



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره نهم، شماره هجدهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

علمی-پژوهشی

## مطالعه فنولوژی و منحنی پاسخ گونه *Salsola kernerii* (Wol.) Botsch. به گرادیان

### عوامل محیطی در مناطق استپی استان یزد

صدیقه زارع کیا<sup>۱</sup>، حمیدرضا میرداودی<sup>۲\*</sup>، علی میرحسینی<sup>۳</sup>، علی بمان میرجلیلی<sup>۴</sup>، محمدتقی زارع<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد

<sup>۲</sup> دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکزی

<sup>۳</sup> و <sup>۵</sup> به ترتیب مربی پژوهش و محقق، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد

<sup>۴</sup> دکتری و محقق، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۳۱

#### چکیده

عوامل محیطی غیر زنده تأثیر عمده‌ای در پراکنش و عملکرد گونه‌های گیاهی دارند. با توجه به اهمیت گیاه *Salsola kernerii* (آنک) از نظر حفاظت خاک و تولید علوفه، در این تحقیق به بررسی اثر متغیرهای خاک و توپوگرافی بر پاسخ این گونه با استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته (Generalized Additive Models; GAM) در استان یزد پرداخته شد. الگوی پاسخ گونه *S. kernerii* در امتداد گرادیان رطوبت اشباع خاک و درصد لاشبرگ سطح خاک، از مدل افزایشی (Monotonic increase)، پیروی کرده و با افزایش مقادیر مذکور، عملکرد آن نیز بیشتر شد. برعکس، پاسخ این گونه در امتداد گرادیان مقدار هدایت الکتریکی، از مدل کاهش‌ی (Monotonic decrease) پیروی کرده و با افزایش این عامل، عملکرد (درصد پوشش تاجی) آن کاهش یافت. الگوی پاسخ گونه *S. kernerii* در امتداد گرادیان درصد شن، رس، آهک و ارتفاع از سطح دریا، از مدل زنگوله‌ای (Unimodal)، پیروی کرده و حد بهینه رشد آن برای این عوامل، به ترتیب ۵۹، ۲۳، ۱۲ و ۲۲۰۰ متر از

\*نویسنده مسئول: [szarekia@yahoo.com](mailto:szarekia@yahoo.com)

سطح دریا بود. نتایج مطالعات فنولوژی گونه آنک نشان داد که مرحله رویشی این گیاه از نیمه دوم اسفندماه آغاز می‌گردد. ظهور گل معمولاً از اوایل تیرماه آغاز و از دهه سوم شهریورماه بذور تشکیل می‌شوند. ریزش بذور از اواسط آبان‌ماه شروع و تا هفته اول آذرماه همزمان با رسیدن مرحله‌ای بذرها، ادامه دارد. زمان مناسب برای جمع‌آوری بذرها اواخر آبان‌ماه می‌باشد. مطالعه رویشگاهی این گیاه در سایت‌های مورد مطالعه در استان یزد نشان داد گونه *S. kernerii* در مناطقی با اقلیم خشک سرد با متوسط بارندگی حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر و متوسط دمای حدود ۱۴ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد، رویش دارد. با توجه به رویشگاه‌های مورد مطالعه، گونه *S. kernerii* در ارتفاع بین ۱۷۵۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد. این گونه در خاک‌های لوم رسی-شنی با شوری بین ۰/۷ تا ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته ۸/۵-۷/۵ می‌روید. با توجه به عکس‌العمل این گیاه به گرادیان عوامل محیطی مورد مطالعه، توصیه می‌شود در برنامه‌های اصلاحی مراتع در استان یزد با استفاده از این گونه، به خصوصیات رویشگاهی و خواص‌های اکولوژیکی آن توجه شود.

*واژه‌های کلیدی:* عوامل اکولوژیک، فنولوژی، مدل جمعی تعمیم‌یافته، منحنی‌پاسخ گونه، اصلاح مرتع

#### مقدمه

شناخت ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه‌های گیاهی و چگونگی واکنش آنها به عوامل محیطی، اطلاعات ارزشمندی از شرایط مختلف بوم‌شناختی گونه‌های گیاهی و نیازهای اکولوژیکی آنها بمنظور کسب دانش پایه برای معرفی گونه‌های مناسب اصلاح مراتع، تولید علوفه، مدیریت پوشش گیاهی و همچنین مدیریت بهره‌برداری از مراتع را در مناطق مشابه، ارائه می‌دهد. حضور و پراکنش گونه‌های گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی، تصادفی نیست؛ بلکه عوامل اقلیمی، خاکی، پستی و بلندی و انسانی در گسترش آنها، نقش مهمی ایفا می‌کنند (Leonard et al., 1984). گونه‌هایی که در یک مکان رشد می‌کنند احتمالاً دارای نیازهای مشابه از نظر عوامل محیطی هستند. با رسم عملکرد یک گونه (نظیر فراوانی، تولید و وفور) در امتداد شیب تغییرات محیطی منحنی‌هایی بدست می‌آید که به آنها منحنی پاسخ گونه می‌گویند (طهماسبی، ۱۳۸۹). اگر به طریقی بتوان مؤثرترین عوامل را برای هر گونه گیاهی تعیین کرد و رفتار گونه را با متغیرهای محیطی و گونه‌های همراه بررسی نمود، می‌توان به مدل‌های پیش‌بینی توزیع گونه‌ای دست یافت (زارع چاهوکی، ۱۳۸۶؛ پیری صحراگرد و همکاران، ۱۳۹۳). امروزه استفاده از مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، نقش برجسته‌ای در نظارت، ارزیابی، احیا، حفاظت و توسعه اکوسیستم‌های مرتعی ایفا می‌کنند و از ابزارهای بالقوه جهت کسب اطلاعات درباره علل پراکنش گونه‌ها و تناسب رویشگاه برای گونه‌های گیاهی محسوب می‌شوند (Austin, 2002). کمی‌سازی روابط بین گونه و محیط، هسته اصلی برای مدل‌سازی جهت پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها در اکولوژی است که می‌تواند پایه‌ای برای بیان فرضیه‌های مختلف در ارتباط با کنترل عوامل محیطی در پراکنش گونه‌ها باشد. در ابتدا از این مدل‌ها، به‌عنوان ابزاری در مطالعات

آتاکولوژی استفاده شد. ولی امروزه در بسیاری از موارد نظیر ارزیابی اثرات استفاده از زمین، فرضیه‌های مختلف در جغرافیای زیستی، تهیه نقشه‌ها و همچنین مباحث حفاظتی نیز، استفاده می‌شود (Gogina, 2010).

