنگ‌ریزه		وزن مخصوص ظاهری		درصد رطوبت خاک	
		میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
بین مکان‌ها	۲	۶۱/۳۸	۱/۹۰^{ns}	۱۸۲۵/۶	۱۱/۴۰**	۰/۰۴	۱/۹۰^{ns}	۰/۳۲	۱/۹۴^{ns}
داخل مکان‌ها	۹	۳۲/۳۸	–	۱۶۰	–	۰/۰۲	–	۰/۱۷	–
کل	۱۱	–	–	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات	–	۱۴/۱		۳۱/۴		۹/۵		۷/۵	

** بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ و ns بیان‌کنندهٔ معنی‌دارنبودن در سطح P≤۰/۰۵ است.

در محور اول، بین ۱۲ شاخص خاکی، ۱۰ شاخص بار عاملی بیشتر از ۰/۵ دارند که همهٔ آنها شاخص‌های مهم مؤلفهٔ اول به شمار می‌روند. نتایج همبستگی (جدول ۱۰) بیان می‌کنند میزان شن که بیشترین بار عاملی را دارد، با شاخص‌های شوری، اسیدیته، رطوبت اشباع، کربن آلی، رس و سیلت ارتباط معنی‌داری دارد و ضرایب همبستگی برای هر مورد، بیش از ۰/۹ هستند؛ بنابراین برای اجتناب از احتمال هم‌خطی، تنها شن، نخستین شاخص نهایی محور اول انتخاب شد. علاوه‌براین، میزان شن با شاخص سنگ‌ریزه نیز همبستگی اندکی (۰/۶۸) داشت و شاخص بعدی از محور اول انتخاب شد. دربارهٔ دو شاخص باقی‌مانده یعنی وزن مخصوص ظاهری و تخلخل، اگرچه میزان شن با هردو، همبستگی اندکی داشت؛ ولی چون این دو با هم همبستگی زیادی دارند، باید یکی از آنها انتخاب

جدول ۶- میانگین و اشتباه از معیار ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه‌ها

رویشگاه	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	اسیدیته	درصد رطوبت اشباع
نجف‌آباد	۸۳/۸ ±۱/۹ a	۱۰/۵±۱/۲ b	۵/۸ ±۰/۸ b	۰/۲ ±۰/۰۱ b	۷/۶±۰/۰۳ a	۲۳/۵±۰/۹ b
قره‌باغ	۸۸/۰ ±۱/۱ a	۶/۸ ±۰/۵ b	۵/۳ ±۰/۹ b	۰/۵ ±۰/۱ b	۷/۷±۰/۰۲ a	۲۴/۵±۰/۹ b
تپیک (نازلو)	۴۹/۳ ±۳/۷ b	۱۹/۵±۲/۴ a	۳۱/۳ ±۱/۴ a	۱/۳±۰/۱ a	۷/۳±۰/۰۳ b	۴۶/۳±۱/۷ a

رویشگاه	درصد آهک	درصد کربن آلی	درصد رطوبت خاک	درصد تخلخل	درصد سنگ‌ریزه	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
نجف‌آباد	۱/۶ ±۰/۱ a	۰/۴ ±۰/۱ b	۱/۵±۰/۲ a	۴۰/۲±۲/۹ a	۴۳/۰±۹/۷ a	۱/۶±۰/۰۸ a
قره‌باغ	۲/۶ ±۰/۱ a	۰/۴ ±۰/۱ b	۱/۹ ±۰/۳ a	۳۶/۵±۳/۶ a	۱۸/۲±۳/۹ b	۱/۷±۰/۰۹ a
تپیک (نازلو)	۲/۱ ±۰/۵ a	۳/۹ ±۰/۳ a	۱/۵±۰/۱ a	۴۴/۳±۱/۸ a	۶۰/۷±۳/۳ a	۱/۵±۰/۰۵ a

مقادیر، میانگین سه تکرار ± انحراف معیار هستند. حروف متفاوت، بیان‌کنندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح P≤۰/۰۱ با آزمون دانکن هستند.

جدول ۷- تجزیهٔ واریانس رابطهٔ رگرسیونی بین تولید علوفهٔ *E. procera* با مشخصات ریخت‌شناختی

مدل	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	۸۱۴۶۲۵/۸۴۰	۱	۸۱۴۶۲۵/۸۴۰	۲۱/۴۸۱	۰/۰۰۰
باقی‌مانده	۱۶۳۰۷۲۶/۴۷۱	۴۳	۳۷۹۲۳/۸۷۱		
جمع	۲۴۴۵۳۵۲/۳۱۱	۴۴			

مدل	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد	t	Sig.
	B	اشتباه از معیار	Beta		
(ثابت)	-۵۹/۷۸۹	۶۷/۰۳۳	۰/۵۷۷	-۰/۸۹۲	۰/۳۷۷
تعداد جست	۱۶/۳۸۷	۳/۵۳۶		۰/۶۳۵	۰/۰۰۰

جدول ۸- مقادیر ویژه و درصد واریانس تجمعی مرتبط با هریک از محورهای مختصات

محور	مقادیر ویژهٔ اولیه			استخراج مجموع مربع بارگذاری‌شده			مجموع چرخش مربع بارگذاری‌شده		
	جمع	درصد	درصد تجمعی	جمع	درصد	درصد تجمعی	جمع	درصد	درصد تجمعی
اول	۷/۸۵۸	۶۵/۴۷۹	۶۵/۴۷۹	۷/۸۵۸	۶۵/۴۷۹	۶۵/۴۷۹	۶/۵۶۲	۵۴/۶۸۳	۵۴/۶۸۳
دوم	۲/۱۸۴	۱۸/۲۰۲	۸۳/۶۸۲	۲/۱۸۴	۱۸/۲۰۲	۸۳/۶۸۲	۲/۴۸۰	۲۰/۶۶۷	۷۵/۳۵۰
سوم	۱/۳۵۳	۱۱/۲۷۹	۹۴/۹۶۱	۱/۳۵۳	۱۱/۲۷۹	۹۴/۹۶۱	۲/۳۵۳	۱۹/۶۱۱	۹۴/۹۶۱

