



دانشگاه گنبدکاووس

نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"

دوره هشتم، شماره هفدهم

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

علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر شکل زمین و ویژگی‌های خاک بر صفات رویشی گونه تنگرس (*Rhamnus pallasii* Fisch. & C. A. Mey.) در منطقه جنگلی کندیرق خلخال با

استفاده از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی

یونس رستمی کیا^{۱*}، محمد فتاحی^۲

^۱ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

^۲ استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۳۱

چکیده

تنگرس (*Rhamnus pallasii*) یکی از گونه‌های بارز ذخیره‌گاه جنگلی کندیرق خلخال است. این پژوهش به منظور بررسی ارتباط صفات رویشی شامل ارتفاع کل، قطر یقه، قطر تاج، تعداد جست و زادآوری این گونه با برخی از خصوصیات خاک و شاخص شکل زمین در جنگل کندیرق خلخال با استفاده از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی انجام شد. برای این منظور ۴۸ قطعه نمونه مربعی شکل و به مساحت ۴۰۰ مترمربع در داخل سه شکل مختلف زمین (یال، دامنه و دره) و چهار جهت جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) تعیین و مشخصه‌های کمی پایه‌های تنگرس اندازه‌گیری شد. همچنین در هر قطعه نمونه، یک نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه شد تا با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ارتباط عامل‌های خاک با پراکنش تنگرس مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان داد پراکنش این گونه از ارتفاع ۱۰۳۰ تا ۲۲۵۰ متر از سطح دریا متغیر است. بیشترین میانگین ارتفاع (۱/۷۴ متر)، قطر یقه (۵/۶۵ سانتی‌متر)، قطر تاج (۱/۷۵ متر)، میانگین تعداد جست (۱۳/۲۰) در فرم دامنه و تعداد زادآوری (۷/۴) اصله نهال در قطعه نمونه در فرم دره به دست آمده. نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) نشان داد در محدوده ارتفاعی ۱۰۳۰ تا ۲۲۵۰ متر از سطح دریا، بافت خاک به‌ویژه درصد شن و سیلت، درصد کربن آلی و درصد ازت شرایط مناسب‌تری را برای حضور و رشد رویشی این گونه در فرم‌های دره و دامنه در جهت‌های جنوبی منطقه مورد بررسی فراهم آورده است. نتایج این تحقیق می‌تواند در تشریح پایداری اکوسیستم و نیز اقدامات حفاظتی و احیایی از قبیل نهال‌کاری و اصلاح ساختار جنگل‌های تخریب‌شده در فرم‌های دامنه‌ای و دره‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

*نویسنده مسئول: younesrostamikia@gmail.com

واژه‌های کلیدی: تجزیه مؤلفه‌های اصلی، خلخال، تنگرس، شرایط رویشگاهی، عامل‌های خاک، فیزیوگرافی.

مقدمه

جنگل‌های ایران- تورانی به لحاظ وسعت، مسائل زیست‌محیطی، توسعه منابع آبی و حفاظت خاک از اهمیت خاصی برخوردار هستند. این جنگل‌ها در دهه‌های اخیر به دلیل مشکلات اجتماعی و عدم مدیریت جامع تا حد زیادی تخریب شده‌اند و توان بالقوه خود را از دست داده‌اند که این روند آینده این جنگل‌ها را به مخاطره می‌اندازد. بنابراین مطالعه و شناخت کافی از وضعیت این جنگل‌ها و پتانسیل‌های بالقوه و بالفعل آن‌ها جهت برنامه‌ریزی مناسب ضروری است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶). ترکیب و ساختار هر جامعه گیاهی تحت کنترل و تأثیر عوامل محیطی و رویشگاهی قرار دارد و در حقیقت این عوامل موجب استقرار انواع مختلف گونه‌های گیاهی در رویشگاه‌های مختلف می‌شوند. تغییر در عوامل محیطی مانند تغییرات اقلیمی، توپوگرافی و خاکی، پویایی پوشش گیاهی را در یک منطقه دچار تغییرات اساسی می‌کند. از آنجاکه بهترین نحوه مدیریت در عرصه‌های طبیعی و به‌ویژه مناطق جنگلی، برگرفته از قوانین و مکانیسم‌های طبیعی خود این مناطق است (مروی مهاجر، ۱۳۸۰). با بررسی وضعیت موجود و کسب اطلاعات دقیق از رویشگاه‌های مورد مطالعه و نیازهای رویشگاهی گونه‌های جنگلی حاضر، می‌توان شیوه مناسب مدیریتی بر اساس اصول توسعه پایدار را تعیین کرد (ثاقب طالبی، ۱۳۷۸).

جنگل‌های استان اردبیل در سه ناحیه رویشی خزری، ارسباران و ایرانو- تورانی گسترش یافته است که بیشترین مناطق جنگلی آن در ناحیه رویشی ایرانو- تورانی و در منطقه خلخال واقع شده است (رستمی کیا و ثاقب طالبی، ۱۳۹۰). از مهم‌ترین گونه‌های درختی و درختچه‌ای این منطقه می‌توان به ارس (*Juniperus excelsa* M. Beib.)، پسته وحشی (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *mutica*)، کیکم (*Acer monspessulanum* L.)، بادام کوهی (*Amygdalus lycioides* Spach.)، بادامک (*Amygdalus scoparia* Spach.)، شیرخشت (*Cotoneaster nummularia* F&M.)، پلاخور (*Lonicera iberica* M.B.)، سیاه‌تلو (*Paliurus spina-christii* Mill.)، زرشک (*Berberis integerrima* Bge.) و دغدغک (*Colutea persica*. Boiss) اشاره کرد (رستمی کیا و زبیری، ۱۳۹۱).

تنگرس از شاخص‌ترین درختچه‌های ناحیه رویشی ایرانو تورانی است و گسترش این گونه در جنگل‌های خشک پهن‌برگ، دامنه‌های صخره‌ای و شکاف سنگ‌ها و دیواره دره‌ها همراه با گونه‌های افدرا (*Ephedra distachya*)، شیرخشت (*Cotoneaster nummularioides*)، پسته وحشی (*Pistacia atlantica* sub sp. *Mutica*) و آویشن (*Thymus fedtschenkoi*) است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۲).