از مهمترین روش‌هایی که برای تجزیه و تحلیل عکس‌العمل گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی، کاربرد بیشتری دارند، می‌توان به CCA و GAM اشاره کرد (Austin et al., 2006; Yee and Mitchell, 1991). مدل جمعی تعمیم‌یافته (GAM)، زیر مجموعه‌ای از مدل‌های خطی تعمیم‌یافته (GLM) است (Yee and Mackensis, 2002)، با این تفاوت که در این مدل، یک پیش‌بینی کننده (برآوردگر) جمعی (تابع افزایشی)، جایگزین پیش‌بینی کننده خطی می‌شود. همچنین در این مدل، از مجموع سهم مستقل متغیر (برآوردگر) پیش‌بینی کننده استفاده می‌شود (Leps and Smilauer, 2003). وجود هموارسازها در مدل جمعی تعمیم‌یافته، سبب توانایی این مدل در تجزیه و تحلیل داده‌های اکولوژیکی و مشخص کردن روابط غیرخطی بین متغیرهای مختلف دارند (Guisan et al., 2002). لذا مدل جمعی تعمیم‌یافته، ضمن کاهش میانگین مربعات خطا، با ارائه اطلاعات بیشتری از روابط بین متغیرها، کیفیت پیش‌بینی پاسخ را به حداکثر می‌رساند (وزیری‌نسب و همکاران، ۱۳۹۲).

در خصوص استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته (GAM)، در بررسی منحنی پاسخ گونه‌های جنگلی و مرتعی در ایران مطالعاتی صورت گرفته است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ جعفریان و کارگر، ۱۳۹۶؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۶؛ کارگر و همکاران، ۱۳۹۷) که در آن مدل جمعی تعمیم‌یافته به عنوان روشی ساده برای بررسی عکس‌العمل گونه با توجه به متغیرهای محیطی عنوان شده است که نتایج حاصله به راحتی قابل تفسیر است.

گونه *Salsola kernerii* از خانواده اسفناجیان (Chenopodiaceae) با نام فارسی کندز یا آنک گیاهی بوته‌ای، چندساله با قاعده چوبی به ارتفاع تا ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. زمان گلدهی اوایل پاییز و تشکیل میوه اوایل پاییز است. گیاه متعلق به منطقه ایران و تورانی و اغلب در دامنه‌های با خاک شنی یا سنگی دیده می‌شود. پراکندگی جغرافیایی آن در ایران و سوریه می‌باشد (اسدی، ۱۳۸۰).

با توجه به اهمیت این گیاه (از نظر حفاظت خاک و تولید علوفه) یکی از دلایل انتخاب این گونه، معرفی گونه‌های جدید در اصلاح مراتع استپی استان و ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های مرتعی می‌باشد. با توجه به تنوع شرایط اکولوژیکی در رویشگاه‌های مختلف در استان یزد نیاز به معرفی گونه‌هایی متناسب با هر رویشگاه است. در این مطالعه، ضمن بررسی نیازهای اکولوژیکی گونه *Salsola kernerii* عکس‌العمل گیاه به هر یک از عوامل محیطی موثر در پراکنش این گونه و دامنه بردباری آن به این عوامل با استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته (GAM)، مورد مطالعه قرار گرفت تا بدین وسیله، ضمن

تولید اطلاعات پایه و کاربردی در خصوص این گیاه، بتوان توصیه‌های لازم برای اصلاح و احیاء مراتع تخریب‌یافته در نواحی استپی و در رویشگاه‌های مناسب این گیاه را انجام داد. همچنین از آنجا که مطالعات فنولوژیکی، نقش مهمی در مدیریت چرای دام و جمع‌آوری بذر گیاه در مراتع دارد، به تغییرات مراحل رشدی گیاه در طول فصل رویش نیز پرداخته شده است.

## مواد و روش‌ها

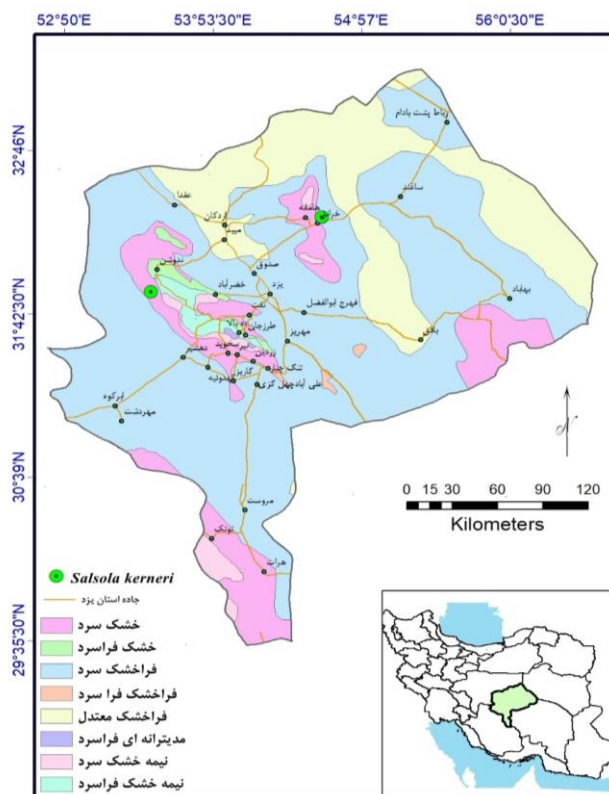
### منطقه مورد مطالعه

گونه مورد مطالعه در دو رویشگاه در استان یزد به فاصله ۱۲۰ کیلومتر از هم مورد بررسی قرار گرفت. رویشگاه اول صدرآباد ندوشن در عرصه‌ای به وسعت ۷۵ هکتار در ۸۰ کیلومتری غرب شهر یزد و ۱۵ کیلومتری جنوب شهرستان ندوشن در موقعیت جغرافیایی ۵۲° ۳۱' عرض شمالی و ۵۳° ۳۱' طول شرقی واقع شده است. این منطقه از شرق به روستای صدرآباد منتهی می‌گردد. رویشگاه دوم در ابتدای جاده روستای درند خرانق در عرصه‌ای به وسعت ۵۰ هکتار در ۶۰ کیلومتری غرب شهرستان میبد در موقعیت جغرافیایی ۲۳° ۳۲' عرض شمالی و ۴۱° ۵۴' طول شرقی واقع شده است. این منطقه از جنوب به روستای خرانق منتهی می‌گردد (شکل ۱).

برخی از مشخصات مهم محل پراکنش این گونه در استان یزد در جدول ۱ ارائه شده است.