جدول ۹- ضرایب همبستگی شاخص‌های بررسی‌شده با محورهای مختصات

شاخص	محور اول	محور دوم	محور سوم
هدایت الکتریکی	۰/۹۰۷**	۰/۱۴۱	۰/۳۰۳
اسیدیته	-۰/۹۵۸**	-۰/۰۴۴	-۰/۰۸۰
درصد رطوبت اشباع	۰/۹۴۹**	۰/۰۰۶	۰/۲۵۴
درصد آهک	-۰/۳۸۲	۰/۵۶۶*	۰/۶۹۲*
درصد کربن آلی	۰/۹۴۹**	-۰/۰۲۰	۰/۱۳۶
درصد رس	۰/۹۱۴**	۰/۰۰۹	۰/۰۶۱
درصد لای	۰/۹۷۲**	۰/۰۳۹	۰/۱۹۶
درصد شن	-۰/۹۷۵**	-۰/۰۳۰	-۰/۱۵۵
درصد رطوبت	-۰/۳۳۲	۰/۹۱۹**	۰/۰۱۵
تخلخل	۰/۶۱۰*	۰/۵۸۶*	-۰/۵۲۵*
سنگ‌ریزه	۰/۷۶۷*	-۰/۵۵۴*	-۰/۲۳۷
وزن مخصوص ظاهری	-۰/۶۱۰*	-۰/۵۸۶*	۰/۵۲۵*

** بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ و * بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ است.

شود. به‌همین‌دلیل، تنها وزن مخصوص ظاهری به‌دلیل پرکاربردبودن در بررسی‌های بوم‌شناسی مرتع، شاخص سوم از محور اول آنالیز مؤلفه‌های اصلی در نظر گرفته شد.

در محور دوم؛ شاخص‌های آهک، رطوبت خاک، تخلخل، سنگ‌ریزه و وزن مخصوص ظاهری، بار عاملی بیشتر از ۰/۵ داشتند. ازآنجاکه شاخص‌های وزن مخصوص ظاهری و سنگ‌ریزه در محور اول انتخاب شدند و تخلخل با وزن مخصوص ظاهری نیز رابطهٔ همبستگی قوی دارد، تنها شاخص‌های آهک و رطوبت خاک، شاخص‌های معرف محور دوم انتخاب شدند. گفتنی است دو شاخص یادشده، همبستگی ضعیفی دارند؛ درنتیجه، احتمال هم‌خطی، ضعیف است.

برای محور سوم؛ سه شاخص وزن مخصوص ظاهری، تخلخل و آهک بار عاملی زیادی داشتند که هر سه در محورهای قبلی، مهم‌ترین شاخص انتخاب شدند؛ بنابراین، شاخص‌های شن، سنگ‌ریزه، وزن مخصوص ظاهری، آهک و رطوبت خاک، پنج شاخص خاکی هستند که با سایر شاخص‌های محیطی وارد تحلیل‌های چندمتغیره برای بررسی ارتباط پوشش گیاهی با عوامل محیطی شدند.

پس از انتخاب شاخص‌های مهم خاکی، برای بررسی ارتباط آنها با پوشش گیاهی و انتخاب روش مناسب خطی و غیرخطی، تحلیل تطبیقی قوس‌گیری‌شده (Detrended correspondence analysis, DCA) بر داده‌های پوشش گیاهی (داده‌های پاسخ) انجام و طول گرادیان مشخص شد. نتایج (جدول ۱۱) نشان دادند میزان متوسط طول گرادیان، بیشتر از سه است؛ بنابراین برای تحلیل ارتباط بین متغیرهای محیطی و گونه‌های گیاهی از روش تحلیل تطبیقی متعارفی استفاده شد که روشی غیرخطی است.

نتایج تحلیل تطبیقی متعارفی نشان دادند متغیرهای محیطی بررسی‌شده بر پوشش گیاهی اثر معنی‌دار دارد. محور اول با مقادیر ویژهٔ ۰/۳۹۴و همبستگی ۰/۸۴۲ با متغیرها و گونه‌ها، ۷/۴ درصد از تغییرات پوشش گیاهی را توجیه کرد. محور دوم نیز

جدول ۱۰- ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص‌های خاکی

	هدایت الکتریکی	اسیدیته	درصد رطوبت اشباع	درصد آهک	درصد کربن آلی	درصد رس
هدایت الکتریکی	۱					
اسیدیته	-۰/۸۷۶**	۱				
درصد رطوبت اشباع	۰/۹۵۴**	-۰/۸۹۸**	۱			
درصد آهک	۰/۰۶۷	۰/۳۰۹*	-۰/۱۸۷	۱		
درصد کربن آلی	۰/۹۵۴**	-۰/۹۰۵**	۰/۹۵۷**	۰/۳۲۰*	۱	
درصد رس	۰/۷۶۹**	-۰/۸۸۲**	۰/۸۵۳**	-۰/۲۵	۰/۷۷۳**	۱

	درصد لای	درصد شن	درصد رطوبت خاک	تخلخل	سنگ‌ریزه	وزن مخصوص ظاهری
درصد لای	۱					
درصد شن	-۰/۹۸۹**	۱				
درصد رطوبت خاک	-۰/۲۶۸*	۰/۲۹۷*	۱			
تخلخل	۰/۵۰۴**	۰/۵۲۷**	۰/۳۰۹**	۱		
سنگ‌ریزه	۰/۶۶۳**	-۰/۶۸۲**	-۰/۷۷۵**	۰/۲۹۴*	۱	
وزن مخصوص ظاهری	-۰/۵۰۴**	۰/۵۲۷**	-۰/۳۰۹**	-۱/۰۰۰**	-۰/۲۹۴*	۱

** بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ و * بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ است.