که توانایی رویش در خاک‌های فقیر و کم‌عمق با اسیدپته ۷/۲ تا ۸/۵۰ را دارد (Nazarian et al, 2004)

روان‌بخش و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان دادند رویشگاه تیپیک ارس- تنگرس با گونه‌های غالب *Juniperus excelsa* و *Rhamnus pallasii* و گونه غالب زیراشکوب *polycephalum Tanacetum* با خاک کم‌عمق و بیرون‌زدگی سنگی زیاد و با ماده آلی و ظرفیت رطوبتی اندک عمدتاً بر دامنه‌های جنوبی و در ارتفاع ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا رویش دارند.

بررسی خصوصیات خاکشناسی مؤثر بر پراکنش گونه زالزالک در جنگل‌های کرمانشاه با استفاده از آنالیز PCA (Principal Component Analysis) نشان داد این‌گونه فقط به اسیدپته خاک وابستگی نشان می‌دهد و در خاک‌هایی با اسیدپته کمی بالاتر از خنثی حضور دارند (خان‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج بررسی آتاکولوژی گونه کیکم (*Acer monspessulanum sub sp cinerascens*) در جنگل‌های فارس نشان داد که تعداد و تراکم درختان دانه‌زاد کیکم در ارتفاعات فوقانی بیشتر از ارتفاعات پایین است. نتایج حاصل از CCA (Canonical Correspondence Analysis) رسته‌بندی نشان داد، قطعات نمونه‌ای که با جهت مثبت محور اول و دوم همبستگی دارند در مناطق با درصد اشباع آب، هدایت الکتریکی، کربنات کلسیم و رس بیشتر و قطعات نمونه‌ای که با جهت منفی محور دوم همبستگی دارند در مناطق با درصد اشباع آب، هدایت الکتریکی و رس کمتر قرار دارند (پوربابایی و همکاران، ۱۳۹۳).

نادری و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی برخی عوامل مؤثر بر پراکنش گونه شن (*Lonicera nummulariaifolia*) را در جنگل‌های زاگرس بررسی کردند. نتایج آنالیزهای چندمتغیره نشان داد گونه‌شن با درصد مواد آلی، ازت کل، ارتفاع از سطح دریا و جنس سازند آسماری دارای رابطه مستقیم و با درصد آهک خاک، هدایت الکتریکی، درصد رس و سیلت رابطه عکس دارد.

با توجه این‌که درختچه‌ها در بوم‌سازگان جنگلی بدلیل مقاومت در برابر شرایط محیطی (سرمای زمستانه و خشکی تابستانه)، شوری و خشک‌سالی و بهبود ساختار توده‌های جنگلی تخریب‌یافته نقش مهمی دارد (پوربابایی و همکاران، ۱۳۹۳). از طرفی درختچه‌های تنگرس از مهم‌ترین گونه‌های جنگلی تأثیرگذار در ناحیه رویشی ایران- تورانی هستند که درزمنهٔ خصوصیات رویشگاهی و صفات رویشی آن‌ها اطلاعاتی زیادی در کشور وجود ندارد. این پژوهش باهدف بررسی رابطه بین صفات رویشی با عامل‌های خاکی و فیزیوگرافی با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی و ارائه راهکارهای مناسب به‌منظور اجرای برنامه‌های احیاء و توسعه جنگل‌های تخریب‌شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در ذخیره‌گاه جنگلی کندیرق در ۲۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان خلخال انجام شد. چهار فرم جنگل، درختچه‌زار، بوته‌زار و علفزار در منطقه قابل تفکیک است. موقعیت مکانی فیزیوگرافی و اقلیمی رویشگاه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. ارس (*Juniperus excelsa* M. Beib.)، پیسته‌وحشی (*Pistacia atlantica* Desf. subsp *mutica* F.& M.)، کیکم (*Acer monspessulanum* L.)، بادام‌کوهی (*Amygdalus lycioides* Spach.)، بادامک (*Amygdalus Lonicera scoparia* Spach.)، شیرخشت (*Cotoneaster nummularia* F&M.)، پلاخور (*Berberis integerrima* M.B.)، سیاه‌تلو (*Paliurus spina-christii* Mill) زرشک (*Bge.*) و دغدغک (*Colutea persica*. Boiss) از گونه‌های همراه تنگرس در منطقه جنگلی است.

جدول ۱ - مشخصات جغرافیایی، پستی و بلندی و آب و هوایی رویشگاه مورد مطالعه تنگرس در منطقه کندیرق خلخال

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	محدوده رویشی (متر از سطح دریا)	میانگین بارندگی سالیانه (میلی‌متر)	میانگین دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد)	اقلیم
۴۸° ۲۳' ۲۰"	۳۷° ۲۷' ۱۳"	۱۰۳۰ - ۲۲۵۰	۳۸۰/۶	۱۲/۵۰	نیمه‌خشک سرد

معرفی گونه تنگرس

تنگرس به شکل درختچه به ارتفاع ۲ تا ۴ متر با انشعابات بهم‌رفته، شاخه‌های خار مانند و سخت و برگ‌های باریک و کشیده با حاشیه‌ای دندان‌دار است (ثابتی، ۱۳۷۳) سطح برگ دارای تیپ روزنه‌ای آنموسیتیک که از یک نقطه خارج می‌شوند (مهدیانی و همکاران، ۱۳۹۴) گل‌ها کپه‌ای و میوه سته گوشتی سیاه‌رنگ واژ تخم‌مرغی به طول ۴ میلی‌متر که پس از خشک شدن به رنگ قهوه‌ای درمی‌آیند (ثابتی، ۱۳۷۳؛ مظفریان، ۱۳۸۳). این گونه در نقاط مختلف ایران اغلب در مناطق استپی و نیمه‌استپی سرد و خشک بین ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا رویش دارد (ثابتی، ۱۳۷۳؛ مرادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Taheri Abkenar et al., 2013).