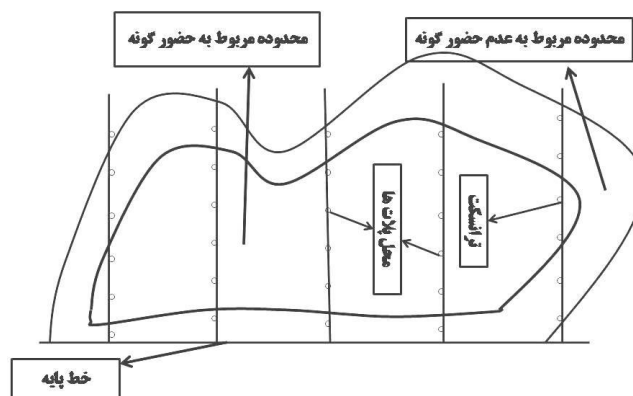
جدول ۱- مشخصات محل پراکنش گونه *S. keneri* در رویشگاه‌های مورد مطالعه

نام رویشگاه	صدرآباد ندوشن	خرانق
مختصات جغرافیایی	۵۳° ۳۱'	۴۰° ۵۴' ۲۳° ۳۲'
تیپ گیاهی	<i>Artemisia sieberi-Salsola keneri</i>	<i>Artemisia sieberi-Salsola keneri</i>
ناحیه رویشی	ایرانی- تورانی	ایرانی- تورانی
منطقه رویشی	ایران مرکزی	ایران مرکزی
اقلیم رویشی	استپی	استپی
متوسط بارندگی سالانه	۱۲۵	۱۰۸
متوسط دمای سالانه	۱۴/۵	۱۶
اقلیم منطقه	خشک سرد	خشک سرد
دامنه ارتفاعی (متر)	۲۳۲۰ - ۲۴۱۰	۱۷۵۰ - ۱۸۶۰
شیب غالب (درصد)	۱۱	۲۴
جهت غالب	شمال غربی - جنوب شرقی	شمال شرقی
نوع خاک	لوم رسی شنی - لومی رسی	لوم رسی شنی - لومی رسی



شکل ۱- رویشگاه‌های مورد مطالعه گونه *S. kernerii* در استان یزد

**روش تحقیق:** نمونه‌برداری از پوشش گیاهی (درصد تاج پوشش گونه‌ها، تراکم گونه‌ها، درصد لاشبرگ، درصد سنگ و سنگریزه، درصد خاک لخت) در هر دو سایت صدرآباد و خرانق به روش سیستماتیک-تصادفی (ارزانی و عابدی، ۱۳۹۴)، در داخل پلات‌های مستقر در امتداد ترانسکت‌های خطی، انجام شد. برای این منظور، بسته به شیب تغییرات محیطی (ارتفاعی و جهت جغرافیایی دامنه) در هر واحد بوم‌شناختی (محل پراکنش)، پنج ترانسکت با فاصله یکسان نسبت به هم بکار برده شد (شکل ۲). با توجه به خط پایه که در خارج از محل پراکنش گونه است ترانسکت‌ها طوری در واحد بوم‌شناختی استقرار یافته‌اند که حداقل یک پلات در ابتدای هر ترانسکت و یک پلات در انتهای هر ترانسکت در محدوده حضور گونه نبوده‌اند. با توجه به طول و عرض رویشگاه‌ها، طول ترانسکت‌ها و فاصله آنها به ترتیب، ۵۰۰ و ۳۰۰ متر در نظر گرفته شد. سپس بر روی هر یک از ترانسکت‌ها، شش پلات (به ابعاد ۵ در ۵ متر) با فواصل یکسان، مستقر گردید. در مجموع در هر واحد بوم‌شناختی، ۳۰ پلات بکار برده شد.



شکل ۲- تلفیق نمونه گیری تصادفی و سیستماتیک (Chambers and Brown, 1983)

موقعیت جغرافیایی هر یک از پلات‌ها (طول و عرض جغرافیایی مرکز هر پلات)، ثبت و عوامل توپوگرافی مثل ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت جغرافیایی برای هر پلات مشخص گردید. به منظور بررسی اثر عوامل محیطی بر پراکنش گونه مورد پژوهش، از هر یک از پلات‌ها، یک نمونه خاک با سه تکرار (نمونه مرکب) تا عمق ریشه‌دوانی گیاه برداشت گردید و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها شامل بافت خاک (روش هیدرومتر)، هدایت الکتریکی خاک (عصاره اشباع و اندازه گیری هدایت الکتریکی)، اسیدیته (گل اشباع و با استفاده از pH متر)، درصد مواد خنثی شونده یا درصد آهک (با استفاده از روش تیتراسیون)، کربن آلی (با استفاده از روش والکی - بلاک)، ازت کل (با استفاده از روش کج‌دال) (علی‌احیائی و بهبهانی‌زاد، ۱۳۷۲)، اندازه‌گیری شد. برای پیش‌بینی پاسخ گونه گیاهی (تغییرات درصد پوشش گیاهی) مورد مطالعه به تغییرات عوامل محیطی از مدل افزایشی‌تعمیم‌یافته (Generalized Additive Models) استفاده شد (Palmer, 1993). مدل‌های جمعی تعمیم‌یافته به صورت زیر بیان می‌شود (Hasti and Tibshirani, 1990):

$$g(\mu) = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j)$$

رابطه ۱

که در آن،  $f_j$ ها، توابعی نامعلوم و هموار و  $X_j$  متغیرهای پیشگو هستند. به‌طور خاص  $f_j$  از روی داده‌ها و با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته هموارساز نمودار پراکنش، برآورد می‌شود. آنالیز تابع اتصال لگاریتمی (Log link function) به دلیل اینکه منحنی‌پاسخ به شکل گوسن برای آن برآزش شود) و توزیع خطا پواسون (Poisson error distribution) برای برآزش مدل افزایشی تعمیم‌یافته مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور رتبه‌بندی متغیرهای اثرگذار بر عملکرد گونه‌ها، معیار اطلاعاتی آکائیک (Akaike Information Criterion; AIC)، به کار گرفته شد. بدین ترتیب که هرچه مقدار AIC

کوچکتر باشد، در نتیجه متغیر مورد نظر، دارای اثرگذاری بیشتر بر عملکرد گونه (درصد پوشش تاجی) بوده و یا اینکه مدل ارائه شده، مناسبترین مدل در برآزش منحنی عکس‌العمل گونه می‌باشد (Dawson et al., 2007). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در این بخش، از نرم‌افزار Canoco نسخه ۴/۵ (Ter Braak and Smilauer) استفاده شد.

همچنین فعالیت‌های حیاتی گیاه و مراحل مختلف رشد شامل آغاز و خاتمه مرحله رویشی، آغاز و خاتمه مرحله گلدهی، آغاز و خاتمه مرحله رسیدن بذر، ریزش بذر و خشک شدن گیاه و مرحله رکود و خوابه زمستانه، ثبت گردید. در نهایت دیاگرام فنولوژیکی گیاه در انطباق با منحنی آمبروترمیک، ترسیم شد.

## نتایج

### پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه:

گونه‌های گیاهی شناسایی شده در منطقه خرانق و صدرآباد ندوشن مطالعه رستنی‌های موجود در محدوده پراکنش گونه *S. kernerii* در مناطق خرانق و صدرآباد، وجود ۵۱ گونه گیاه آوندی متعلق به ۲۹ جنس و ۱۹ تیره گیاهی را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲- نام علمی، فرم رویشی و کوروتیپ گیاهان مناطق مورد مطالعه

صدرآباد	خرانق	کوروتیپ	فرم رویشی	گونه گیاهی	تیره گیاهی
-	*	IT	فورب چندساله	<i>Eryngium noeanuml</i>	Apiaceae
*	*	IT	بوته‌ای	<i>Artemisia sieberi</i> Besser.	
*	*	IT	فورب چندساله	<i>Cousinia piptocephala</i> Bunge	
*	-	IT	بوته‌ای	<i>Hertia angustifolia</i> (DC.) O. Kuntze	
-	*	IT	فورب چندساله	<i>Launaea acanthodes</i> (Boiss.) O. Kuntze	Asteraceae
*	-	IT	علفی چندساله	<i>Scorzonera pusilla</i> Pallas, Reise Russ. Reich.	
*	*	IT	بوته‌ای	<i>Scariola orientalis</i> (Boiss.) Sojak	
-	*	IT.SS	فورب یکساله	<i>Zoega purpurea</i> Fresen.	