با مقادیر ویژهٔ ۰/۳۱۲ و همبستگی ۰/۸۳۳، ازنظر اهمیت در جایگاه بعد قرار دارد (جدول ۱۲).

جدول ۱۱- نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل تطبیقی قوس‌گیری‌شده برمبنای چهار محور

محور	مقدار ویژه	طول گرادیان	درصد واریانس تجمعی
اول	۰/۵۵۵۵	۳/۹۲	۱۱/۸۲
دوم	۰/۳۵۴۲	۳/۶۵	۱۹/۳۶
سوم	۰/۲۴۶۱	۲/۶۴	۲۴/۵۹
چهارم	۰/۱۵۸۲	۲/۸۳	۲۷/۹۶

در این زمینه، با انجام آزمون مونت کارلو، معنی‌داری کل مدل با F-ratio و P-value و ۹۹۹ تکرار ارزیابی شد. نتایج تحلیل تطبیقی متعارفی نشان دادند اثر عوامل محیطی بر پوشش گیاهی معنی‌دار است (F-ratio=۲/۴ و P-value=۰/۰۰۲) و نخستین محور با مقدار ویژهٔ ۰/۳۹۴، ۷/۴ درصد از کل تغییرات را توجیه می‌کند که همبستگی بین این محور با متغیرها و گونه‌ها ۰/۸۴۲ است. معنی‌داری ضرایب همبستگی عوامل محیطی با محورهای اصلی به‌دست‌آمده از تحلیل تطبیقی متعارفی در جدول ۱۳ ارائه شده است که از مقادیر آنها نقش و میزان اهمیت هریک از شاخص‌های محیطی در استخراج محورها درک می‌شود.

جدول ۱۲- نتایج تحلیل تطبیقی متعارفی برای عوامل محیطی مرتبط با گونه‌های گیاهی

محورها	مقادیر ویژه	واریانس توجیه‌شده	واریانس تجمعی	ضریب همبستگی محور با متغیرها و گونه‌ها
اول	۰/۳۹۴	۷/۴	۷/۴	۰/۸۴۲
دوم	۰/۳۱۲	۵/۸	۱۳/۲	۰/۸۳۳
سوم	۰/۲۵۱	۴/۷	۱۷/۸	۰/۷۶۱

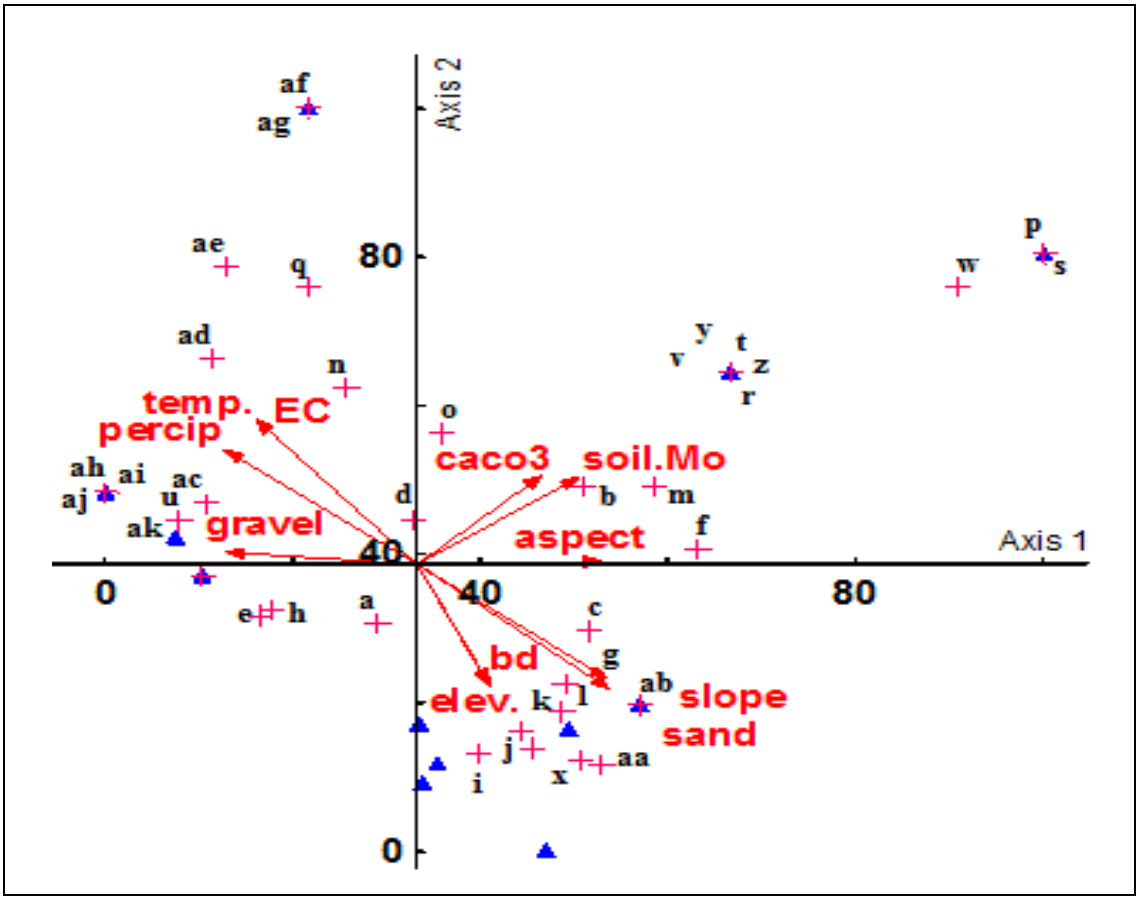
جدول ۱۳- ضرایب همبستگی هریک از متغیرهای محیطی با محورهای اصلی حاصل از تحلیل تطبیقی متعارفی