روش تحقیق

پس از چنگل گردشی، رویشگاه‌های عمده تنگرس (*Rhamnus pallasii* Fisch. & C. A. Mey.) در منطقه، با توجه به شکل‌های مختلف زمین، جهت‌های جغرافیایی و پراکنش این گونه از ارتفاع ۱۰۳۰ تا ۲۲۵۰ متر از سطح دریا، تعیین شد. با توجه به تراکم جنگل، سطح قطعه‌نمونه طوری

در نظر گرفته شد که در هر قطعه نمونه، گونه موردنظر به صورت اجتماعی (دسته‌ای یا گروه کوچک) حضور داشته باشند، تعداد قطعه‌نمونه نیز با توجه به سه حالت فرم زمین (یال، دره و دامنه) و چهار جهت اصلی (شمالی، جنوبی، شرقی و غربی) تعیین شد. به‌این ترتیب، ۴۸ قطعه‌نمونه با مساحت ۴۰۰ مترمربع به شکل مربع و در محل حضور تنگرس تعیین و مشخصات عمومی آن‌ها شامل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا و گونه‌های همراه تنگرس در داخل قطعات نمونه برداشت شد. در هر قطعه‌نمونه عوامل کمی از قبیل تعداد، قطر، قطرترین جست، ارتفاع کل، قطر تاج، تعداد جست در هر جست گروه و تعداد زادآوری درختچه‌های تنگرس اندازه‌گیری ثبت شد. به منظور مقایسه خصوصیات خاک در فرم‌های مختلف زمین و ارتباط آن‌ها با خصوصیات رویشی تنگرس، ۴۸ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری (با توجه به عمق خاک و ری‌شه دوانی گونه موردنظر) تهیه شد و به آزمایشگاه انتقال یافت. نی‌تروژن کل خاک با روش کج‌دال، اسیدیته به روش پتانسیومتری با دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی با دستگاه Ec سنج، درصد کربن آلی از روش سرد والکی- بلاک، کربنات کلسیم با روش کلسیومتری و بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین شد (زرین کفش، ۱۳۷۱).

تجزیه تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها به وسیله آزمون لون انجام شد. سپس برای بررسی وجود ارتباط معنی‌دار مشخصه‌های رویشی و شاخص شکل زمین از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین آزمون تجزیه واریانس داده‌ها برای بررسی وجود و یا عدم وجود رابطه معنی‌دار بین مقادیر کمی شاخص شکل زمین و مشخصه‌های رویشی تنگرس استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح آماری پنج درصد انجام شد. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل آماری، مشخصه‌های توصیفی شکل زمین مانند دره، دامنه و یال با محاسبه شاخص شکل زمین به مشخصه‌های کمی تبدیل شدند (Sefidi et al., 2016). برای تعیین شاخص شکل زمین (Landform Index) در مرکز هر قطعه‌نمونه، شیب زمین در جهت‌های اصلی به وسیله شیب‌سنج سونتو قرائت شد و بعد با استفاده از رابطه یک شاخص شکل زمین محاسبه شد (Sefidi et al., 2016).

$$LI = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n \times 100} \quad \text{رابطه ۱}$$

LI: شاخص شکل زمین، SI: شیب خط افق و n: تعداد جهت‌های خوانده شده

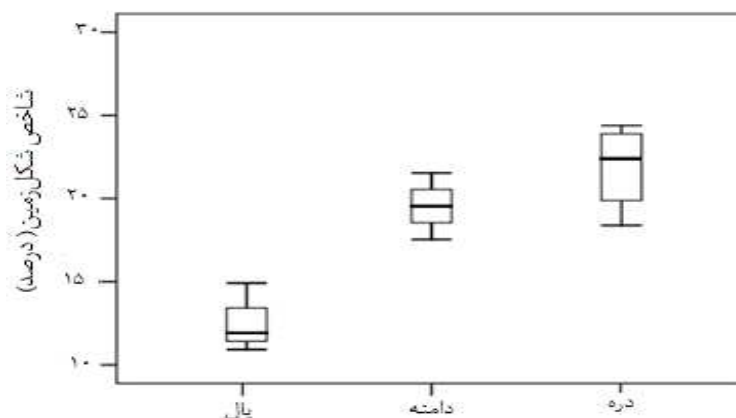
چنانچه مقدار عددی شاخص در یک شکل زمین بیشتر باشد، نشان از پرشیب بودن و نزدیکی شکل زمین به دامنه‌های پرشیب دارد درحالی که مقدار عددی شاخص در اشکال نسبتاً مسطح از زمین مقدار

عددی کمتری را نشان می‌دهد. درحقیقت این عدد معیاری کمی، از شکل زمین را نشان می‌دهد (Sefidi et al., 2016). برای تعیین ارتباط قطعات نمونه با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ابتدا روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیر (DCA) بر روی متغیرهای مورد بررسی گونه مورد نظر، انجام شد و به دلیل کمتر بودن طول تغییرات (۰/۸۸) و وجود ارتباط خطی کوتاه بین متغیرها، روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر روی ۹ متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک با نرم‌افزار PC-ORD انجام شد. ماتریس داده‌ها به منظور حذف اثر اریبی ناشی از متفاوت بودن مقادیر عددی شاخص‌های ارزیابی با استفاده از روش تبدیلی نسبی بر مبنای مقدار بیشینه استاندارد شد. در انتخاب مهم‌ترین مؤلفه‌ها از آماره عسای شکسته (Brocken stick) و درصد تبیین واریانس (Percentage of explained variance) استفاده شد.

نتایج

شاخص شکل زمین

نتایج محاسبه شاخص شکل زمین در قطعات نمونه برداری نشان داد میانگین این شاخص برای دره، دامنه و یال به ترتیب ۲۲/۴، ۱۹/۸ و ۱۱/۹ درصد بود. به عبارت دیگر شیب زمین در فرم یال در مقایسه با فرم‌های دیگر زمین کمتر است (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار جعبه‌ای میانگین شاخص شکل زمین (درصد) در اشکال مختلف زمین. خط مرکز در هر جعبه نشانگر میانگین شاخص در آن شکل زمین است

بررسی مشخصات رویشی تنگرس در ارتباط با فرم‌های زمین

نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین شاخص شکل‌زمین و مشخصه‌های رویشی تنگرس نشان داد مشخصه‌های ارتفاع کل در هر جست گروه ($r=0/715$) و تعداد جست ($r=0/802$) بیشترین و قطریقه ($r=0/216$) کمترین همبستگی را با شاخص شکل زمین نشان می‌دهند (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین شاخص شکل زمین و مشخصه‌های رویشی تنگرس

	فراوانی گونه (در قطعه نمونه)	ارتفاع (متر)	قطریقه (سانتی متر)	قطرتاج (متر)	تعداد جست (در هر جست گروه)	تعداد زادآوری (در قطعه نمونه)
r	0/588*	0/715**	0/216**	0/513	0/801**	0/452*
p	0/021	0/001	0/001	0/214	0/001	0/020

