

## Research Article

# The influence of some physiographic factors on quantitative characteristics of Greek juniper (*Juniperus excelsa* M.Beib.) in Doostak Natural Reserve, northwestern Iran

Farnaz Lorestani <sup>1</sup>, Elias Ramezani Kakroudi <sup>2\*</sup>, Abbas Banj Shafiei <sup>3</sup>, Ahmad Alijanpour <sup>3</sup> and Hadi Beygi Heidarlou <sup>4</sup>

1- Ph.D. student of Forestry, Forestry Department, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

2\*- Corresponding author, Associate Prof., Forestry Department, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

E-mail: [e.ramezani@urmia.ac.ir](mailto:e.ramezani@urmia.ac.ir)

3- Prof., Forestry Department, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

4- Assistant Prof., Forestry Department, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 23.09.2024

Revised: 18.12.2024

Accepted: 02.01.2025

## Abstract

**Background and objectives:** Greek juniper (*Juniperus excelsa* M.Beib.), one of the few coniferous species in Iran, is distributed across many mountainous regions and provides essential ecosystem services, including carbon sequestration, soil erosion control, and aesthetic value. However, inadequate appreciation and overexploitation in recent decades have led to the degradation or loss of many valuable Greek juniper sites. This study aims to evaluate the quantitative characteristics of Greek juniper stands in the Doostak Natural Reserve, West Azerbaijan province (northwestern Iran).

**Methodology:** The Doostak Natural Reserve, located 35 km south of Urmia city, spans approximately 200 hectares. The stand mainly occupies northern and western slopes at elevations between 1575 and 2157 m above sea level, with an average slope of 50%. The Prodan multiple-tree sampling method was used to assess density and distribution, with 54 sample plots selected across different elevation, slope, and aspect classes. Within each plot, quantitative tree variables such as diameter at breast height (DBH), height, crown perpendicular diameters, and regeneration were measured. Regeneration was assessed in 100 m<sup>2</sup> subplots at plot centers. Data normality was tested using the Kolmogorov-Smirnov test, and variable differences were analyzed via ANOVA, Duncan, and independent t-tests.

**Results:** Greek juniper accounted for more than 85% of trees and shrubs in the study area. Associated species included *Prunus* spp., *Pistacia atlantica* Desf., *Acer monspessulanum* L., *Lonicera* spp., and *Cotoneaster* spp. The maximum recorded height, DBH, and crown area of Greek juniper trees were 8.6 m, 53 cm, and 52 m<sup>2</sup>, respectively. Elevation significantly affected juniper DBH, and mean tree height varied significantly with geographic aspect. More than 66% of junipers originated via coppicing, which was more frequent at lower elevations due to repeated local cutting combined with junipers' high coppicing ability. North-facing slopes, with greater moisture and better-developed soils, provided superior conditions for juniper establishment and growth. The number of standard trees increased with elevation and slope steepness.

**Conclusion:** Comparison with other studies suggests that physiographic factors influence juniper quantitative traits differently across regions, likely due to interactions with human activity, climate, and geographic position.

**Keywords:** Greek juniper, K-tree sampling method, northern Zagros, physiography.



## تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی بر ویژگی‌های کمی ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) در ذخیره‌گاه طبیعی دوستک، شمال غرب ایران

فرناز لرستانی<sup>۱</sup>، الیاس رضانی کاکرودی<sup>۲\*</sup>، عباس بانج شفیعی<sup>۳</sup>، احمد علیجانپور<sup>۳</sup> و هادی بیگی حیدرلو<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. پست الکترونیک: [e.ramezani@urmia.ac.ir](mailto:e.ramezani@urmia.ac.ir)

۳- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۴- استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۳

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲

### چکیده

سابقه و هدف: ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) از محدود گونه‌های سوزنی‌برگ ایران است که در بسیاری از مناطق کوهستانی کشور رویش دارد و خدمات بوم‌سازگانی متنوعی مانند ترسیب کربن، جلوگیری از فرسایش خاک و ارزش زیبایی‌شناختی ارائه می‌دهد. شناخت ناکافی و بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی در چند دهه گذشته سبب تخریب رویشگاه‌های طبیعی آن شده است. این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های کمی توده‌های ارس در ذخیره‌گاه طبیعی دوستک در استان آذربایجان غربی انجام شد. مواد و روش‌ها: ذخیره‌گاه طبیعی دوستک با مساحت حدود ۲۰۰ هکتار در ۳۵ کیلومتری جنوب شهر ارومیه در استان آذربایجان غربی واقع شده است. این منطقه با ارتفاعی بین ۱۵۷۵ تا ۲۱۵۷ متر از سطح دریا و شیب متوسط ۵۰ درصد، اغلب در دامنه‌های شمالی و غربی قرار دارد. برای بررسی تراکم و پراکنش درختان ارس از روش آماری درختی پرودان با برداشت ۵۴ قطعه‌نمونه در طبقه‌های مختلف ارتفاعی، شیب و جهت جغرافیایی استفاده شد. در هر قطعه‌نمونه، متغیرهای کمی درختان شامل قطر برابر سینه، ارتفاع، قطر کوچک و بزرگ تاج و نیز زادآوری درختان اندازه‌گیری شد. زادآوری ارس در قطعه‌های ۱۰۰ متر مربعی در مرکز هر قطعه اصلی بررسی شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-سمیرنوف و تفاوت متغیرها با آزمون‌های ANOVA، دانکن و t مستقل بررسی شد.