شاخص‌های خاکی	محور اول	محور دوم	محور سوم
هدایت الکتریکی	-۰/۵۶۵	۰/۵۷۱*	-۰/۰۱۱
رطوبت خاک	۰/۵۶۲	۰/۲۳۱	۰/۰۵۸
آهک	۰/۴۲۹	۰/۳۳۲	-۰/۳۶۲
شن	۰/۶۶۹**	-۰/۴۸۶*	-۰/۰۹۲
وزن مخصوص ظاهری	۰/۲۵۴	-۰/۴۶۵*	-۰/۲۳۰
سنگ‌ریزه	-۰/۶۶۶**	۰/۰۶۶	۰/۱۸۸
تخلخل	-۰/۶۷۲**	۰/۴۵۴	۰/۱۰۴
دما	-۰/۶۷۲**	۰/۴۵۴	۰/۱۰۴
شیب	۰/۶۷۲**	-۰/۴۵۴	-۰/۱۰۴
جهت شیب	۰/۶۴۱**	۰/۰۰۱	-۰/۲۴۳
ارتفاع	۰/۲۶۶	-۰/۴۶۸*	۰/۱۹۰

** بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ و * بیان‌کنندهٔ معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ است.

براساس ضرایب همبستگی متغیرها با محورها، محور اول بیشترین همبستگی را با متغیرهای شیب، دما، جهت شیب، تخلخل، درصد شن و درصد سنگ‌ریزه و محور دوم بیشترین همبستگی را با متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، درصد شن، وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی دارد (جدول ۱۳).

نمودار رسته‌بندی رویشگاه‌ها براساس محورهای اول و دوم در شکل۲ ارائه شده است. میزان فاصلهٔ نقاط از محورهای مختصات، بیان‌کنندهٔ شدت یا ضعف رابطه است و هرچه طول بردار، بزرگ‌تر و زاویهٔ آنها با محور، کوچک‌تر باشد، همبستگی بین عوامل و گونه‌های گیاهی با محورها بیشتر و رابطهٔ آن با ویژگی‌های معرف محورها قوی‌تر است. نتایج بیان می‌کنند گونه‌ها و رویشگاه‌هایی که در ربع اول و چهارم محور مختصات قرار گرفته‌اند، با متغیرهای جهت شیب، رطوبت خاک، درصد آهک، درصد



شکل۲- نمودار پراکنش گونه‌های گیاهی مرتبط با عوامل محیطی با تحلیل تطبیقی متعارفی: EC (هدایت الکتریکی)، pH (اسیدیته)، Soil.Mo (درصد رطوبت اشباع)، $CaCO_3$ (درصد آهک)، oc (درصد کربن آلی)، clay (درصد رس)، silt (درصد سیلت)، sand (درصد شن)، soil.Mo (رطوبت خاک)، prosity (تخلخل)، gravel (سنگ‌ریزه)، bd (وزن مخصوص ظاهری)، slope (شیب)، elev (ارتفاع از سطح دریا)، temp (درجهٔ حرارت)، percip (بارش)، aspect (جهت شیب)، مثلث آبی (مکان پراکنش)، فلش (شاخص محیطی)، + (گونه‌های گیاهی)، a (*Ephedra procera*)، b (*Centaurea virgata*)، c (*Bromus tectorum*)، d (*Annual forbs*)، e (*Achillea*)، j (*Festuca pinifolia*)، i (*Agropyrom trichophorum*)، h (*Stipa barbata*)، g (*Poa bulbosa*)، f (*Medicago sativa*)، *millefolium*) k (*Prangos latiloba*)، l (*Ziziphora persica*)، m (*Acanthophyllum heterophyllum*)، n (*Alyssum*)، *bracteatum*) o (*Cousinia atropatana*)، p (*Echinops aucheri*)، q (*Noea mucronata*)، r (*Secale montanum*)، s (*Achillea*)، *millefolium*) t (*Melica persica*)، u (*Hordeum glaucum*)، v (*Centaurea glastifolia*)، w (*Ceratocarpus arenarius*)، x (*Acanthophyllum heterophyllum*)، ab (*Anthemis atropatana*)، aa (*Bromus brizifomis*)، z (*Lepidium perfoliatum*)، y (*Cirsium arvense*)، ag (*Medicago radiata*)، af (*Annual grasses*)، ae (*Anthemis atropatana*)، ad (*Poa annua*)، ac (*Centaurea persica*)، ak (*Anchusa iranica*)، aj (*Pterropyron aucheri*)، ai (*Fumaria parviflora*)، ah (*Kochia scoparia*)

شیب، درصد شن، ارتفاع از سطح دریا و وزن مخصوص ظاهری خاک رابطهٔ مستقیم دارند و گونه‌ها و مکان‌هایی که در ربع دوم محور مختصات قرار گرفته‌اند، بیشترین همبستگی را به‌ترتیب با متغیرهای درصد سنگ‌ریزه، تخلخل، میانگین دمای سالانه و هدایت الکتریکی نشان می‌دهند. *E. procera* (علامت a) همبستگی بیشتری با درصد سنگ‌ریزه داشت.