** معنی‌دار در سطح خطای یک درصد، * معنی‌دار در سطح خطای پنج درصد.

مشخصه‌های رویشی تنگرس در رابطه با شاخص‌های کمی شکل زمین

برای دستیابی به اثر شاخص‌های کمی شکل‌زمین بر مشخصه‌های رویشی، تجزیه واریانس داده‌ها انجام شد. نتایج نشان داد که اثر شاخص شکل‌زمین بر مشخصه تعداد جست در هر جست گروه در سطح یک درصد و مشخصه‌های ارتفاع، قطریقه، قطر تاج و تعداد زادآوری در سطح پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر شاخص شکل‌زمین بر مشخصه‌های رویشی تنگرس

میانگین مربعات						
شاخص	درجه آزادی	ارتفاع	قطریقه	قطرتاج	تعداد جست	تعداد زادآوری
	۲	۵/۱۴*	۸/۸۹*	۳/۰۵*	۱۵/۴۵**	۸/۶۷*
اشتباه آزمایشی	۲۱۳	۲/۱۸	۱۴/۰۹	۱/۳۳	۶/۲۵	۸/۱۰
کل	۲۱۱	-	-	-	-	-

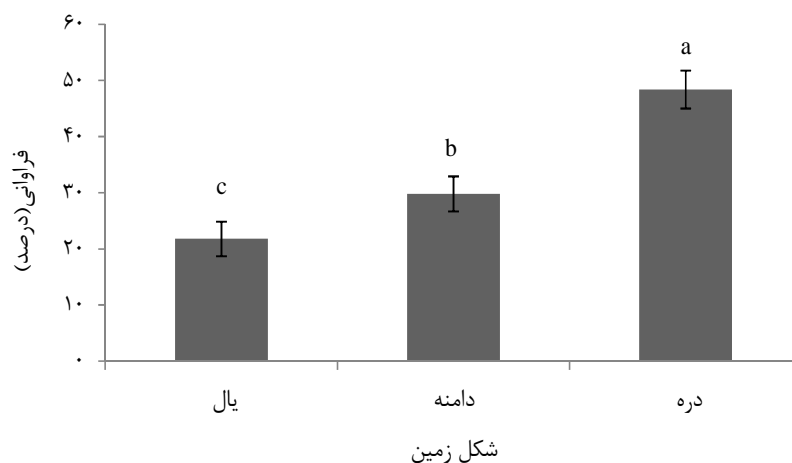
** معنی‌دار در سطح خطای یک درصد، * معنی‌دار در سطح خطای پنج درصد.

همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین درصد فراوانی درختچه‌های تنگرس از نظر مشخصه شکل زمین و جهت‌های جغرافیایی به ترتیب در فرم دره و جهت‌های جنوبی اندازه‌گیری شد (شکل‌های ۲ و ۳). مقایسه میانگین داده‌های مشخصه‌های کمی نشان داد بیشترین میانگین ارتفاع درختچه (۱/۷۴ متر)، قطر تاج (۱/۷۵ متر) و تعداد جست در هر جست‌گروه (۱۳/۲۰) و قطر یقه (۵/۶۵ سانتی‌متر) در فرم دامنه به دست آمده (جدول ۴).

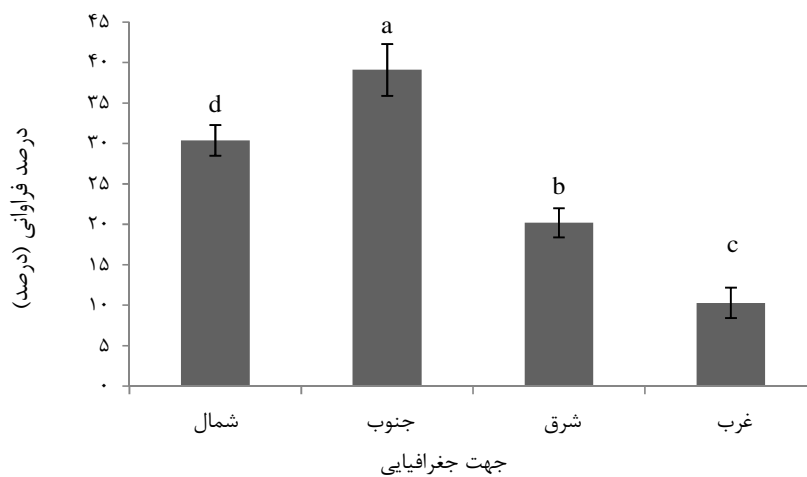
جدول ۴- مقایسه میانگین مشخصه‌های رویشی سیاه تنگرس در شکل‌های مختلف زمین

شاخص شکل زمین	ارتفاع (متر)	قطر یقه (سانتی‌متر)	قطر تاج (متر)	تعداد جست (در هر جست‌گروه)	تعداد زادآوری (در قطعه نمونه)
۲۲/۴	۱/۵۶±۰/۱۲b	۵/۲۰±۰/۶۵a	۱/۵۹±۰/۲۱b	۸/۰۹±۲/۳b	۷/۴۵±۰/۷۲a
۱۹/۸	۱/۷۴±۰/۱۵ a	۵/۶۵±۰/۸۹a	۱/۷۵±۰/۲۸a	۱۳/۲۰±۱/۴a	۶/۴۵±۰/۷۲a
۱۱/۹	۱/۴۱±۰/۲۵ c	۴/۸۰±۰/۶۶a	۱/۵۷±۰/۳۳b	۵/۱۴±۰/۹۸c	۵/۴۳±۰/۶۵b

میانگین‌های دارای حروف مختلف در ستون بیانگر تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد است. میانگین ± خطای معیار