نتایج: ارس، بیشتر از ۸۵ درصد از درختان و درختچه‌های اندازه‌گیری‌شده در منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌داد. آرایه‌های گیاهی چوبی بادام (*Prunus* spp.)، بنه (*Pistacia atlantica* Desf.)، کیکم (*Acer monspessulanum* L.)، پلاخور (*Lonicera* spp.) و شیرخشت (*Cotoneaster* spp.) گونه‌های همراه بودند. بیشینه ارتفاع، قطر برابر سینه و مساحت تاج درختان ارس به ترتیب ۸/۶ متر، ۵۳ سانتی‌متر و ۵۲ متر مربع به‌دست آمد. اختلاف معنی‌داری از نظر میانگین قطر برابر سینه درختان ارس بین طبقه‌های ارتفاع از سطح دریا مشاهده شد. همچنین، مقایسه میانگین ارتفاع درختان بین جهت‌های مختلف جغرافیایی، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشتر از ۶۶ درصد درختان ارس، منشأ شاخه‌زاد داشتند. این پدیده ناشی از قطع مکرر درختان توسط ساکنان محلی و قابلیت جست‌دهی به‌نسبت زیاد در ارس (برخلاف اغلب سوزنی‌برگان) است. جهت شمالی به‌دلیل رطوبت بیشتر و خاک تکامل‌یافته‌تر، شرایط رویشگاهی بهتری را برای استقرار و توسعه ارس فراهم کرده است. در طبقه‌های ارتفاعی بالاتر و شیب بیشتر به فراوانی پایه‌های دانه‌زاد ارس افزوده شد.

نتیجه‌گیری کلی: مقایسه یافته‌های این پژوهش با نتایج پژوهش‌های مشابه نشان می‌دهد که یک عامل فیزیوگرافیک مشخص می‌تواند در مناطق مختلف، اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های کمی درختان ارس داشته باشد. این تفاوت به‌احتمال زیاد ناشی از برهم‌کنش این عامل با عوامل دیگر فیزیوگرافیکی و یا متغیرهایی مانند دخالت انسان، شرایط اقلیمی و تفاوت‌های جغرافیایی است.

## مقدمه

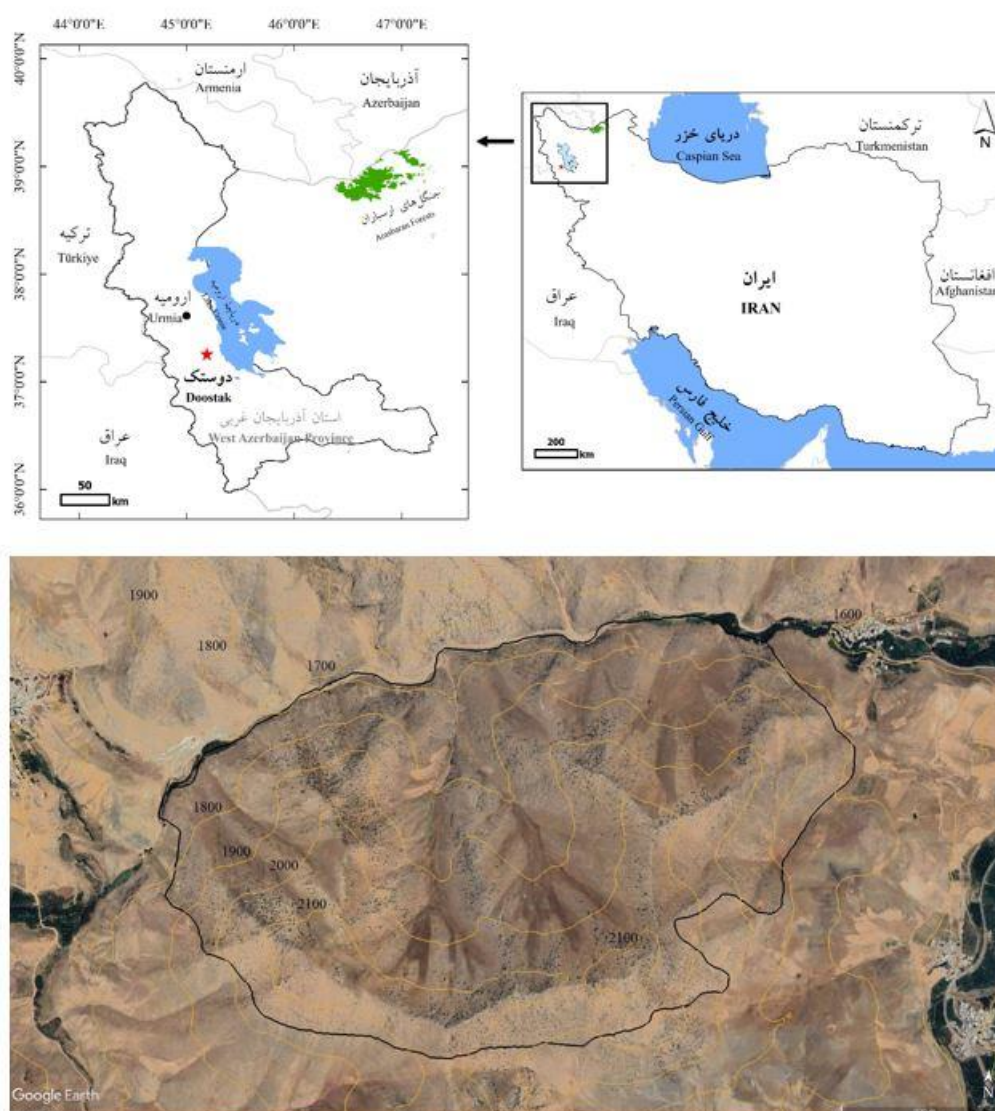
در نواحی کوهستانی، پراکنش گونه‌های درختی بیشتر تحت تأثیر توپوگرافی قرار دارد. شناخت رابطه بین عوامل فیزیوگرافی و پوشش جنگلی در این مناطق می‌تواند در دستیابی به اهداف مدیریت پایدار جنگل‌ها، بسیار سودمند باشد (Hosseinzadeh *et al.*, 2016). یکی از درختان با پراکنش وسیع در نواحی مرتفع ایران، ارس (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) است. به‌طوری‌که این گونه در ایران، پس از بنه، بیشترین سطح پراکنش را در بین گونه‌های درختی به‌خود اختصاص داده است (Ali Ahmad Koruri & Khoshnevis, 2000). ارس از معدود سوزنی‌برگان بومی ایران است و به‌عنوان نماد جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک کوهستانی و شرایط زیستی دشوار شناخته می‌شود (Kartoolinejad *et al.*, 2024). ارس‌ها، درختچه‌ها یا درختانی نورپسند، دیرزی و اغلب دوپایه هستند (Djazurehi, 2001). آن‌ها در غرب آسیا از آناتولی در ترکیه تا ایران، قفقاز، عراق، سوریه، لبنان و شبه‌جزیره عربستان پراکنش دارند (Browicz & Zieliński, 1982). این درختان از جنبه‌های مختلف صنعتی، حفاظتی و حمایتی، بسیار باارزش هستند (Ali Ahmad Koruri *et al.*, 2011). امروزه نقش ارس‌ها در حفاظت خاک از فرسایش در مناطق مرتفع کوهستانی به‌خوبی آشکار شده است (Pierson *et al.*, 2007). به‌دلیل دیرزیستی بسیار زیاد برخی از گونه‌های این جنس از دایره‌های سالانه آن‌ها برای بازسازی متغیرهای اقلیمی مانند دما و بارش استفاده می‌شود (Alipoorfarid *et al.*, 2023; Fallah *et al.*, 2023). با توجه به نقش‌های بوم‌شناختی و زیست‌محیطی مهم این درختان و نیز لزوم برنامه ریزی برای توسعه جنگل‌های ارس و یا حداقل حفظ وضعیت موجود، آگاهی از شرایط رویشگاهی حاکم بر رویشگاه‌های این درختان و وضعیت کمی و کیفی آن‌ها ضروری است. ارزیابی رویش توده‌های ارس (*J. excelsa*) در ترکیه نشان داد که پراکنش قطری این گونه در سن جوانی دارای