باتوجه‌به نتایج، *E. procera* در مناطقی رشد رویشی خوبی خواهد داشت که ویژگی‌های خاک آنها عبارتند از: ۱- هدایت الکتریکی خاک منطقهٔ رویش بین ۰/۲۱ تا ۰/۲۷ دسی‌مول بر سانتی‌متر باشد؛ ۲- اسیدیتهٔ خاک محل مد نظر بین ۷/۶۸ تا ۷/۵۶ باشد؛ ۳- درصد آهک خاک بین ۱/۳ تا ۱/۹ درصد باشد؛ ۴- درصد کربن آلی بین ۰/۲۳ تا ۰/۷۴ درصد باشد؛ ۵- ترکیب بافت خاک منطقهٔ پراکنش به‌گونه‌ای باشد که در آن درصد رس بین ۸ تا ۱۳، درصد سیلت بین ۴ تا ۷ و درصد شن بین ۸۰ تا ۸۷ باشد؛ ۶- درصد تخلخل خاک بین ۳۳/۵۸ تا ۴۶/۷۹، درصد سنگ‌ریزه بین ۲۳/۸۷ تا ۶۲/۰۷ و وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۱/۴۱ تا ۱/۷۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد و ۷- ارتفاع منطقه بین ۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ متر با شیب ۳۰ تا ۴۰ درصد در جهت جنوب و متوسط دمای سالانهٔ ۱۳ درجهٔ سانتی‌گراد باشد.

بحث

در پژوهش حاضر، نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* نشان دادند بین ویژگی‌های یادشده در مکان‌های مختلف تفاوت معنی‌دار وجود دارد که این موضوع، به تفاوت بین عوامل محیطی رویشگاه‌های بررسی‌شده نسبت داده می‌شود. در این راستا گزارش شد حضور گیاهان و پراکنش آنها در بوم‌سامانه‌های مرتعی و تغییرات صفات گیاهی، تصادفی نیست؛ بلکه عوامل اقلیمی، خاکی، پستی و بلندی و عوامل زیستی در حضور یا نبودن و تغییرات آنها نقش اساسی دارند (Azarnivand and Poor Reihan, 1999). این عوامل و نیز عوامل مدیریتی نقشی مهم در استقرار و گسترش گیاهان دارند.

به‌طورکلی بین رویشگاه‌ها بیشترین مقدار ویژگی‌های ریخت‌شناختی، مربوط به مراتع کوهستانی نجف‌آباد و کمترین مقدار مربوط به رویشگاه تپیک است. رویشگاه قره‌باغ ویژگی‌های ریخت‌شناختی بینابینی دارد. از مقادیر ویژگی‌های ریخت‌شناختی اندازه‌گیری‌شده در پژوهش حاضر، در بررسی‌های فیتوشیمی برای برآورد ترکیبات شیمیایی در واحد وزن پوشش گیاهی استفاده می‌شود.

بررسی ویژگی‌های خاک رویشگاه‌ها بیان می‌کند در محل‌هایی که مقدار آهک خاک، کمتر و درصد سنگ و سنگ‌ریزه و مقدار شن خاک بیشتر است، ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* به‌دلیل رشد بهتر، نسبت به دیگر رویشگاه‌ها مطلوب‌تر هستند؛ بنابراین، نتیجه‌گیری می‌شود مقدار آهک خاک بر رشد *E. procera* بسیار تأثیرگذار است. در این راستا بررسی‌های انجام‌شده برای تعیین مؤثرترین عامل محیطی در پراکنش جوامع گیاهی در مراتع کچیک مراوه‌تپه نشان دادند جهت جغرافیایی، مقدار شیب، هدایت الکتریکی، اسیدیته، بافت و آهک خاک، بیشترین تأثیر را بر پراکنش گروه‌های بوم‌شناختی مراتع کچیک مراوه‌تپه دارند (Mirdeylami *et al.*, 2012). تفاوت درخورتوجه در مقدار شن و سیلت خاک، یکی از فاکتورهای تعیین‌کنندهٔ بافت خاک در رویشگاه‌های بررسی‌شده، نشان می‌دهد گونه‌های مختلف گیاهی و به‌دنبال آن جوامع گیاهی مختلف، بسترهای رویشی متفاوتی برای

استقرار نیاز دارند. براساس نتایج، *E. procera* تمایل به استقرار در خاک‌هایی با شن فراوان و سیلت کم از خود نشان داد.

به‌طورکلی با انجام پژوهش حاضر، ویژگی‌های محیطی مؤثر بر پراکنش *E. procera* و نیازهای بوم‌شناختی آن مشخص شدند که برمبنای آنها نسبت به کشت و اهلی‌کردن *E. procera* در بوم‌سامانه‌های زراعی، اقدام می‌شود.

نتایج تجزیهٔ واریانس رابطهٔ رگرسیونی بین تولید علوفهٔ *E. procera* با ویژگی‌های ریخت‌شناختی آن به‌وضوح اثر تعداد جست هر پایه را در میزان تولید علوفه نشان می‌دهند. همچنین از میان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، بافت خاک به‌ویژه درصد شن و درصد سنگ‌ریزه تأثیر بسزایی در مقدار تولید علوفه دارد و پس از این دو ویژگی؛ وزن مخصوص ظاهری، درصد سنگ‌ریزه، تخلخل و رطوبت خاک جزء شاخص‌های مهم و مؤثر در ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* هستند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از روش آنالیز تطبیقی متعارفی نشان دادند اثر متغیرهای محیطی بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* معنی‌دار است و متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، شیب و عوامل خاکی (بافت خاک و هدایت الکتریکی) بیشترین نقش را در ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* دارند. باتوجه‌به کوهستانی‌بودن مراتع بررسی‌شده و نقش بیشتر درصد سنگ‌ریزه، تخلخل، دما و هدایت الکتریکی نتیجه‌گیری می‌شود عوامل یادشده بر سایر عوامل تأثیرگذارند.