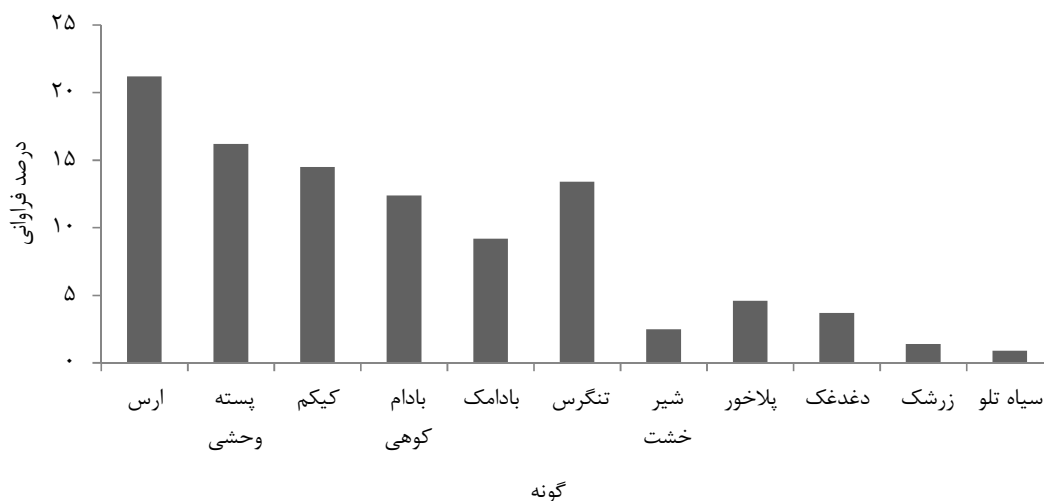


شکل ۲- درصد فراوانی تنگرس در شکل‌های مختلف زمین



شکل ۳- درصد فراوانی تنگرس در جهت‌های جغرافیایی مختلف زمین

بررسی درصد آمیختگی گونه‌های همراه تنگرس در قطعات نمونه نشان داد گونه ارس با فراوانی ۲۱/۲ درصد، پسته وحشی (۱۶/۲ درصد)، کیکم (۱۴/۵ درصد)، بادام کوهی (۱۲/۴ درصد)، تنگرس (۱۳/۴ درصد) و دغدغک (۳/۷ درصد) در قطعات نمونه حضور دارند (شکل ۵).



شکل ۴- درصد آمیختگی گونه‌ها در کل قطعات نمونه

بررسی وضعیت خاک در رویشگاه‌های تنگرس

تجزیه و تحلیل خصوصیات خاک نشان داد بافت خاک در رویشگاه‌های تنگرس لومی تا لومی-رسی است. در جدول ۵ مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه‌های این گونه در رویشگاه‌های مورد مطالعه برای فرم‌های مختلف زمین ارائه شده است. بیشترین مقدار اسیدیته خاک با هدایت الکتریکی با ۰/۳۳ دسی‌زیمنس بر متر، درصد ازت با ۰/۱۵ درصد و کربن آلی با ۱/۲۵ درصد در فرم دامنه اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

جدول ۵- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شکل‌های مختلف زمین

رویشگاه	درصد رس	درصد سیلت	درصد ماسه	بافت خاک	اسیدیته	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد ازت کل	درصد کربن آلی کل	درصد آهک کل
دره	۳۶/۶	۴۱/۵	۲۰/۹	لومی رسی	۷/۶	۲۱	۰/۲۱	۰/۱۱	۲/۱۰	۱۴/۳
دامنه	۲۶/۲	۴۸/۳	۲۵/۵	لومی رسی	۷/۴	۳۵	۰/۳۳	۰/۱۵	۲/۲۵	۱۶/۵
پال	۲۶/۷	۳۲/۳	۴۱	لومی	۸/۱	۲۴	۰/۳۱	۰/۰۹	۱/۱۴	۲۳/۱

برای تعیین ارتباط قطعات نمونه با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ابتدا روش آنالیز تطبیقی قوس گیر (DCA) بر روی متغیرهای موردبررسی گونه موردنظر، انجام شد و به دلیل کمتر بودن طول تغییرات (۰/۸۸) و وجود ارتباط خطی کوتاه بین متغیرها، روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر روی ۹ متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۶). براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بیشترین ضریب ارزش ویژه (Eigen value) با ۶/۲۷۹ و ۰/۹۴۵ و بیشترین درصد تجمعی واریانس با ۷۸/۴۸۲ و ۱۱/۸۱۱ درصد به ترتیب به محورهای اول و دوم اختصاص یافته است، به همین دلیل تجزیه و تحلیل اطلاعات و موقعیت قطعات نمونه و عامل‌های خاک نسبت به این دو محور سنجیده و مقایسه شد (جدول ۷).

جدول ۶- آنالیز تطبیقی قوس گیر (DCA) بر روی متغیرهای موردبررسی گونه

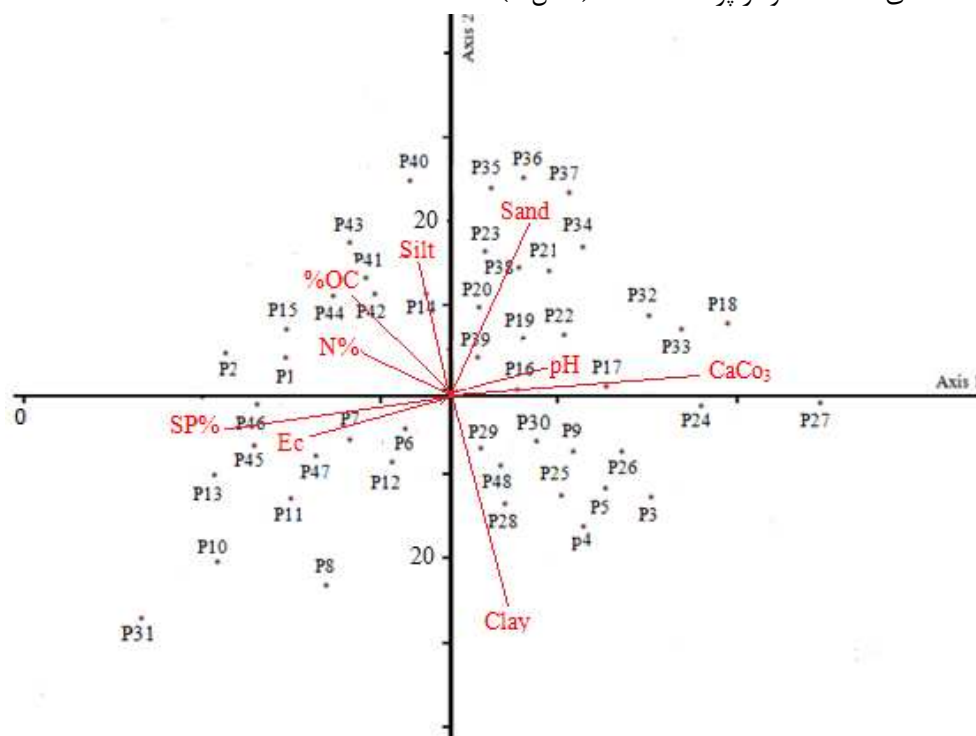
Kasiser- Guttman	معیار طول گرادیان		طول	
	Braak	Leps & Smilauer	گرادیان	داده
DCA یک محور	روش خطی	روش خطی	۰/۸۸	متغیرهای کمی