چولگی به راست و در سنین پیری به‌صورت متقارن است (Carus, 2004). بررسی ویژگی‌های رویشگاهی درختان ارس در استان قزوین حاکی از وجود رابطه معنی‌دار بین مشخصه‌های رویشی و زادآوری ارس با عوامل توپوگرافی و خاکي رویشگاه بود (Pourmajidian & Moradi, 2009). ارزیابی وضعیت کمی و کیفی توده‌های ارس در دامنه‌های کپه داغ خراسان نشان داد که این توده‌ها با شدت تخریب زیاد، تنک‌تر از رویشگاه‌های دیگر ارس در ایران بودند (Momeni Moghaddam *et al.*, 2012). بررسی ساختار توده‌های ارس در منطقه کندیرق خلخال با استفاده از روش آماربرداری صددرصد حاکی از ساختار آمیخته و ناهمسال و نیز تاج‌پوشش باز توده‌های مورد مطالعه بود (Rostamikia & Zobeiry, 2013). در بررسی ویژگی‌های ساختاری ارس در جنگل‌های کوهستانی در دامنه جنوبی البرز گزارش شد که الگوی مکانی و چیدمان این درختان در کنار یکدیگر یکنواخت و از نظر ترکیب گونه‌ای، خالص هستند (Sadeghi *et al.*, 2016). ارزیابی اثرات ویژگی‌های فیزیوگرافی بر ارس نشان داد که ارتباط تنگاتنگی بین خصوصیات کمی ارس مانند تعداد در هکتار و سطح مقطع آن با عوامل توپوگرافی وجود دارد (Sedighi *et al.*, 2020).

در بیشتر پژوهش‌های بوم‌شناسی انجام‌شده بر روی ارس در کشور از روش‌های نمونه‌برداری با مساحت ثابت قطعه‌نمونه (Ali Ahmad Koruri & Khoshnevis, 2000; Maghsoudlou Nezhad *et al.*, 2013; Mohammadi *et al.*, 2016)، مونه‌بندی (Pourmajidian & Moradi, 2009; Ravanbakhsh *et al.*, 2010; Momeni Moghaddam *et al.*, 2012; Ramin *et al.*, 2012) یا آماربرداری صددرصد (Ali Mahmoodi Sarab *et al.*, 2014) استفاده شده است، اما در پژوهش‌های Sadeghi و همکاران (۲۰۱۶) و Alizadeh (۲۰۱۷) به ترتیب از شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه برای بررسی تراکم درختان ارس در دامنه جنوبی البرز و از روش شش‌درختی برای بررسی ویژگی‌های رویشگاهی

پیش‌رو با هدف بررسی برخی از ویژگی‌های کمی توده‌های طبیعی ارس (*J. excelsa*) و ارتباط انتشار آن با ویژگی‌های فیزیوگرافی کلان شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی در ذخیره‌گاه دوستک اشنویه در استان آذربایجان غربی و به‌روش نمونه‌برداری چنددرختی پرودان انجام شد.

ارس در استان آذربایجان غربی استفاده شد. بررسی منابع نشان می‌دهد که به‌جز این دو پژوهش، روش نمونه‌برداری چنددرختی در رویشگاه‌های دیگر کشور به‌کار نرفته است. همچنین، اطلاعات اندکی درباره شرایط رویشگاهی ارس در شمال غرب ایران در مقایسه با رویشگاه‌های دیگر این گونه، ضرورت اجرای چنین پژوهشی را توجیه می‌کند. پژوهش



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی (بالا) و نقشه توپوگرافی (پایین) منطقه مورد بررسی (ذخیره‌گاه طبیعی دوستک)

Figure 1. Geographical position (top) and topographic map (bottom) of the study area (Doostak Natural Reserve)

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در این پژوهش، ذخیره‌گاه ارس دوستک در زاگرس شمالی است که در محدوده دره شهدا با مختصات جغرافیایی  $37^{\circ} 14' 27''$  تا  $37^{\circ} 15' 30''$  عرض شمالی و  $45^{\circ} 4' 52''$  تا  $45^{\circ} 6' 54''$  طول شرقی در ۳۵ کیلومتری جنوب شهر ارومیه در استان آذربایجان غربی قرار دارد (شکل ۱). این ذخیره‌گاه با مساحت تقریبی ۲۰۰ هکتار و میانگین شیب ۵۰ درصد در دامنه ارتفاعی ۱۵۷۵ تا ۲۱۵۷ متر از سطح دریا واقع شده است که بخش عمده آن در جهت‌های جغرافیایی شمالی و غربی امتداد یافته است. آب و هوای منطقه مورد بررسی براساس کلیموگرام آمبرژه، نیمه خشک سرد با زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل است. متوسط بارش سالانه حدود ۳۵۰ میلی‌متر برآورد شده است که بخش عمده آن از فصل پاییز تا اواسط بهار رخ می‌دهد (Hadadi et al, 2024).