همان‌طورکه بیان شد مؤلفهٔ اول شامل مقدار شن، درصد سنگ‌ریزه و وزن مخصوص ظاهری است و مؤلفهٔ دوم شامل درصد آهک و درصد رطوبت خاک است. باتوجه‌به قرارگرفتن *E. procera* در نزدیکی مؤلفهٔ اول، مؤلفه دوم و بردارهای عوامل درصد شن، وزن مخصوص ظاهری خاک، شیب، ارتفاع و درصد سنگ‌ریزه تأثیر بیشتری از این عوامل پذیرفته‌اند و با آنها ارتباط مستقیم دارند؛ ولی با رطوبت خاک و درصد آهک رابطهٔ معکوس دارند.

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده بیشترین درصد سنگ‌ریزه در رویشگاه‌های اول و دوم دیده می‌شود و سنگ‌ریزه تا اندازهٔ مشخصی به تهویه و تعدیل بافت خاک کمک می‌کند؛ اما افزایش بیش از حد آن ایجاد لایهٔ محدودکنندهٔ رشد گیاه را باعث می‌شود؛ بنابراین، درصد سنگ و سنگ‌ریزه یکی از دیگر عوامل تأثیرگذار بر پراکنش *E. procera* است. به‌طور مشابهی گزارش شد درصد سنگ‌ریزه‌های سطح زمین بر پراکنش درمنهٔ کوهی در حاشیهٔ کویر طبس بیشتر تأثیر می‌گذارد (Azarnivand and Poor Reihan, 1999). بررسی‌های انجام‌شده دربارهٔ موقعیت جغرافیایی *E. procera* در استان سمنان نشان دادند بافت خاک‌های مناطق رویشی سه گونهٔ *Ephedra procera* C.A.Mey.، *Ephedra intermedia* Schrenk & C.A.Mey. و *Ephedra strobilacea* Bunge؛ شنی، شنی - رسی و شنی - لومی؛ pH آنها ۷ تا ۸/۸ است و املاح گچ و نمک زیادی دارند. علاوه‌براین در بررسی رویشگاه‌های گیاهی منطقهٔ توران، آب و هوای رویشگاه *E. procera*

استپی گزارش شده است (Niko *et al*., 2007). همچنین گزارش شده است *E. procera* بیشتر در مناطق خشک و بیابانی با شدت نور و دمای زیاد یا در مناطق کوهستانی با شیب تند و سطح سفرهٔ آب زیرزمینی پایین رشد می‌کنند. همچنین گونه‌های *Ephedra major* و *E. procera* تنها گونه‌هایی هستند که علاوه‌بر رویش در مناطق رویشگاهی ایرانی - تورانی، در مناطق هیرکانی نیز پراکنش وسیعی دارند؛ ازاین‌رو بیان می‌شود دو گونهٔ یادشده توانایی سازگاری با شرایط اقلیمی متفاوت و خاک‌هایی با درصد املاح و مواد آلی متغیر را دارند (Mofid Bojnordi *et al*., 2016).

در پژوهش حاضر، آهک ازجمله عوامل خاکی است که رابطهٔ منفی با حضور و پراکنش *E. procera* دارد و جزء مؤلفه‌های محور دوم است. وجود آهک به‌اندازهٔ مناسب، در ایجاد ساختمان خاک و تعدیل اسیدیته نقش دارد؛ ولی اگر آهک خاک بیش از حد افزایش یابد، ایجاد سخت‌لایه در خاک و افزایش اسیدیتهٔ خاک را باعث خواهد شد. در این راستا، وجود مقادیر زیاد آهک در خاک، یکی از عوامل اصلی پراکنش گونه‌های گیاهی ذکر شده است (Farajollahi *et al*., 2012; Jafari *et al*., 2006).

به‌طورکلی، *E. procera* باتوجه‌به ویژگی‌های منطقهٔ رویشی، نیازهای بوم‌شناختی و دامنهٔ بردباری با بعضی از ویژگی‌های خاک، در سطوح متفاوت، رابطه دارد؛ بنابراین، نتایج به‌دست‌آمده در هر رویشگاه تنها به مناطقی با شرایط مشابه تعمیم‌پذیر هستند؛ البته آگاهی از ویژگی‌های خاک رویشگاه هر گونهٔ گیاهی برای پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط خاک در مناطق مشابه اهمیت دارد؛ بنابراین از نتایج پژوهش حاضر در اصلاح و احیاء پوشش گیاهی مناطق با شرایط مشابه استفاده می‌شود. پیشنهاد می‌شود برای به‌دست‌آوردن نتایج بهتر علاوه‌بر تأثیر عوامل محیطی و خاک بر ویژگی‌های پراکنش پوشش گیاهی به عوامل دیگری ازجمله مدیریت مرتع و چرای دام نیز توجه شود.

در پژوهش حاضر، هدایت الکتریکی نیز که عامل خاکی و از ویژگی‌های شیمیایی است، بر ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی *E. procera* تأثیر گذاشت و رابطهٔ معنی‌داری با پراکنش پوشش گیاهی نشان داد. هدایت الکتریکی یکی از شاخص‌های خاک است که با تعیین آن تا حدودی فشار اسمزی و مقاومت گیاهان نسبت به زیادبودن درجهٔ غلظت یون‌های خاک تعیین می‌شود (Jafari *et al*., 2002). همچنین در بررسی رابطهٔ بین توزیع گونه‌ها با هدایت الکتریکی خاک نتایج مشابهی گزارش شدند (Mirdeylami *et al*., 2012; Zare Chahouki and Safizade, 2008; Mokhtari Asl *et al*., 2007). اگرچه عوامل محیطی مؤثر در ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناختی و پراکنش *E. procera* از کنترل ما خارج هستند و تنها می‌توانیم سهم هرکدام از آنها را در پراکنش پوشش گیاهی تعیین کنیم و این عوامل در مناطق رویشی مختلف، تأثیر متفاوتی دارند، با اعمال تدابیر مدیریتی و نظارتی متخصصان در شیوهٔ بهره‌برداری از مراتع و با کنترل میزان بهره‌برداری از گونه‌های مطلوب می‌توان پراکنش این گونه را تا حدی کنترل کرد.