جدول ۷- مقدار ویژه و درصد واریانس محورها در آنالیز PCA

محور	ارزش تابع ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	شاخص بروکن - استیک
۱	۶/۲۷۹	۷۸/۴۸۲	۷۸/۴۸۲	۳/۴۱۱
۲	۰/۹۴۵	۱۱/۸۱۱	۹۰/۲۹۳	۱/۳۰۹
۳	۰/۶۸۱	۸/۵۱۵	۹۸/۸۰۸	۱/۲۲۳
۴	۰/۰۷۱	۰/۸۸۱	۹۹/۶۸۹	۰/۷۱۳
۵	۰/۰۱۴	۰/۱۷۴	۹۹/۸۶۳	۰/۵۲۳
۶	۰/۰۱۱	۰/۱۳۴	۹۹/۹۹۷	۰/۰۳۱۱
۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۱۰۰	۰/۰۲۸

شکل ۵ موقعیت قطعات نمونه موردبررسی عامل‌های خاک و ارتباط آن‌ها را با محور اول و دوم نشان می‌دهد. نتایج این آزمون نشان می‌دهد درصد شن، درصد کربنات کلسیم و اسیدیته با سمت مثبت

محور اول و دوم درصد اشباع، هدایت الکتریکی و درصد ازت با سمت منفی محور اول و دوم بیشترین همبستگی را دارند. بیشترین تأثیر منفی را درصد اشباع و بیشترین تأثیر مثبت را درصد کربنات-کلسیم با محور اول داشته‌اند همچنین درصد شن بیشترین تأثیر مثبت و درصد رس بیشترین تأثیر منفی را با محور دوم نشان می‌دهد (شکل ۵). قطعه‌نمونه‌های ۹، ۱۶، ۱۷، ۲۴، ۲۷، ۲۹ و ۳۰ رویشگاه‌های یال (به ترتیب در جهت‌های جنوبی و غربی) نزدیکی بیشتری به سمت مثبت محور اول دارند و با درصد آهک کل و اسیدیته همبستگی نشان می‌دهند. قطعه‌نمونه‌های ۷، ۲۰، ۲۶، ۱۶ و ۴۴ رویشگاه‌های دره‌ای (به ترتیب شمالی و شرقی) با سمت منفی محور اول بیشترین همبستگی را دارند و با مقدار درصد اشباع و هدایت الکتریکی ارتباط نشان می‌دهند. قطعات نمونه ۴۳، ۴۲، ۴۱، ۴۰، ۱۵، ۱۴ و ۴۴ رویشگاه‌های دامنه‌ای در سمت مثبت محور دوم قرار دارد و با مقدار درصد مواد آلی، ازت و سیلت همبستگی بیشتری نشان می‌دهند. قطعات نمونه ۱۰، ۱۳ و ۵۲ الگوی خاصی را نشان نمی‌دهند و در قسمت‌های مختلف نمودار پراکنده شده‌اند (شکل ۵).



شکل ۵- موقعیت و مقدار همبستگی قطعات نمونه با عناصر خاک نسبت به محورهای اول و دوم

بحث و نتیجه گیری

شکل زمین (یال، دامنه و دره) در گسترش و رشد درختان نقش مهمی دارد. در این پژوهش، گونه تنگرس اغلب به صورت انفرادی و یا در گروه‌های کوچک در فرم‌های مختلف زمین و جهات مختلف جغرافیایی پراکنش دارد ولی بیشترین فراوانی آن در فرم دره و دامنه و در جهت‌های جنوبی و شمالی مشاهده می‌شود که حاکی از مطلوب بودن شرایط محیطی برای رشد گونه تنگرس در این مناطق است و کاهش تعداد گونه در فرم یال‌ها در پژوهش حاضر شاید به این دلیل است که یال‌ها به طور معمول با دریافت نور و انرژی بیشتر، وزش شدید باد، بیرون زدگی‌های سنگی، زهکشی بیشتر و کم‌عمق بودن خاک، محیط نامساعدی را ایجاد می‌کند و این مناطق تقریباً خشک بوده و تغذیه آبی در آن‌ها ضعیف است. از طرفی حضور اندک این گونه در فرم یال در مناطق مورد مطالعه، نشان‌دهنده آن است که علی‌رغم اینکه این گونه قابلیت رقابت با سایر گونه‌ها را در مناطق دره‌ای و دامنه‌ای دارد در عین حال یک گونه کم‌نیاز و کم‌توقع به شرایط محیطی است، به طوری که قابلیت استقرار و رویش در شرایط نامساعد محیطی (یال‌ها) دارد؛ اما به دلیل کم بودن عمق خاک و دریافت نور و فضای کافی در شکل یال، دارای رشد ارتفاعی و قطری اندکی است. در این زمینه روان‌بخش و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که رویشگاه تیپیک ارس- تنگرس با گونه‌های غالب *Juniperus excelsa* و *Rhamnus pallasii* و گونه غالب زیراشکوب *polycephalum Tanacetum* با خاک کم‌عمق و بیرون‌زدگی سنگی زیاد و با ماده آلی و ظرفیت رطوبتی اندک عمدتاً بر دامنه‌های جنوبی و در ارتفاع ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریای رویش دارند. تنگرس یکی از مهم‌ترین درختچه‌های همراه در تیپ‌های جنگلی ارس- افرا - بنه، سیاه‌تلو- بنه و بنه - بادام است که بر روی دامنه‌هایی با خاک فقیر کم‌عمق رویش دارند (رستمی کیا و زبیری، ۱۳۹۱). طاهری آبکنار و همکاران (Taheri et al., 2013) نیز نشان دادند تنگرس از مهم‌ترین گونه همراه پسته‌وحشی (*Pistacia atlantica* Desf. subsp *mutica* F.& M.) در پارک ملی خجیر محسوب می‌شود. به طوری که ۱۳ درصد از کل گونه‌های منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند که بین ۱۵۰۰ تا ۱۶۵۰ متر از سطح دریا همراه با این گونه رویش دارند.