### روش پژوهش

#### نمونه‌برداری

در پژوهش پیش‌رو از روش آماربرداری چنددرختی (قطعه‌نمونه‌ها با مساحت متغیر) (Prodan, 1968) استفاده شد. در این روش بین دو تا ۱۲ درخت نزدیک به مرکز قطعه‌نمونه انتخاب و فاصله آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود (Zobeiri, 2002). از مزایای این روش، ثابت بودن تعداد درخت شمرده‌شده در هر قطعه‌نمونه است، بنابراین قطعه‌نمونه با تعداد درختان خیلی کم یا زیاد وجود ندارد. این ویژگی، کارایی نمونه‌برداری را افزایش می‌دهد (Kleinn & Vilčko, 2006). باتوجه‌به وضعیت پراکنش و تراکم درختان ارس در منطقه، نمونه‌برداری به‌روش نه‌درختی انجام شد.

به‌منظور برداشت داده‌ها در ابتدا محدوده‌های حضور ارس مشخص شد (پنج بهنه با مساحتی حدود ۹۰ هکتار) و از عرصه‌های لخت یا بسیار تنک تفکیک شد. باتوجه‌به مساحت محدوده مورد بررسی، زمان و امکانات موجود، ۶۰ قطعه‌نمونه

در نظر گرفته شد که درنهایت به‌علت قرارگیری شش قطعه‌نمونه در نواحی صخره‌ای و لخت، ۵۴ قطعه‌نمونه برداشت شد. فاصله قطعه‌نمونه‌ها روی خطوط میزان، ۱۵۰ متر و فاصله در امتداد شیب ۱۰۰ متر ارتفاعی در نظر گرفته شد. شبکه آماربرداری با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.6 و Google Earth pro بر روی نقشه‌های مورد نظر پیاده شد. مدل رقومی ارتفاع (DEM) نیز از داده‌های ماهواره‌ای Aster از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS) دریافت شد و در تولید لایه‌های شیب و جهت جغرافیایی نیز به‌کار گرفته شد.

برای برداشت قطعه‌نمونه‌ها، ابتدا مختصات جغرافیایی مرکز هر قطعه‌نمونه تعیین شد. سپس با کمک دستگاه GPS قطعه‌نمونه‌های مورد نظر در طبیعت مشخص شد. درمجموع، اطلاعات ۵۴ قطعه‌نمونه شامل ۵۱ قطعه‌نمونه نه‌درختی و سه قطعه هشت‌درختی (به‌علت فاصله بسیار زیاد درخت نهم) ثبت شد. در هر قطعه‌نمونه علاوه‌بر ثبت وضعیت فیزیوگرافی (شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا)، فاصله هر درخت تا مرکز قطعه‌نمونه، قطر در ارتفاع برابرسینه (برای جست گروه‌ها با بیشتر از یک تنه، قطر قطورترین پایه با حد شمارش شش سانتی‌متر) و ارتفاع کل درختان ارس اندازه‌گیری شد. همچنین، تعداد جست، مبدأ پایه‌ها (شاخه‌زاد یا دانه‌زاد) و گونه‌های چوبی همراه مشخص شد. از مرکز قطعه‌نمونه تا درخت مورد نظر، آزمون و شیب زمین نیز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شیب و جهت دامنه به‌ترتیب از شیب‌سنج و قطب‌نمای سونتو استفاده شد. همچنین، تعداد زادآوری گونه‌های چوبی در قطعه‌نمونه‌هایی به‌مساحت ۱۰۰ متر مربع در مرکز قطعه‌نمونه اصلی شمارش شد (Milios et al., 2011). در این پژوهش، نهال‌هایی که ارتفاع آن‌ها کمتر از ۵۰ سانتی‌متر بود، به‌عنوان زادآوری در نظر گرفته شدند (Ravanbakhsh et al., 2010).

### تجزیه و تحلیل آماری

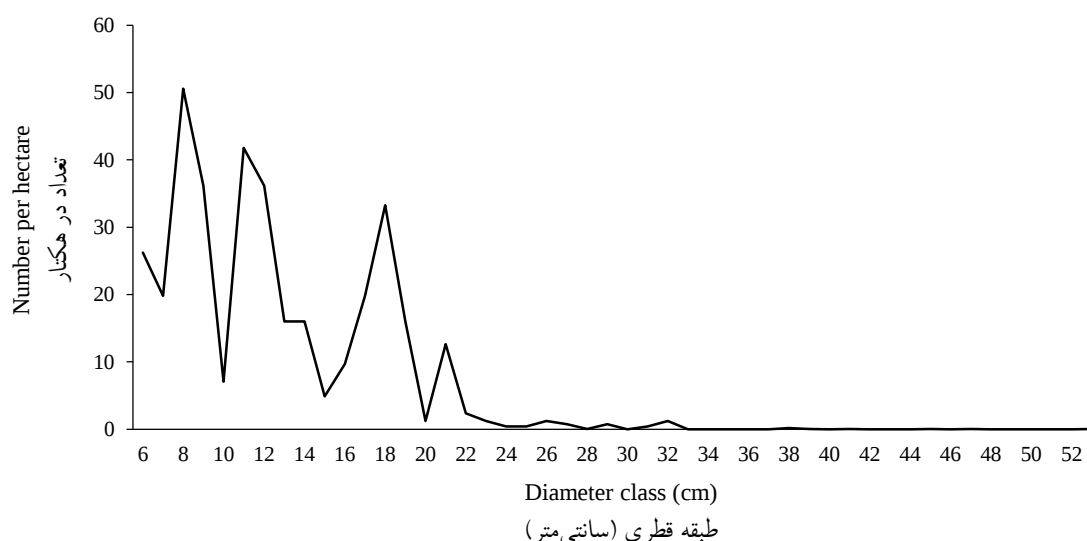
برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمی ابتدا نرمال بودن

شمارش شش سانتی متر (Muhammad & Kakar, 2021) استفاده شد.