ادامه جدول (۲)

تیره گیاهی	گونه گیاهی	فرم رویشی	کوروتیپ	خرانق	صدرآباد
	<i>Alyssum linifolium</i> Steph. Ex Willd.	علفی یکساله	IT, M, (ES,SS)	-	*
	<i>Clypeola dichotoma</i> Boiss.	علفی یکساله	IT	-	*
Brassicaceae	<i>Conringia perfoliata</i> (C. A. Mey.) Busch	علفی یکساله	IT	-	*
	<i>Erysimum griffithianum</i> Boiss.	علفی چندساله	IT	-	*
	<i>Malcolmia africana</i> L. R. Br.	علفی یکساله	IT,SS,(M)	-	*
	<i>Anabasis setifera</i> Moq.	بوته‌ای	SS, (IT)	*	-
	<i>Eurotia ceratoides</i> (L).C.A.Mey	بوته‌ای	IT	*	*
	<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C. A. Mey.) Botsch.	بوته‌ای	IT	*	*
	<i>Londesia eriantha</i> Fisch. & C. A. Mey.	فورب یکساله	IT	*	-
Chenopodiaceae	<i>Noaea mucronata</i> (Forsk) Aschers. & Schewienf.	بوته‌ای	IT	*	*
	<i>Salsola arbuscula</i> Pall	بوته‌ای	IT	*	*
	<i>Salsola tomentosa</i> (Moq.) spach.	بوته‌ای	IT	*	-
	<i>Salsola yazdiana</i> Assadi	بوته‌ای	IT	*	-
	<i>Salsola kernerii</i> (Wol.) Botsch.	بوته‌ای	IT	*	*
	<i>Seidlitzia cinerea</i> , Botsch.	فورب یکساله	IT.SS	*	-
	<i>Seidlitzia rosmarinus</i>	بوته‌ای	IT	*	*
Caryophyllaceae	<i>Lepyrodiclis stellarioides</i> Schrenk ex Fisch. & C.A.Mey.	علفی یکساله	IT	-	*
Ephedraceae	<i>Ephedra procera</i> Fisch. & Mey.	بوته‌ای	IT	*	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia gedrosiaca</i> Rech. F., Aellen, Esfandiari	علفی چندساله	IT	*	-
Iridaceae	<i>Iris songarica</i> schrenk.	علفی چندساله	IT	-	*

ادامه جدول (۲)

تیره گیاهی	گونه گیاهی	فرم رویشی	کورتیپ	خرانق	صدراآباد
Geraniaceae	<i>Biebersteinia multifida</i> DC.	علفی چندساله	IT	-	*
Lamiaceae	<i>Stachys inflata</i> Benth.	علفی چندساله	IT	*	*
Liliaceae	<i>Allium bungei</i> Boiss.	علفی چندساله	IT	-	*
Papilionaceae	<i>Alhagi Pseudalhagi</i> (M. B.) Desv.	فورب چندساله	IT	*	*
	<i>Astragalus squarrosus</i> Bunge	بوته‌ای	IT	-	*
	<i>Astragalus myriacanthus</i> Boiss.	بوته‌ای	IT	-	*
	<i>Astragalus candolleanus</i> Boiss.	چندساله	IT	-	*
	<i>Ebenus stellata</i> Boiss.	بوته‌ای	IT	-	*
	<i>Melilotus officinalis</i> L.	علفی چندساله	cosm	-	*
	<i>Papaver tenuifolium</i> Boiss. & Hohen. ex. Boiss.	فورب یکساله	IT	*	-
Papaveraceae	<i>Glaucium elegans</i> Fish. & C. A. Mey.	علفی یکساله	IT	-	*
	<i>Acantholimon scorpius</i>	بوته‌ای	IT	*	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium iranicum</i> (Bornm.) Lincz.	بوته‌ای	IT,SS	*	*
	<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl	گراس چندساله	IT, M, SS	*	-
Poaceae	<i>Bromus tectorum</i> L.	گراس یکساله	IT	*	*
	<i>Bromus sericeus</i> Drobov.	گراس یکساله	IT	-	*
	<i>Stipa barbata</i> Desf.	گراس چندساله	IT	*	*

ادامه جدول (۲)

تیره گیاهی	گونه گیاهی	فرم رویشی	کوروتیپ	خرانق	صدرآباد
Polygonaceae	<i>Calligonum bungei</i> Boiss.	بوته‌ای	IT	*	-
	<i>Pteropyrum aucheri</i> Jaub. & Spach	بوته‌ای	IT	*	*
Rosaceae	<i>Amygdalus lycioides</i> (Spach.) var. <i>lycioides</i>	درختچه	IT	-	*
Tamaricaceae	<i>Reaumuria oxiana</i> (Ledeb.) Boiss.	بوته‌ای	IT	*	-
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i> L.	علفی چندساله	IT	*	*
	<i>Zygophyllum euryptherum</i> Boiss. & Buhse.	درختچه	IT, SS	*	*

خصوصیات پوشش گیاهی

تیپ گیاهی غالب در هر دو منطقه *Artemisia sieberi-Salsola kernerii* بوده و میانگین ویژگی‌های پوشش گیاهی و خصوصیات رویشگاهی در این مناطق در جدول ۳ و ۴ نشان داده شده است. قابل توجه آنکه در هیچکدام از پلات‌ها و در هیچکدام از سایت‌ها زادآوری برای گونه *Salsola kernerii* ثبت نگردید.

جدول ۳- میانگین ویژگی‌های پوشش گیاهی محل پراکنش گیاه آنک در استان یزد

مکان / رویشگاه	تعداد پایه						حضور آنک
	درصد کل پوشش تاجی	درصد لاشبرگ	درصد خاک لخت	درصد سنگ و سنگریزه	درصد پوشش تاجی آنک	در هکتار آنک	
خرانق	۵/۲	۱/۸	۹/۸	۸۳/۲	۱/۳	۷۰۷	۵۰٪
صدرآباد ندوشن	۸/۷	۳/۵	۵۴/۱	۳۳/۷	۱/۸	۶۸۰	۶۳٪

جدول ۴- میانگین خصوصیات رویشگاهی گونه *S. kerneri*

ماده آلی خاک (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	آهک (%)	ازت (%)	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	ارتفاع از سطح دریا (m)	مکان / رویشگاه
۰/۴۵	۵۲	۲۴	۲۴	۱۲/۵	۰/۰۴	۸/۳	۲/۱	۱۷۵۰	خرانق
۰/۳۴	۵۲	۲۱	۲۷	۱۴	۰/۰۳	۸/۱	۱/۳	۲۳۵۰	صدرآباد ندوشن

منحنی پاسخ گونه *S. kerneri* به عوامل محیطی

بکارگیری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع خطا پواسون، برای هر یک از متغیرهای محیطی، نشان داد که متغیرهای ارائه شده در جدول ۵، بر عملکرد *S. kerneri* تاثیر معنی دار داشته اند.