نتایج آزمون همبستگی بین شاخص شکل زمین و مشخصه‌های رویشی تنگرس نشان داد همه مشخصه‌های اندازه‌گیری شده به جزء قطر تاج، ارتباط معنی‌داری با فرم‌های زمین نشان دادند. در این زمینه می‌توان اظهار داشت ساختار جنگل مورد مطالعه در طی دهه‌ها بهره‌برداری مستمر، از فرم رویشی دانه‌زاد به فرم رویشی شاخه‌زاد درآمده است. در این شرایط به دلیل رشد تعداد زیاد جست‌ها و ایجاد تاج کشیده و بی‌ضی شکل ارتباطی بین قطر تاج این گونه با شاخص شکل زمین وجود ندارد.

جهت جغرافیایی نیز از عامل‌های مهم در استقرار گونه‌های گیاهی است بطوریکه بر مقدار آب در دسترس گیاه، درجه حرارت خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه تأثیر می‌گذارد (Badano et al., 2005). در تحقیق حاضر، بیشترین مشخصه‌های رویشی شامل تعداد درختچه، قطریقه قطورترین ج‌س‌ت، قطر تاج و تعداد ج‌س‌ت در هر ج‌س‌ت گروه در دامنه‌های جنوبی اندازه‌گیری شد. این مطلب نشان‌دهنده نورپسند بودن این‌گونه است. در این زمینه ریچاردسون و همکاران (Richardson et al., 2000) اظهار می‌کنند اغلب گونه‌های جنس *Rhamnus* سرشت نورپسندی دارند که هم در رویشگاه‌های باز (نقاط خالی جنگل) و هم در داخل جنگل قابلیت رویش دارد. نتایج نشان داد مشخصه‌های کمی این‌گونه شامل ارتفاع قطر تاج و تعداد ج‌س‌ت در هر ج‌س‌ت گروه و قطریقه در فرم دامنه بیشتر است. در این زمینه شاید بتوان ادعا نمود درختان واقع شده در دامنه به دلیل حاصلخیزتر بودن خاک، تغذیه آبی بهتر و رقابت نوری دارای ارتفاع هستند و درختان مستقر در یال‌ها به دلیل کم‌عمق بودن خاک و دریافت نور کافی رقابتی نداشته و دارای ارتفاع و قطر تاج کم هستند.

ارتفاع از سطح دریا نیز یکی دیگر از عوامل مهم در گسترش یا عدم گسترش گونه‌های گیاهی است. با افزایش یا کاهش ارتفاع، شرایط رویشگاهی به‌ویژه از نظر اقلیمی تغییر می‌کند و گیاهان با توجه به نیاز اکولوژیک خود در یک محدوده ارتفاعی مستقر می‌شوند (Taheri Abkenar et al., 2013). در پژوهش حاضر با افزایش ارتفاع از ۱۰۳۰ تا ۲۲۵۰ متر از سطح دریا مشخصه‌های کمی از قبیل تعداد، ارتفاع کل، قطریقه و قطر تاج تنگرس کاهش معنی‌داری نشان داد. در این مورد می‌توان اظهار داشت به دلیل تغییرات اکولوژیکی مانند کاهش فشار هوا، افزایش اشعه فرابنفش، کاهش درجه حرارت، تغییر نوع و میزان بارش به کاهش زادآوری و درنتیجه کاهش تعداد درختان منتهی می‌شود و به دلیل عدم رقابت نوری سطح تاج پوشش درختان کاهش می‌یابد (مروی مهاجر، ۱۳۸۰).

نتایج نشان داد تجدید حیات طبیعی جنسی درختچه‌های تنگرس در مناطق مورد بررسی ناچیز است و تعداد زادآوری غیرجنسی به دلیل قدرت تولید پاجوش و ج‌س‌ت‌دهی زیاد این‌گونه در جاهایی مانند ارتفاعات پایین دامنه‌ها، دره‌ها و نقاطی که خاک عمیق‌تری دارند، مشاهده می‌شود. دلیل این اختلاف را می‌توان در وجود رطوبت، تاج پوشش بسته و نیمه بسته و تأثیر اندک نور خورشید و زیاد بودن عمق خاک در دره و سایه‌پسند بودن نونهال‌های آن بیان کرد.

یکی از عوامل محیطی مهم در استقرار گونه، نوع خاک است که یکسری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارد، با توجه به تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره PCA می‌توان اظهار کرد بین خصوصیات کمی تنگرس، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل توپوگرافی در رویشگاه مورد مطالعه، ارتباط ویژه‌ای وجود دارد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد حضور گونه مورد بررسی با درصد شن و سیلت خاک همبستگی مثبت دارد. افزایش درصد شن سبب افزایش تخلخل خاک می‌شود و نفوذپذیری زیاد و

پایداری خاک‌های شنی امکان نفوذ رطوبت به اعماق خاک را فراهم می‌کند و آب قابل‌دسترس را به راحتی و به مقدار مناسب در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. به این ترتیب بستر مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش تعداد و تنوع فعالیت درنتیجه نقش بیوشیمیایی مواد آلی در خاک ایجاد می‌شود. بنابراین می‌توان اذعان داشت که دامنه پراکنش گونه تنگرس در منطقه، در خاک‌های با بافت شنی و لومی با تخلخل بالا و همچنین خاک‌های غنی از مواد آلی است.

نتایج این تحقیق نشان داد که پراکنش گونه تنگرس با درصد مواد آلی و ازت کل دارای رابطه مستقیم و با درصد رس و درصد اشباع خاک و هدایت الکتریکی رابطه عکس دارد. بنابراین می‌توان گفت که حضور گونه تنگرس با افزایش درصد ماده آلی و ازت کل که از جمله شاخص‌های کیفی خاک است دارای رابطه مثبت است و این بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن را به همراه دارد. به عبارت دیگر افزایش ماده آلی خاک به سبب ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی که این مواد دارند عامل غنی شدن خاک از لحاظ عناصر غذایی است (Davies et al., 2007). برخی محققین ادعا می‌کنند با وجود مواد آلی، ساختمان خاک بهبود یافته و ظرفیت نگهداری آب در محیط خاک افزایش می‌یابد. اثر فیزیکی مواد آلی در خاک در افزایش کلئیدهای آلی و ظرفیت نگهداری آب و به طور کلی بهبود شرایط فیزیکی خاک است (خان حسنی و همکاران، ۱۳۹۲). نقش بیوشیمیایی مواد آلی در خاک در ایجاد بستر مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و افزایش تعداد و تنوع فعالیت آن‌ها، افزایش عناصر غذایی و ترکیبات آلی در خاک است که باعث افزایش ظرفیت جذب و نگهداری عناصر غذایی را در خاک می‌شود (نادری و همکاران، ۱۳۹۶).