### نتایج

منحنی توزیع قطری درختان ارس در طبقه‌های قطری یک سانتی متری در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج به دست آمده، درختان ارس در ذخیره گاه طبیعی دوستک تا طبقه قطری ۵۳ سانتی متری پراکنش داشتند. طبقه‌های قطری کمتر (تا قطر حدود ۲۰ سانتی متر) بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (شکل ۲).

داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف بررسی شد. سپس، به منظور بررسی تفاوت بین طبقه‌های مختلف ارتفاع از سطح دریا (طبقه‌های ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰، ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰، ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰، ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا) و جهت (شمال، شرق و غرب) از نظر متغیرهای میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع درختان، تعداد در هکتار و فراوانی زادآوری ارس از آنالیز واریانس ANOVA و آزمون دانکن و برای طبقه‌های شیب (۲۶ تا ۵۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد) از آزمون t مستقل استفاده شد. برای ترسیم منحنی توزیع قطری درختان ارس (تعداد در هکتار) از طبقه‌های قطری یک سانتی متری و حد



شکل ۲- منحنی تعداد در طبقه‌های قطری ارس در ذخیره گاه طبیعی دوستک

Figure 2. Diameter distribution of Greek juniper in Doostak Natural Reserve

جدول ۱- فراوانی و آمیختگی درختان و درختچه‌ها در قطعه نمونه‌های برداشت شده

Table 1. Abundance of trees and shrubs in the study area

| Species name               | Absolute abundance | Relative abundance (%) |
|----------------------------|--------------------|------------------------|
| <i>Juniperus excelsa</i>   | 412                | 85.3                   |
| <i>Prunus</i> spp.         | 43                 | 9                      |
| <i>Pistacia atlantica</i>  | 8                  | 1.6                    |
| <i>Acer monspessulanum</i> | 9                  | 1.9                    |
| <i>Lonicera</i> spp.       | 3                  | 0.6                    |
| <i>Cotoneaster</i> spp.    | 8                  | 1.6                    |
| Total                      | 483                | 100                    |

فراوانی درختان و درختچه‌های اندازه‌گیری شده در ذخیره‌گاه دوستک به تفکیک آرایه‌های گیاهی در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ارس با بیشتر از ۸۵ درصد، فراوان‌ترین گونه چوبی در منطقه مورد مطالعه به‌شمار می‌رود. همچنین، متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده برای پایه‌های ارس در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲- متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده ارس

Table 2. Measured quantitative variables of Greek juniper

| Measured variable              | Mean | Standard error | Maximum | Minimum |
|--------------------------------|------|----------------|---------|---------|
| Tree height (m)                | 3.6  | 0.05           | 8.6     | 1.3     |
| Collar diameter (cm)           | 27.4 | 0.8            | 96      | 2       |
| Diameter at breast height (cm) | 12.6 | 0.34           | 53      | 2       |
| Number of shoots               | 2.2  | 0.05           | 8       | 1       |
| Mean crown diameter (m)        | 3.5  | 0.08           | 8.2     | 0.6     |
| Crown area (m <sup>2</sup> )   | 11.1 | 0.05           | 52.1    | 0.3     |

براساس نتایج موجود در جدول ۳، بیشترین (۱۵/۴) سانتی‌متر و کمترین (۱۰/۸) سانتی‌متر میانگین قطر برابر سینه ارس به ترتیب در طبقه‌های ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ و ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد. تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین قطر در ارتفاع برابر سینه

درختان ارس در طبقه‌های ارتفاعی مختلف وجود دارد، اما از نظر متغیرهای دیگر اندازه‌گیری شده (میانگین ارتفاع، میانگین تعداد در هکتار و میانگین تعداد زادآوری)، تفاوت معنی‌داری بین طبقه‌های ارتفاعی مختلف مشاهده نشد.

جدول ۳- میانگین داده‌های کمی درختان و تعداد زادآوری ارس به تفکیک طبقه‌های ارتفاعی از سطح دریا

Table 3. Mean quantitative variables of adult trees and regeneration abundance of Greek juniper in different altitudinal ranges

| Altitudinal ranges (m.a.s.l.) | Mean DBH (cm)      | Mean total height (m) | Mean number of stem (ha) | Mean number of regenerations |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1600-1700                     | 12.3 <sup>ab</sup> | 3.9                   | 79.15                    | 0                            |
| 1700-1800                     | 10.8 <sup>b</sup>  | 3.6                   | 63.08                    | 1.3                          |
| 1800-1900                     | 13.2 <sup>ab</sup> | 3.5                   | 27.95                    | 1.2                          |
| 1900-2000                     | 14.2 <sup>a</sup>  | 3.9                   | 86.3                     | 1.5                          |
| 2000-2100                     | 15.4 <sup>a</sup>  | 3.9                   | 51                       | 1.4                          |
| F                             | 4.747              | 2.134                 | 0.932                    | 0.297                        |
| Sig.                          | 0.001              | 0.076                 | 0.454                    | 0.827                        |

Means in DBH column followed by different letters differ significantly at  $p \leq 0.05$ .