نتایج نشان دادند گونهٔ *E. procera* با گونه‌های *Agropyrom trichophorum* و *Medicago*

sativa ارتباط مستقیم و با گونه‌های *Centaurea virgata*، *Acanthophyllum heterophyllum*، *Melica persica*، *Bromus brizifomis* و *Secale montanum* رابطهٔ منفی دارد. ازآنجاکه گونه‌های *Agropyrom trichophorum* و *Medicago sativa* از گونه‌های با تولید زیاد و نسبتاً خوش‌خوراک در مرتع هستند؛ بنابراین در بذرپاشی این گونه‌ها، مکان‌هایی که *E. procera* دارند در اولویت هستند؛ زیرا نتایج، بیان‌کنندهٔ هم‌زیستی مناسب این گونه‌ها با گونهٔ بررسی‌شده هستند و *E. procera* شرایط میکروکلیمایی مناسب برای این گونه‌ها و پرستاری از آنها ایجاد می‌کند. ازسویی باتوجه‌به رابطهٔ منفی گونه‌های *Centaurea virgata*، *Acanthophyllum heterophyllum*، *Melica persica*، *Bromus brizifomis* و *Secale montanum* با *E. procera* به نظر می‌رسد دو گونهٔ *Centaurea virgate* و *Acanthophyllum heterophyllum* که از گونه‌های غیرخوشخوراک و مهاجم هستند در مکان‌هایی غیر از مکان‌های با گسترش *E. procera* مشاهده می‌شوند؛ زیرا *E. procera* بیشتر در مناطق کمتر تخریب‌یافته حضور دارد؛ درحالی‌که دو گونهٔ یادشده در مناطق با فشار محیطی رویش دارند. سه گونهٔ *Melica persica*، *Bromus brizifomis* و *Secale montanum* در مناطقی با بافت خاک و شرایط رویشگاهی مناسب رویش دارند؛ درحالی‌که *E. procera* بین صخره‌ها و در مناطقی با شرایط سخت گسترش دارد؛ بنابراین طبیعی است که رابطه‌ای منفی بین این گونه‌ها و *E. procera* مشاهده شود (Jangju *et al.*, 2010; Gholami *et al.*, 2016).

جمع‌بندی

آنچه در تعیین روابط گیاه با عوامل محیطی باید توجه شود، حاکم‌بودن دیدگاه بوم‌شناختی بر این نوع بررسی‌ها است که نقش عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر را به تصویر بکشد. بررسی حاضر با درنظرگرفتن این اصول بوم‌شناختی، تأثیر عوامل محیطی را بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera*، تحلیل کرده است. استفاده از رابطهٔ همبستگی و رگرسیونی در تحلیل عوامل یادشده نشان داد جهت شیب، همبستگی شدیدی با محور اول دارد و نشان می‌دهد *E. procera* در جهت‌های رو به شمال رشد بیشتر و درنتیجه تولید درخورتوجه‌تری دارد. باتوجه‌به‌اینکه وضعیت مرتع رویشگاه‌های بررسی‌شده یکسان است؛ ازاین‌رو تفاوت مربوط به ویژگی‌های ریخت‌شناختی *E. procera* و به‌ویژه مقدار تولیدآن، متأثر از مدیریت مرتع و به‌دنبال آن شدت چرا در رویشگاه‌های بررسی‌شده خواهد بود. دام‌های اهلی کمتر از *E. procera* چرا می‌کنند؛ ولی بز در مواقع خشک‌سالی و کمبود علوفه به‌ویژه در فصل غیرچرا به‌دلیل همیشه‌سبزبودن اندکی از آن تغذیه می‌کند. هدف از پژوهش حاضر بیشتر اندازه‌گیری تولید علوفهٔ *E. procera* بود که در پژوهش‌های بعدی از مقدار تولید علوفه در محاسبهٔ ترکیبات شیمیایی آن در واحد وزن پوشش گیاهی استفاده شود. پراکنش *E. procera* در رویشگاه‌ها معمولاً به‌صورت لکه‌ای است و هریک از لکه‌ها نیز متراکم و با فواصل نسبتاً زیاد نسبت به یکدیگر قرار دارند و گاهی در شرایط خوب مرتع و در یک هکتار از آن تنها یک لکه با مساحت کمتر از ۰/۱ هکتار پراکنش دارد؛ بنابراین، مقدار به‌دست‌آمدهٔ علوفهٔ سرپا در هریک از لکه‌ها

تعمیم‌پذیر به کل مساحت تیپ گیاهی نیست. ازسوی‌دیگر، گون، کمتر به مصرف چرای دام می‌رسد؛ بنابراین باتوجه‌به ترکیب گیاهی رویشگاه‌ها و ترکیب گله‌های دام چراکننده در مراتع منطقه که بیشتر گوسفند نژاد ماکویی هستند، علوفهٔ به‌دست‌آمده از آنها معمولاً در محاسبات ظرفیت چرا مد نظر قرار نمی‌گیرند و بیشتر، از جنبهٔ دارویی بر آنها تأکید می‌شود.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر، در چارچوب طرح پژوهشی شناخت و بهره‌برداری از محصولات فرعی مرتعی و جنگلی استان آذربایجان غربی و با همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه اجرا شده است و ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری آذربایجان غربی هزینه‌های مرتبط را تأمین کرده است. بدین‌وسیله از مراکز یادشده سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Arzani, H. (1997) Manual of rangeland assessment plan in rangelands of Iran with various climate conditions. Iranian Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran (in Persian).