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

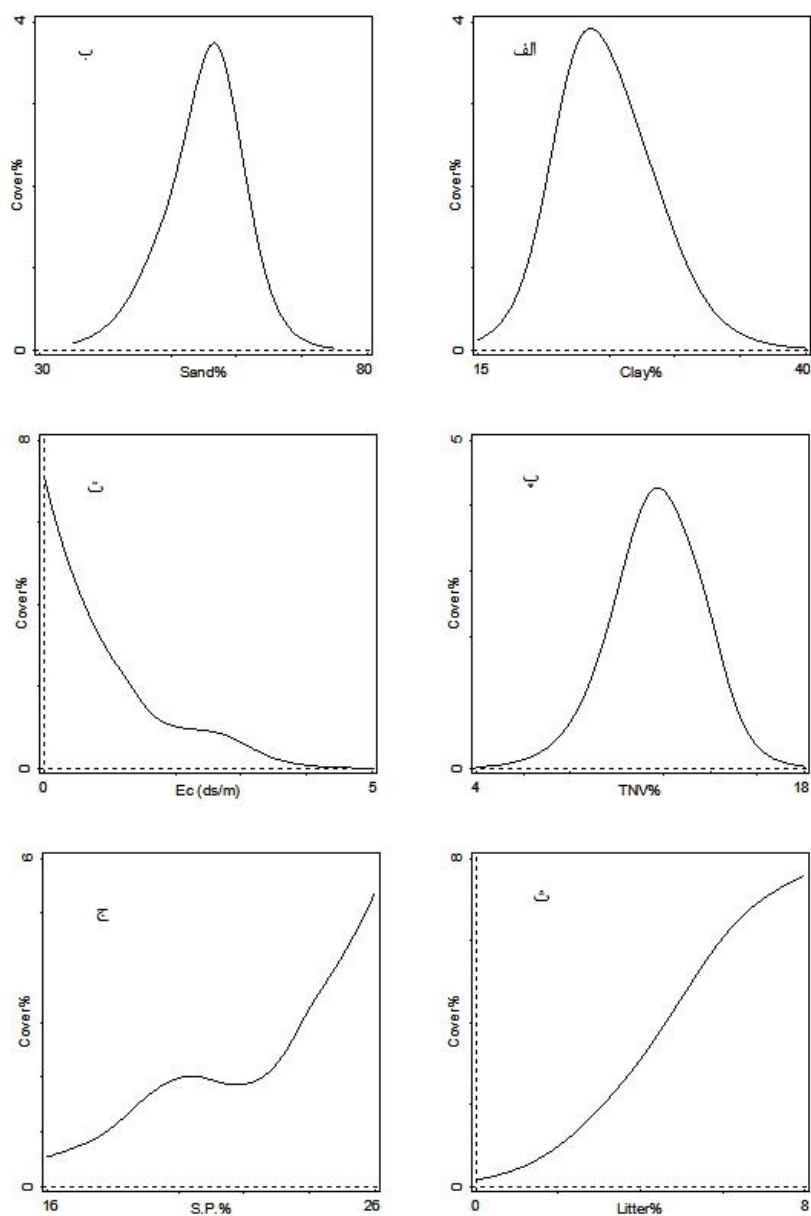
متغیر محیطی	P	F	معیار اطلاعاتی آکائیک
درصد شن خاک	**۰/۰۰	۱۳/۹	۴۶/۸۲
درصد رس خاک	**۰/۰۰	۱۰/۵	۵۴/۲۷
هدایت الکتریکی (EC) میلی موس بر متر	**۰/۰۰	۶/۱	۶۶/۵۲
درصد آهک	**۰/۰۰	۲۵/۹	۳۰/۷۲
درصد اشباع خاک	*۰/۰۴	۳	۸۰/۳۸
درصد لاشبرگ	**۰/۰۰	۱۵/۲	۴۲/۱۸

F آماره آزمون محاسبه شده برای معنی داری برازش مدل، P مقدار سطح احتمال بدست آمده از آزمون برازش مدل \* و \*\* به ترتیب اختلاف در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است

با توجه به عکس العمل معنی دار گونه *S. kerneri* در رابطه با عوامل فوق الذکر در مناطق مورد مطالعه، منحنی پاسخ این گونه نسبت به هر یک از متغیرهای محیطی اثرگذار، مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). بررسی عملکرد گونه (درصد پوشش گیاهی) مورد مطالعه در ارتباط با متغیر درصد شن و رس خاک و همچنین درصد آهک نشان داد که پاسخ این گونه نسبت به تغییرات مقادیر این عوامل به صورت تک نمایی (Unimodal) است. بدین ترتیب که با افزایش درصد شن و رس و آهک، به ترتیب تا ۵۹ درصد، ۲۳ درصد، ۱۲ درصد، حضور گونه *S. kerneri*، افزایش و از آن به بعد، با افزایش مقادیر این عوامل، روند کاهشی نشان داده است.

حد پایین مقدار رس برای این گونه در مناطق مورد مطالعه، حدود ۱۹ درصد و حد بالای آن ۳۳ درصد بود و در خارج از این محدوده گونه آنک حضور نداشت (شکل ۳ الف). در ارتباط با متغیر درصد شن خاک، حضور این گونه از مقدار ۴۲ آغاز و تا ۶۱ درصد ادامه داشته و در خارج از این محدوده حضور نداشته است (شکل ۳ ب). بررسی عملکرد گونه (درصد پوشش گیاهی) مورد مطالعه در ارتباط با متغیر درصد آهک خاک، نشان داد که حضور این گونه از مقدار ۶ آغاز و تا ۱۶ درصد ادامه داشته و در خارج از این محدوده حضور این گونه دیده نشد (شکل ۳ پ).

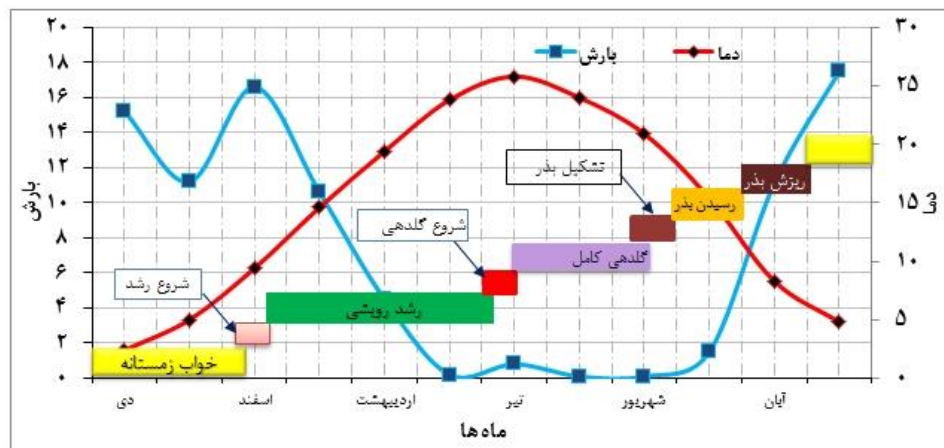
بررسی پاسخ گونه مورد مطالعه در ارتباط با متغیرهای رطوبت اشباع و درصد لاشبرگ سطح خاک، نشان داد که پاسخ این گونه نسبت به تغییرات مقادیر این عوامل به صورت افزایشی ( Monotonic increase) بوده و با افزایش مقادیر این عوامل، فراوانی و درصد پوشش گیاهی آن نیز بیشتر می شود (شکل ۳ ج، چ). برعکس، پاسخ این گونه در امتداد هدایت الکتریکی، از مدل کاهشی ( Monotonic decrease) پیروی کرده و با افزایش مقدار این عامل، حضور و درصد پوشش گیاهی آن کاهش یافته است (شکل ۳ ت).