متغیرهای دیگر (میانگین قطر برابر سینه، میانگین ارتفاع و میانگین تعداد در هکتار) در دو طبقه شیب، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. براساس جدول ۴ بین طبقه‌های شیب از نظر درصد پایه‌ها با مبدأ دانه‌زاد و شاخه‌زاد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

باتوجه به جدول ۴، ۶۶/۵ درصد درختان ارس دارای منشأ شاخه‌زاد بودند. هرچند بین طبقه‌های مختلف ارتفاعی از نظر درصد پایه‌ها با مبدأ دانه‌زاد و شاخه‌زاد، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. جدول ۵ نشان می‌دهد که به جز تعداد زادآوری، از نظر

جدول ۴- تعداد در هکتار و درصد فراوانی درختان ارس از نظر مبدأ در طبقه‌های مختلف ارتفاعی از سطح دریا

Table 4. Stem per hectare and percentage abundance of Greek junipers in terms of origin in different altitudinal ranges

| Altitudinal range (m.a.s.l.) | Coppice    |           | Seed       |           |
|------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                              | Percentage | Abundance | Percentage | Abundance |
| 1700-1600                    | 60         | 9         | 40         | 6         |
| 1800-1700                    | 70.8       | 46        | 29.2       | 19        |
| 1900-1800                    | 63.7       | 72        | 36.3       | 41        |
| 2000-1900                    | 70.5       | 62        | 29.5       | 26        |
| 2100-2000                    | 64.9       | 85        | 35.1       | 46        |
| Total                        | 66.5       | 274       | 33.5       | 138       |

جدول ۵- میانگین داده‌های کمی درختان و تعداد زادآوری ارس در طبقه‌های شیب

Mean quantitative data of adult trees and regeneration abundance of junipers in slope classes Table 5.

| Slope class (%) | Mean DBH (cm) | Mean total height (m) | Mean number of stem (ha) | Mean number of regenerations |
|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 26-50           | 13.8          | 3.6                   | 46.4                     | 1 <sup>b</sup>               |
| 51-75           | 13.9          | 3.8                   | 60.5                     | 1.6 <sup>a</sup>             |
| t               | 0.709         | 1.051                 | 0.626                    | 3.162                        |
| Sig.            | 0.479         | 0.294                 | 0.534                    | 0.013                        |

Means in number of regenerations column followed by different letters differ significantly at  $p \leq 0.05$ .

جدول ۶- تعداد و درصد فراوانی مطلق پایه‌های ارس از نظر مبدأ به تفکیک طبقه‌های شیب

Table 6. Absolute number and percentage abundance of junipers in terms of origin in slope classes

| Slope class (%) | Coppice    |        | Standard   |        |
|-----------------|------------|--------|------------|--------|
|                 | Percentage | Number | Percentage | Number |
| 26-50           | 70.9       | 117    | 29.1       | 48     |
| 51-75           | 63.6       | 157    | 36.4       | 90     |
| Total           | 66.5       | 274    | 33.5       | 138    |

جدول ۷- میانگین داده‌های کمی درختان بالغ و تعداد زادآوری ارس در جهت‌های جغرافیایی

Mean quantitative data of adult trees and regeneration abundance of junipers in aspect classes Table 7.

| Aspect class | Mean DBH (cm) | Mean total height (m) | Mean number of stem (ha) | Mean number of regenerations |
|--------------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| North        | 13.6          | 3.7 <sup>b</sup>      | 63.8                     | 1.3                          |
| East         | 15.8          | 4.5 <sup>a</sup>      | 41.5                     | 0                            |
| West         | 13.8          | 3.6 <sup>b</sup>      | 29                       | 1.3                          |
| F            | 0.634         | 3.564                 | 0.889                    | 0.085                        |
| Sig.         | 0.531         | 0.029                 | 0.418                    | 0.774                        |

Means in total height column followed by different letters differ significantly at  $p \leq 0.05$ .

تعداد در هکتار و تعداد زادآوری بین جهت‌های جغرافیایی، معنی‌دار نبود. براساس جدول ۸ نیز درصد پایه‌های با مبدأ دانه‌زاد و شاخه‌زاد بین جهت‌های مختلف جغرافیایی، اختلاف

همان‌طورکه در جدول ۷ مشاهده می‌شود، میانگین ارتفاع درختان ارس در جهت‌های مختلف جغرافیایی، اختلاف معنی‌داری داشتند، اما تفاوت‌های میانگین قطر برابر سینه،

معنی داری نداشتند. گفتنی است که باتوجه به مساحت بسیار ناچیز جهت جنوبی، قطعه نمونه ای در این جهت قرار نگرفت.

جدول ۸- تعداد و درصد فراوانی درختان ارس از نظر مبدأ در جهت های جغرافیایی

of junipers in terms of origin in geographical directions Table 8. Number and percentage abundance

| Aspect | Coppice    |        | Standard   |        |
|--------|------------|--------|------------|--------|
|        | Percentage | Number | Percentage | Number |
| North  | 67.3       | 204    | 32.7       | 99     |
| East   | 53.3       | 8      | 46.7       | 7      |
| West   | 66         | 62     | 34         | 32     |
| Total  | 66.5       | 274    | 33.5       | 138    |

## بحث

در پژوهش پیش رو با استفاده از روش نمونه برداری نه درختی، ویژگی های کمی توده های ارس و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی در ذخیره گاه طبیعی دوستک در جنوب ارومیه بررسی شد. براساس نتایج به دست آمده، بیشتر پایه های درختی مورد بررسی (۸۵/۳ درصد) را ارس تشکیل می داد، بنابراین می توان تیپ فعلی ذخیره گاه طبیعی دوستک را تیپ ارس نامید. البته تک پایه هایی از درختان و درختچه های دیگری مانند بادام، کیکم، بنه، پلاخور و شیرخشت نیز در این رویشگاه حضور داشتند. بیشترین و کمترین میانگین قطر برابر سینه درختان ارس به ترتیب در طبقه های ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متر و ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد. این موضوع می تواند به دلیل دسترسی سخت تر، فاصله بیشتر از روستا و فشار کمتر انسان بر توده های ارس موجود در دامنه های ارتفاعی بالاتر باشد که در پژوهش های مشابه (Ali Ahmad Korori, 1997; Ali Mahmoodi Sarab et al., 2014) نیز گزارش شده است. همچنین، بیشترین میانگین ارتفاع ارس، ۳/۹ متر و بلندترین پایه آن با ارتفاع ۸/۶ متر به ترتیب در طبقه های ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد. در مقایسه با توده ارس اوشان در البرز مرکزی با میانگین و بیشینه ارتفاع به ترتیب ۳/۱ و ۶/۵ متر (Ravanbakhsh et al., 2010)، درختان ارس در پژوهش پیش رو بلندتر بودند.