Arzani, H. and Mozaffari, M. (2000) Ecological investigation on *Ephedra* spp. in Biarjmand region of Shahrood. Iranian Journal of Natural Resources 53(2): 99-111 (in Persian).

Azarnivand, H. and Poor Reihan, M. (1999) Investigation of the relationship between Yazd marginal vegetation cover and physicochemical properties of soils. Iranian Journal of Natural Resources 52(1): 10-21 (in Persian).

Carter, M. R. and Gregorich, E. G. (2008) Soil sampling and methods of analysis. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton.

Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., ter Steege, H., Morgan, H. D., van der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G. and Poorter, H. (2003) A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany 51(4): 335-380.

Farajollahi, A., Zare Chahouki, M. A., Azarnivand, H., Yari, R. and Gholinejad, B. (2012) The effects of environmental factors on distribution of plant communities in rangelands of Bijar protected region. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research 19(1): 108-119 (in Persian).

Ghahraman, A. (1978-2007) Colorful flora of Iran. vols: 1-26. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran (in Persian).

Ghahraman, A. (2012) Basic botany: anatomy and morphology of reproductive organs and their actions in large groups of vegetation (Vol. 2). Tehran University Press, Tehran (in Persian).

Gholami, P., Shir Mardi, H. A. and Amuzgar, L. (2016) Effect of mechanical facilitation of *Astragalus microcephalus* Willd. on vegetation indices in semi-steppe rangelands of central Zagros. Journal of Plant Ecosystem Conservation 8(4): 77-88 (in Persian).

Jafari, M., Bagheri, H., Ghanadha, M. R. and Arzani, H. (2002) Relationship of soil physical and chemical characteristics with dominant range plant species in Mehrzamin region of Qom province. Iranian Journal of Natural Resources 55(1): 30-40 (in Persian).

Jafari, M., Zare Chahouki, M. A., Tavili, A. and Kohandel, A. (2007) Soil-vegetation relationships in rangelands of Qom province. Pajouhesh and Sazandegi 73: 110-116 (in Persian).

Jangju, M., Ejtehadi, H. and Hassanpour, H. (2010) Spatial correlation between bushes and perennial grasses. Journal of Rangeland 4(1): 12-22 (in Persian).

Jongman, R. H. G., Ter Braak, C. J. F. and Van Tongeren, O. F. R. (1995) Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

Mesdaghi, M. (2003) Range management in Iran. Imam Reza University Press, Mashhad (in Persian).

Mirdeylami, S. Z., Heshmati, Gh., Barani, H. and Hemmatzade, Y. (2012) Environmental factors affecting ecological sites distribution of Kachik rangeland, Marave Tappe. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research 19(2): 333-343 (in Persian).

Mofid Bojnordi, M., Aghdasi, M., Mian Abadi, M. and Nadaf, M. (2016) A comparative study on some secondary metabolites of male and female stems of *Ephedra major* Hos. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(2): 290-300 (in Persian).

Mokhtari Asl, A., Mesdaghi, M. and Sadeghimanesh, M. R. (2007) Factors affecting establishment and distribution of four halophytic species in Eastern Azarbayjan- Marand Gherkhelar rangelands. Iranian Journal of Rangeland 1(2): 116-128 (in Persian).

Mozafarian, V. A. (2007) Dictionary of plant names in Iran. Farhangh Moaser Press, Tehran (in Persian).

Mozaffarian, V. A. (2015) Recognition of medicinal and aromatic plants of Iran. Farhangh Moaser Press, Tehran (in Persian).

Niko, S., Azarnivand, H., Jafari, M. and Jonidi Jafari, H. (2007) Study of habitat conditions of *Ephedra intermedia* species in Damghan area. Iranian Journal of Rangeland 1(3): 237-249 (in Persian).

Porwal, M. C., Lalit, Sh. and Roy, P. S. (2003) Stratification and mapping of *Ephedra gerardiana* Wall. in Poh (Lahul and Spiti) using remote sensing and GIS. Current Science 84(2): 208-212.

Rosata, T., Falhah, A., Amirnejad, H. and Bordbar, K. (2010) Study of the importance of *Ephedra spp.* in reducing greenhouse gases. National Conference on Medicinal Plants, Jahade-Daneshghahi, Mazandaran branch, Mazanderan, Iran (in Persian).

Soltani Javid, A., Maraghebi, F. and Farzami Sepehr, M. (2014) The role of *Ephedra poracera* Fish & C.A.Mey. in absorbing heavy metals in Robat Karim manganese ore plant. Iranian Journal of Plant Environmental Physiology 43(2): 65-71 (in Persian).

Vaezi, J., Amiri Moghadam, D., Abrishamchi, P. and Ansari, A. (2014) Phytochemical study of *Ephedra* L. genus in northeastern Iran. The first National Conference on Medicinal Plants, Traditional Medicine and Organic Farming, Collage of Shahid Mofateh, Tabriz, Iran (in Persian).

Zare Chahouki, M. A. and Bihamta, M. R. (2015) Principles of statistics in natural resources science. Tehran University Press, Tehran (in Persian).

Zare Chahouki, M. A. and Safizade, M. (2008) Environmental effective factors on distribution of arid plants (Case study: Chahbyki region of Yazd province). Iranian Journal of Rangeland and Desert Research 15(3): 403-414 (in Persian).