شکل ۳- منحنی پاسخ گونه گیاهی آنک به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی دار (Sand: درصد شن، Clay: درصد رس، TNV: درصد آهک، SP: درصد رطوبت اشباع خاک، EC: هدایت الکتریکی، Litter: درصد لاشبرگ) با استفاده از نرم افزار Canoco

### مراحل رشد گونه *Salsola kernerii* (Wol.) Botsch در استان یزد

نتایج حاصل از مطالعات فنولوژی گونه آنک نشان داد که رویش این گیاه با گرم شدن تدریجی هوا از نیمه دوم اسفندماه شروع و تا اوایل تیر ادامه دارد از این تاریخ به بعد همراه رشد رویشی گلها ظاهر می شود و تا اواخر شهریور ماه گلها متناوباً ظاهر می شود. از اواخر شهریور بتدریج بال های میوه ظاهر می گردند و در اواخر مهر تا اوایل آبان به اوج خود می رسند که نمای زیبایی به بوته و مرتع می دهد. ریزش بذر این گیاه معمولاً از اواسط آبان ماه شروع و تا هفته اول آذرماه همزمان با رسیدن مرحله ای بذرها، ادامه دارد. ولی زمان مناسب برای جمع آوری بذرها اواخر آبان ماه می باشد. از دهه اول آذرماه رشد گیاه به حداقل خود رسیده و وارد فاز خواب زمستانی می شود (شکل های ۴ و ۵).



شکل ۴- تطبیق منحنی آمبروترمیک (بارندگی و دما) با مراحل مختلف رشد گونه *S. kernerii* طی دوره مطالعه (۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸)



شکل ۵- مراحل فنولوژیک گونه آنک در استان یزد

## بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در دو منطقه مورد تحقیق در استان یزد، گونه *S. kernerii* در مناطقی با اقلیم خشک سرد که متوسط بارندگی حدود ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلیمتر و متوسط دما حدود ۱۴ تا ۱۶ درجه سانتی گراد باشد رویش دارد. این مطالعه همچنین نشان داد که گونه درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) همراه با *S. kernerii*، به عنوان تیپ گیاهی مهم در منطقه بوده و از گونه های مهم همراه این تیپ، می توان به *Hertia angustifolia*, *Eurotia ceratoides*, *Noaea mucronata*, *Salsola tomentosa*, *Ephedra procera*, *Zygophyllum eurypterum* و *Stipa arabica* اشاره کرد.

با در نظر گرفتن رویشگاه های مورد مطالعه، گونه *S. kernerii* در ارتفاع بین ۱۷۵۰ تا ۲۳۵۰ متر پراکنش دارد که با نتایج فیاض (۱۳۹۴) که محدوده ارتفاعی پراکنش این گونه را ۱۸۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا اعلام کرده بودند، تفاوت دارد. با توجه به بررسی رویشگاهی در مناطق مورد مطالعه، این گونه در خاک های لوم رسی شنی با شوری بین حداقل ۰/۷ تا حداکثر ۴/۵ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته ۸/۲ و مقدار ازت ۰/۰۴ درصد رویش داشت.

نتایج حاصل از برازش مدل افزایش تعمیم یافته بر روی گونه *S. kernerii*، برای بیان محدوده رویش آن تحت تأثیر متغیرهای مورد بررسی و تعیین شرایط بهینه رویش این گیاه، نشان داد که *S. kernerii* بیشتر بر روی خاک های لوم رسی شنی پراکنش دارد. به طوریکه در مقدار بالای شن (حدود ۵۹ درصد) و درصد رس پائین خاک (حدود ۲۳ درصد)، بالاترین عملکرد را دارد. به نظر می رسد که زهکشی مناسب در این خاک ها، از جمله دلایلی است که موجب رشد بیشتر این گونه در این نوع خاک ها شده است که با یافته های فیضی (۱۳۸۲) و همچنین خلاصی اهوازای و همکاران (۱۳۹۰) همسو می باشد.

عکس العمل گونه *S. kernerii*، به درصد رطوبت اشباع و همچنین درصد لاشبرگ سطح خاک، حاکی از وجود ارتباط مثبت بین عملکرد این گونه با عوامل مزبور است. به طوری که با افزایش درصد این عوامل، حضور و درصد پوشش گیاهی آن افزایش یافته و از مدل افزایشی (Monotonic increase) پیروی می کند. افزایش فراوانی و عملکرد گیاه در مناطقی با درصد لاشبرگ بالاتر را می توان به این دلیل دانست که درصد بالای لاشبرگ، باعث ایجاد بستر مناسب برای بذر و همچنین فراهم نمودن رطوبت لازم برای افزایش جوانه زنی و استقرار آن شده است که این موضوع توسط برخی محققین دیگر نیز بیان شده است (Kostel – Hughes et al., 2005; Biauou et al., 2009; Wassie et al., 2009).

عملکرد *S. kernerii*، یک ارتباط منفی با میزان هدایت الکتریکی خاک داشته و پاسخ آن به این عامل، از مدل کاهشی پیروی کرده است. رشد این گونه در منطقه مورد مطالعه بین حداقل ۰/۷ تا حداکثر ۴/۵ دسی زیمنس بر متر است و با افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک حضور این گونه

کاهش می‌یابد. گونه *S. kernerii* با مقدار هدایت الکتریکی پائین‌تر دارای عملکرد بهتری است و مقادیر بالای هدایت الکتریکی عامل محدود کننده‌ای بر گسترش آن دارد. با این حال آخانی و قربانلی (Akhani and Ghorbanli, 1993) در کتاب خود در مورد گیاهان متحمل به شوری، گونه *S. kernerii* را از گونه‌های بااهمیت و با ارزش برای اصلاح خاک‌های شور معرفی کرده است. میزان هدایت الکتریکی خاک رویشگاه‌های برخی گونه‌های جنس سالسولا از جمله گونه *S. orientalis* در استان اصفهان، *S. richteri* در استان خراسان جنوبی، کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (سعیدفر و همکاران، ۱۳۸۵؛ بهادران و همکاران، ۱۳۹۵).