تعداد درختان در واحد سطح بیانگر تراکم و انبوهی توده ها

و دخالت های صورت گرفته در رویشگاه ها است. علاوه بر فعالیت های انسانی تأثیرگذار بر تراکم، شرایط اقلیمی و خاکی (ادافیک) حاکم بر یک منطقه هم می تواند بر تنوع و ترکیب گونه ها و انبوهی توده ها تأثیرگذار باشد (Oswald et al., 1996). بیشترین میانگین تراکم ارس در ذخیره گاه طبیعی دوستک همانند منطقه نیژدره در دامنه جنوبی البرز (Alizadeh, 2017) مربوط به طبقه ارتفاعی ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بود. در جنگل های ارس ایلان در استان قزوین، بیشترین تعداد پایه ارس در طبقه ارتفاعی ۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد (Pourmajidian & Moradi, 2009).

از نظر منشأ درختان، با وجود اینکه اختلاف معنی داری بین طبقه های ارتفاعی وجود نداشت، اما درصد شاخه زادی پایه های ارس در طبقه های مختلف نسبت به درختان دانه زاد بیشتر بود. علت این وضعیت به قطع درختان توسط روستائیان و عشایر و قدرت جست دهی به نسبت زیاد ارس برمی گردد (برخلاف اغلب سوزنی برگان). این نتایج با یافته های گزارش شده توسط Alizadeh (۲۰۱۷) در دامنه جنوبی البرز همخوانی دارد، اما برای توده ارس امین آباد در فیروزکوه، درصد درختان دانه زاد (۵۷/۶ درصد) بیشتر از پایه های شاخه زاد (۴۲/۲ درصد) گزارش شد (Ramin et al., 2012).

زادآوری جنگل های طبیعی به طور معمول با کمک بذر انجام می شود که این امر از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی و مقاومت درختان به شرایط اقلیمی و محیطی آن رویشگاه اهمیت دارد

دامنه بود. باتوجه به مساحت بسیار ناچیز جهت جنوبی، قطعه نمونه‌ای در این جهت قرار نگرفت. در بین سه جهت اصلی دیگر، بیشترین تراکم درختان ارس در جهت شمالی و بیشینه میانگین ارتفاع در جهت شرق مشاهده شد. با این حال، زادآوری در جهت شرقی با مشکل روبرو بود. اگرچه میانگین ارتفاع درختان در جهت شرقی به طور معنی داری بیشتر از جهت‌های دیگر بود، با وجود این نمی‌توان آن را به شرایط مساعد رویشگاه در این جهت نسبت داد. بلکه علت آن، ضعف زادآوری و حضور اندک درختان جوان است. پژوهش‌های بوم‌شناسی در مورد ارس نشان داده است که نهال‌های این درخت به رطوبت به نسبت زیادی نیاز دارند (Ozkan et al., 2010). همچنین، Momeni Moghaddam (۲۰۰۲) و Ahani همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که نهال‌های این گونه در ابتدای رشد، سایه پسند است.

در این پژوهش با کمک روش چنددرختی پرودان (قطعه نمونه‌ها با مساحت متغیر)، ویژگی‌های کمی درختان ارس در ذخیره‌گاه طبیعی دوستک تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافیک (شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی) و دخالت‌های انسانی بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در طبقه‌های ارتفاعی بالاتر و شیب بیشتر بر فراوانی پایه‌های دانه‌زاد و زادآوری ارس افزوده می‌شود. علت این رویداد را می‌توان به دشواری دسترسی انسان و دام به این مناطق و در نتیجه، کاهش فشار بر توده‌های جنگلی این رویشگاه‌ها نسبت داد. بیشترین تراکم پایه‌های ارس در جهت شمالی مشاهده شد که می‌تواند به دلیل رطوبت بیشتر، خاک تکامل یافته‌تر و در نتیجه، شرایط بوم‌شناختی مساعد در این دامنه‌ها باشد. براساس نتایج این پژوهش و مقایسه آن با پژوهش‌های مشابه، یک عامل فیزیوگرافیک مشخص ممکن است در مناطق مختلف، تأثیر متفاوتی بر ویژگی‌های کمی درختان ارس داشته باشد. این تفاوت می‌تواند به دلیل برهم‌کنش آن عامل با عوامل دیگر مانند دخالت‌های انسانی، شرایط اقلیمی و موقعیت جغرافیایی متفاوت باشد.

(Marvie Mohadjer, 2005). یکی از مشکلات زادآوری ارس در رویشگاه‌های آن در ایران، کمبود یا عدم زادآوری طبیعی این درختان است (Ali Ahmad Korori et al., 2011). با اینکه فراوانی زادآوری ارس در پژوهش پیش‌رو بین طبقه‌های مختلف ارتفاعی از سطح دریا، تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۳)، اما با افزایش ارتفاع از سطح دریا بر تعداد نسبی زادآوری‌ها افزوده شد. در پژوهش Alizadeh (۲۰۱۷)، بیشترین میانگین زادآوری در دامنه ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد.

براساس نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو، میانگین متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده در رویشگاه‌های پرشیب‌تر، بیشتر بودند که این موضوع نیز می‌تواند به دلیل دسترسی سخت‌تر انسان و دام به دامنه‌های پرشیب باشد. در پژوهش‌های انجام شده در جنگل‌های ارس ایلان در استان قزوین (Pourmajidian & Moradi, 2009) و منطقه نیژدره در ارومیه (Alizadeh, 2017) نیز بیشترین میانگین تعداد در هکتار درختان ارس در طبقه شیب بیشتر از ۲۵ درصد گزارش شد. در پژوهش پیش‌رو با افزایش شیب، درصد زادآوری پایه‌های ارس افزایش یافت که با نتایج Amarlou (۲۰۱۱) در رابطه با زادآوری ارس در منطقه حیدری نیشابور در استان خراسان رضوی همخوانی دارد. در مقابل، این یافته‌ها با نتایج Avani (۲۰۰۶)، Pourmajidian و Moradi (۲۰۰۹) و Alizadeh (۲۰۱۷) تفاوت دارد. به طور طبیعی انتظار می‌رود که در شیب‌های ملایم، زادآوری بهتر و بیشتر استقرار یابد و گونه‌های مختلف اغلب از همین الگو تبعیت می‌کنند. با وجود این، هنگامی که به دلایل مختلف طبیعی و غیرطبیعی، زادآوری با مشکل مواجه می‌شود، ارس به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود در مناطق کوهستانی با شیب تند - که دسترسی انسان محدود است و شرایط زیستی که برای بسیاری از گونه‌ها ناممکن است - همچنان به زادآوری خود ادامه می‌دهد. این ویژگی باعث بقای ارس در اغلب رویشگاه‌های موجود شده است.