در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد بافت خاک به‌ویژه درصد شن و سیلت، درصد کربن آلی و درصد ازت شرایط مناسب‌تری را برای حضور و رشد رویشی این گونه در فرم‌های دره و دامنه‌های جنوبی منطقه مورد بررسی فراهم آورده است. نتایج این تحقیق می‌تواند در تشریح پایداری اکوسیستم، اقدامات حفاظتی و بازسازی جنگل از قبیل نهال‌کاری و اصلاح ساختار جنگل‌های تخریب‌شده در منطقه مورد مطالعه استفاده شود.

منابع

پوربابایی، ح.، بابائیان، م.، بنیاد، ا.، عادل، م.ن. ۱۳۹۳. بررسی آتاکولوژی گونه کیکم (*Acer monspessulanum subsp. Cinerascens*) در جنگل‌های استان فارس، مجله پژوهش‌های گیاهی،

۲۷ (۳): ۳۷۶-۳۸۵.

ثابتی، ح. ۱۳۷۳. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، دانشگاه یزد، ۸۱۵ صفحه.

- ثاقب طالبی، خ. ۱۳۷۸. نیاز رویشگاهی و نحوه زیست گونه افرا پلت (*Acer velutinum* Boiss.) در جنگل خیرودکنار نوشهر، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲(۱): ۷۹-۱۵۰.
- رستمی کیا، ی.، ثاقب طالبی، خ. ۱۳۹۰. ویژگی‌های کمی و کیفی اوری و لور در فرم‌های مختلف زمین در ذخیره گاه جنگلی اندبیل خلخال، مجله علوم جنگل ایران، ۳(۴): ۳۴۱-۳۵۳.
- رستمی کیا، ی.، زبیری، م. ۱۳۹۱. بررسی ساختار توده‌های ارس (*Juniperus excelsa* Beib.) در جنگل کندبیرق خلخال، نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۹(۴): ۱۵۱-۱۶۲.
- روان‌بخش، ه.، مروی مهاجر، م.ر.، اسدی، م.، زبیری، م.، اعتماد، و. ۱۳۹۱. طبقه‌بندی پوشش گیاهی جنگل‌های ارس (*Juniperus excelsa* Beib.) و تجزیه و تحلیل آن در ارتباط با متغیرهای محیطی (مطالعه موردی: بخشی از کوهستان البرز)، نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۶(۳): ۱۲-۲۷.
- زرین‌کفش، م. ۱۳۷۱. خاکشناسی کاربردی، ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه‌ای کمی خاک، آب، گیاه، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۹۵۵.۳۴۲ صفحه.
- عزیزی، ز.، صادقی، ح.، حاجی‌میرزایی، ا. ۱۳۹۶. تعیین گسترش‌گاه تیپ‌های درختی و درختچه‌ای ناحیه رویشی ایران- تورانی. اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۱(۲۵): ۸-۱.
- خان‌حسینی، م.، خداکرمی، ی.، ثاقب طالبی، خ.، هوشمند، ص. ۱۳۹۲. بررسی خصوصیات خاک‌شناسی مؤثر بر پراکن زالزالک (*Crataegus pontica*) در جنگل‌های استان کرمانشاه، نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۰(۳): ۱۵۳-۱۶۶.
- نادری، م.، میرزایی، ج.، مصلح آرانی، ا.، حیدری، م.، جعفرزاده، ع.ا. ۱۳۹۶. بررسی برخی عوامل مؤثر بر پراکنش گونه شن (*Lonicera nummulariaefolia*) در جنگل‌های زاگرس، بوم‌شناسی کاربردی، ۶(۴): ۱-۱۴.
- مرادی، ا. ی.، عصری، ی.، صبح زاهدی، ش. ۱۳۹۲. معرفی فلور، شکل زیستی، عناصر رویشی و زیستگاه گیاهان اطراف سد سپیدرود، تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۱۵(۱۵): ۹۵-۱۱۳.
- مروی مهاجر، م. ر. ۱۳۸۰. جنگلشناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۴۸۳ صفحه.
- مظفریان، و. ۱۳۸۳. درختان و درختچه‌های ایران، انتشارات فرهنگ معاصر، چاپ اول، ۱۱۲۰ صفحه.
- مهدیانی، س.، ع. ستاریان، ع.، حبیبی، و.، امینی، و. ۱۳۹۴. مطالعه تشریحی دو گونه تنگرس Fisch. & C. A. *Rhamnus cathartica* L. و *Rhamnus pallasii* Mey از تیره عنابیان در شمال ایران، یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۲: ۲۷۲-۲۸۵.
- Badano, E.I., Carvieses, L.A., Molinga- Montenegro, M.A., Quiroz, C.L. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean natural of central Chile. *Journal of Arid Environments*, 62 (1): 93-108.
- Davies, K. W., Bates, J. D., Miller. R.F. 2007. Environmental and vegetation relationships of the *Artemisia tridentata* spp. *wyomingensis* alliance. *Journal of Arid Environments*, 70(3): 478-494.
- Nazarian, H., Ghahreman, A., Atri, A., Assadi, M. 2004. Ecological factors affecting parts of vegetation in north Iran (Elika and Duna Watersheds) by

- employing eco-phytosociological method. Pakistan Journal of Botany, 36: 41-64.
- Richardson, J.E., Fay, M.F., Cronk, Q.C.B., Chase, M.W. 2000. A revision of the tribal classification of Rhamnaceae. Kew Bull, 55: 311–340.
- Sefidi, K., Sharari, M., Esfandiary Darabad, F., and Azarian, M. 2016. The role of physiography characteristics of forest site on distribution of coarse woody debris and tree species in a mixed beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests, northern Iran. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 4 (23): 65-86.
- Taheri Abkenar, K., Salehi, A., Bagheri, J., Ravanbakhsh, R. 2013. Some Ecological Properties of *Pistacia atlantica* Desf. In Khojir National Park of Iran. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 39(19): 451-420.