الگوی پاسخ گونه *S. kernerii* در طول گرادیان آهک خاک، از مدل زنگوله‌ای (Unimodal) پیروی کرده و رشد بهینه این گونه بین ۱۰ تا ۱۴ درصد و حد بهینه رشد آن در این رویشگاه، ۱۲ درصد بود. نقش این عامل در پراکنش گونه‌های گیاهی توسط محققین دیگر نیز بیان شده است (Mirdavoodi et al., 2015; Kolahi and Atri, 2014).

نتایج مطالعات فنولوژی گونه آنک نشان داد که رویش این گیاه با گرم شدن تدریجی هوا از نیمه دوم اسفندماه شروع می‌گردد. ظهور گل معمولاً از اوایل تیر ماه آغاز و تا اواخر شهریور ادامه دارد. تشکیل بذر و شیرینی شدن از دهه سوم شهریور ماه شروع و تا دهه اول آبان، رسیدن مرحله‌ای بذرها متناسب با طول دوره گلدهی ادامه دارد. ریزش بذر این گیاه معمولاً از اواسط آبان‌ماه شروع و تا هفته اول آذرماه همزمان با رسیدن مرحله‌ای بذرها، ادامه دارد. ولی زمان مناسب برای جمع‌آوری بذرها اواخر آبان‌ماه می‌باشد. از دهه اول آذرماه رشد گیاه به حداقل خود رسیده و وارد فاز خواب زمستانی می‌شود.

در رابطه با جنس سالسولا در بررسی گونه مورد مطالعه و سایر گونه‌ها در مناطق استپی و مراتع قشلاقی نشان می‌دهد، اگر در رویشگاه‌های سالسولا که به عنوان مراتع قشلاقی در نظر گرفته می‌شود ورود دام در مرتع در اواسط آبان‌ماه که مصادف با آغاز ریزش بذور است زمان مناسبی برای ورود دام به مراتع مورد نظر می‌باشد. در رویشگاه‌های ییلاقی نیز باید توجه داشت که تا زمانی که گونه‌های جنس سالسولا در مرحله رویشی هستند با در نظر گرفتن حد بهره برداری مجاز از چرای بیش از حد این گونه‌های ارزشمند جلوگیری شود تا گیاه قادر به ایجاد رویش و ساخت و ساز مواد ذخیره‌ای برای شروع رشد در فصل رویش آینده باشد. در گیاهان چندساله معمولاً حداکثر تجمع ذخیره هیدرات کربن بلافاصله قبل از خواب پاییزه است بعد از آن در طی دوره خواب این تراکم بتدریج کاهش می‌یابد و سپس در طی آغاز رشد بهاره کاهش سریعی رخ می‌دهد (Vallentine, 2001). بنابراین در مقدار بهره‌برداری گیاهان در اوایل فصل رویش باید توجه بیشتری نمود.

گونه آنک جزو گیاهان خوشخوراک در مناطق مورد مطالعه است. مخصوصاً در مراتع صدرآباد ندوشن که با توجه به گفته دامداران منطقه این گونه یکی از گونه‌های مورد توجه دام (بز و گوسفند) می‌باشد. البته از لحاظ کیفیت علوفه نسبت به درمنه، عجوه و اروشیا دارای پروتئین پائین‌تری می‌باشد. پروتئین این گونه در منطقه صدرآباد در مرحله رویشی ۶/۵ درصد می‌باشد (شاه بندری و همکاران، ۱۳۹۶). البته با توجه به سایر مطالعات، پروتئین این گونه نسبت به سایر گونه‌های سالسولا کمتر است (ارزانی، ۱۳۸۸؛ دیان‌تی تیلکی، ۱۳۹۰؛ Zare et al., 2019).

تکثیر این گیاه از طریق بذر است. در صورتی که گیاهان این جنس فرصت بذردهی پیدا کند پراکنده شده و در سال‌های مساعد به خوبی جوانه زده و مستقر می‌گردند (قربانیان، ۱۳۸۴؛ سعیدفر و همکاران، ۱۳۸۵). تراکم این گونه در هر دو رویشگاه صدرآباد و خرانق در حد ۷۰۰ پایه در هکتار می‌باشد. این در حالیکه به علت خشکسالی‌های اخیر زادآوری زیادی در این مناطق دیده نمی‌شود. به علت کمبود مواد ذخیره‌ای در بذر مانند سایر گونه‌های خانواده اسفناجیان قوه نامیه خود را به سرعت از دست می‌دهد، لذا باید که در همان سال جمع‌آوری کاشته شود (سعیدفر و همکاران، ۱۳۸۵؛ زارع کیا و خادمی، ۱۳۹۵). زمان جمع‌آوری بذر بسیار مهم است بطوریکه اگر بذر در اوایل آبان ماه جمع‌آوری شود قوه نامیه بسیار پایین است و بهترین زمان جمع‌آوری بذر ۲۵ آبان تا اول آذرماه می‌باشد.

با توجه به اهمیت این گیاه (از نظر حفاظت خاک و تولیدعلوفه)، معرفی گونه‌های جدید و بومی در اصلاح مراتع و احیای مراتع تخریب شده استان و همچنین ایجاد تنوع در گونه‌های مورد استفاده توسط اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان برای اصلاح مراتع، معرفی گونه‌های گیاهی با تاکید بر خواص‌های اکولوژیکی آنها در هر منطقه ضروری است.

قابل توجه آن‌که خشکسالی‌های اخیر نیز باعث شده است که زادآوری این گونه به صفر برسد و تنها پایه‌های چندساله از این گونه قابل مشاهده بود. به همین دلیل لازم است با برداشت به موقع بذر نسبت به احیای این رویشگاه‌ها با استفاده از گونه بارزش آنک اقدام گردد تا شاهد از بین رفتن این گونه با ارزش (از نظر حفاظت خاک و تولیدعلوفه) در اثر خشکسالی‌ها و چرای بیرویه نباشیم.

لذا با توجه به نتایج حاصل از مطالعات عکس‌العمل این گیاه به گرادبان عوامل محیطی، توصیه می‌شود در برنامه‌های اصلاحی مراتع از طریق بذرکاری و بوته‌کاری در مناطق استپی استان یزد با استفاده از این گونه، به خصوصیات رویشگاهی و خواص‌های اکولوژیکی آن توجه شود.

## منابع

ارزانی، ح. ۱۳۸۸. گزارش پژوهشی کیفیت علوفه. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

- ارزانی، ح.، عابدی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی مراتع، اندازه‌گیری پوشش گیاهی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۵ صفحه.
- اسدی، م. ۱۳۸۰. فلور تیره اسفناجیان. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. ۵۰۸ صفحه
- بهداران، م.، اجتهادی، ح.، قاسم زاده، ف.، ابریشم چی، پ. ۱۳۹۵. بررسی اکولوژی فردی گونه گیاهی *Salsola richteri* (Moq.) Karel ex Litw در استان خراسان جنوبی مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۹ (۲): ۲۸۶-۲۹۹.
- پیری صحراگرد، ح.، زارع چاهوکی، م.ع.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۳. مدل سازی پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع غرب حوض سلطان استان قم با روش رگرسیون لجستیک. مرتعداری. ۱۱(۱): ۹۴-۱۱۳.
- حیدری، ف.، دیانتی‌تیلکی، ق.، علوی، س.ج. ۱۳۹۶. مقایسه منحنی پاسخ گونه *Bromus tomentellus* و گونه *Achillea millefolium* نسبت به گرادیان‌های محیطی با استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته. حفاظت زیست بوم گیاهان، ۵ (۱۱): ۳۴-۱۷.
- خلاصی‌اهوازای، ل.، زارع‌چاهوکی، م.ع.، آذرنیوند، ح.، سلطانی‌گردفرامرزی، م. ۱۳۹۰. مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M. با کاربرد روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع شمال‌شرق سمنان. مرتع، ۵ (۴): ۳۷۳-۳۶۲.
- دیانتی‌تیلکی، ق. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مراحل فنولوژی بر کیفیت علوفه و هیدرات‌های کربن محلول دو گونه *Salsola arbuscula* و *Salsola richteri* در مراتع شور سبزوار. مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۸ (۴): ۶۵۲-۶۶۱.
- زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۸۶. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد. نشریه پژوهش و سازندگی ۱۷۶(۱): ۱۴۳-۱۳۶.
- زارع کیا، ص.، خادمی، م. ۱۳۹۵. *Salsola laricina* گونه‌ای امیدبخش جهت تامین علوفه در مراتع استپی. فصلنامه علمی اقتصادی جنگل و مرتع، ۱۰۸: ۷۵-۸۲.
- سعیدفر، م.، فیضی، م.، شاه‌مرادی، م.ا. ۱۳۸۵. مطالعه آت اکولوژی *Salsola orientalis* در مراتع استپی استان اصفهان (مطالعه موردی منطقه موته). فصلنامه علمی-پژوهشی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۱۳(۲): ۱۱۶-۱۲۶.
- شاه‌بندری، ر.، ارزانی، ح.، باغستانی، ن.، زارع چاهوکی، ا. ۱۳۹۶. بررسی کیفیت اندام‌های گونه‌های گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی. مجله مرتع و آب‌خیزداری. ۷۰(۱): ۱۳۹-۱۴۹.
- طهماسبی، پ. ۱۳۸۹. رج‌بندی، انتشارات دانشگاه شهرکرد.
- علی‌احیایی، م.، بهبهانی‌زاد، ع.ا. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۹ صفحه.
- فیاض، م. ۱۳۹۴. شناخت مناطق اکولوژیک کشور. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۶۸ صفحه.

فیضی، م.ت. ۱۳۸۲. بررسی آتاکولوژی گونه *Eurotia ceratoides* در استان اصفهان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

قربانیان، د. ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات اکولوژیکی گونه *Salsola rigida* در مراتع خشک استان سمنان. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۲ (۴): ۴۸۳-۴۹۷.

وزیری نسب، ح.، صالحی، م.، خوشگام، م.، رفعتی، ن. ۱۳۹۲. مقایسه مدل‌های جمعی تعمیم‌یافته و مدل‌های خطی تعمیم‌یافته در برآورد عوامل خطر رتینوپاتی بیماران دیابتی شهر تهران. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۵(۴): ۸۵۸-۸۴۹.

- Austin, M.P. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, 157: 101-118.
- Austin, M.P., Belbin, L., Meyers, J.A., Doherty, M.D., Luotoc, M. 2006. Evaluation of statistical models used for predicting plant species distributions: Role of artificial data and theory. *Ecological Modelling*, 199 (2): 197-216.
- Akhani, H., Ghorbanli, M. 1993. A contribution to the halophytic vegetation and flora of Iran. In: Lieth H., Al Masoom A.A. (eds) *Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Tasks for vegetation science*, vol 27. Springer, Dordrecht
- Biaou, S.H., Sterck, Ir. F.J., Holmgren, M. 2009. Tree recruitment in West African dry woodlands. The interactive effects of climate, soil, fire and grazing. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands. 182 p.
- Chambers, J.C., Brown, R.W. 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated mined lands. USFS General Technical Report INT-151.
- Dawson, C.W., Abraham, R.J., See, L.M. 2007. HydroTest: a web-based toolbox of evaluation metrics for the standardized assessment of hydrological forecasts, *Environmental Modelling and Software*, 22(7): 1034-1052.
- Gogina, M. 2010. Investigation of interrelations between sediment and near-bottom environmental parameters and macrozoobenthic distribution patterns for the Baltic Sea. A doctoral thesis at the Ernst Moritz Arndt University of Greifswald, Germany.
- Guisan, A., Edwards, T. C. Jr., Hastie, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*, 157: 89-100.
- Hastie, T., Tibshirani, R. 1987. Non- parametric logistic and proportional odds regression. *Applied statistics*, 36 (3): 260-276.
- Kolahi, M., Atri, M. 2014. The Effect of Ecological Factors on Vegetation in Hamedan Alvand Region (Iran). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 5(3): 489-496.

- Kostel-Hughes, F., Young, T.P., Wehr, J.D. 2005. Effects of leaf litter depth on the emergence and seedling growth of deciduous forest tree species in relation to size. *Torrey Botanical Society*, 132:50-61.
- Leonard, S.G., Miles, R.L., Burkhardt, J.W. 1984. Comparison of soil properties associated with basin wildrye and black greasewood in the Great Basin region.
- Leps, J., Smilauer, P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press. 269 pp.
- Mirdavoodi, H., Marvie Mohadjer, M., Davis, M., Zahedi Amiri, G., Etemad, V., Zandi Esfahan, E. 2015. Are disturbances altering the species composition of Iranian oak woodland? *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 6(1): 499-510.
- Palmer, M.W. 1993. Putting things in even better order: The advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology* 74: 2215- 2230.
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P. 2002. *Canoco, reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca.
- Vallentine, J.F. 2001. *Grazing Management*. Academic Press, USA.
- Wassie, A., Sterck, F.J., Teketay, D., Bongers, F. 2009. Effect of livestock exclusion on tree regeneration in church forests of Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 257: 765- 772.
- Yee, T.W., Mackensis, M. 2002. Vector generalized additive models in plant ecology. *Ecological Modelling* 157, 141e156.
- Yee, T.W., Mitchell, N.D. 1991. Generalized additive models in plant ecology. *Journal of Vegetation Science*, 2(5): 587-602.
- Zare, M., Zandi Esfahan, E., Ghorbani, A. 2019. Forage Quality of *Salsola yazdiana* and *S. tomentosa* in Different Growth Stages in Saline Desert of Yazd Province, *Journal of Rangeland Science*, 9 (2): 104-113.
- Zhang, J., Dong, Y. 2010. Factors affecting species diversity of plant communities and the restoration process in the loess area of china, *Ecological Engineering*, 36: 264-270.
- Zhang, X., Mengben, W., Bo, S., Yang, X. 2006. Quantitative classification and ordination of forest communities in Pangquangou Nationa Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 26(3): 754-761.