سومین عامل فیزیوگرافی مورد بررسی، جهت جغرافیایی

## References

- Ahani, H., Jalilvand, H., Hosseini Nasr, S.M., Soltani Kouhbanani, H., Ghazi, M.R. and Mohammadzadeh, H., 2013. Reproduction of juniper (*Juniperus polycarpus*) in Khorasan Razavi, Iran. Forest Science and Practice, 15: 231-237.
- Ali Ahmad Korori, S. and Khoshnevis, M., 2000. Ecological and Environmental Studies of *Juniperus* Habitat in Iran. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 208p (In Persian).
- Ali Ahmad Korori, S., 1997. Study of the relationship between the bases of *Juniperus excelsa* and *J. polycarpus* using an enzymology. Research and Development, 38: 37-41 (In Persian).
- Ali Ahmad Korori, S., Khoshnevis, M. and Matinzadeh, M., 2011. Comprehensive Studies of Juniper Genus in Iran. Pouneh Publication, Tehran, Iran, 560p (In Persian).
- Ali Mahmoodi Sarab, S., Etemad, V., Namiranian, M. and Taheri Sarteshnizi, F., 2014. Quantitative and qualitative survey of juniper protected forests in South Zagros. Proceedings of Second National Conference on Forest Science. Karaj, Iran, 17-18 May 2014: 13p (In Persian).
- Alipoorfard, M., Pourtahmasi, K., Raeini Sarjaz, M. and Nadi, M., 2023. Reconstruction of Jan-Mar mean temperature using tree ring widths of Juniper trees in the east of Lorestan province. Iranian Journal of Forest, 15(1): 53-67 (In Persian with English summary).
- Alizadeh, A., 2017. Quantitative and qualitative study of Greek juniper (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) stands in Nizh-dareh (Shohada Valley, Urmia, NW Iran). M.Sc. thesis, Department of Forestry, Urmia University, Urmia, Iran, 114p (In Persian).
- Amarlou, G., 2011. Investigation physiographic and soil characteristics of juniper (*Juniperus polycarpus* K. Koch.) natural stands of Heidari region in Khorasan Razavi province. M.Sc. thesis, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, 90p (In Persian).
- Avani, N., 2006. Study of natural regeneration of juniper (*Juniperus polycarpus*) species in Firouzkouh region. M.Sc. thesis, University of Mazandaran, Sari, Iran, 81p (In Persian).
- Browicz, K. and Zieliński, J., 1982. Chorology of Trees and Shrubs in South-West Asia and Adjacent Regions, Vol. 1. Polish Scientific Publishers, Warszawa, Poznań, Poland, 172p.
- Carus, S., 2004. Increment and growth in Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) stands in Isparta-Sütçüler region of Turkey. Journal of Biological Sciences, 4(2): 173-179.
- Djazirehi, M.H., 2001. To Afforest in Arid Environment. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 450p (In Persian).
- Fallah, A., Nadi, M., Imani, M. and Hamidi, S.K., 2023. Reconstruction of precipitation using the chronology of juniper trees (*Juniperus polycarpus*) in North Khorasan Province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 31(1): 1-13 (In Persian with English summary).
- Hadadi, F., Ashourloo, D., Shakiba, A., Matkan, A.A. and Aghighi, H., 2024. Effects of climate change on vegetation phenology of Urmia lake basin using AVHRR time series data. Iranian Journal of Remote Sensing & GIS, 16(1): 1-14 (In Persian with English summary).
- Hosseinzadeh, R., Soosani, J., Alijani, V., Khosravi, Sh., and Karimikia, H., 2016. Diversity of woody plant species and their relationship to physiographic factors in central Zagros forests (Case study: Perc forest, Khorramabad, Iran). Journal of Forestry Research, 27: 1137-1141.
- Kartoolinejad, D., Ravanbakhsh, H., Fadaei, Z., Moshki, A.R. and Nikouee, E., 2024. Infection of juniper trees (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) to juniper dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri* (D.C.) M. Bieb) in forests of Miankouh Tash protected area, Shahroud. Iranian Journal of Forest, 15(4): 497-514 (In Persian with English summary).
- Kleinn, C. and Vilčko, F., 2006. A new empirical approach for estimation in k-tree sampling. Forest Ecology and Management, 237(1-3): 522-533.
- Maghsoudlou Nezhad, M., Shataee, Sh., Habashi, H. and Babanezhad, M., 2013. Spatial and statistical analysis of quantitative characteristics of *Juniperus* stands in Chahar-bagh of Gorgan regarding to topographic and soil features. Iranian Journal of Forest, 5(2): 195-206 (In Persian with English summary).
- Marvie Mohadjer, M.R., 2005. Silviculture. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 387p (in Persian).
- Milios, E., Petrou, P., Andreou, E. and Pipinis, E., 2011. Is facilitation the dominant process in the regeneration of the *Juniperus excelsa* M. Bieb. stands in Cyprus? Journal of Biological Research, 16: 296-303.
- Mohammadi, P., Maleknia, R., Soosani, J., Hosseinzadeh, R. and Motamedi, S., 2016. Determining spatial pattern of *Juniperus excelsa* using quadratic method (Case study: Torghabe Shandiz region, Khorasan Razavi). Proceedings of Second International conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges with a Focus

- on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. Tabriz, Iran, 23-25 Feb. 2016: 7p (In Persian).
- Momeni Moghaddam, T., 2002. Investigation of some ecological and forestry characteristics of *Juniperus polycarpus* natural habitat in Kope Daghs slopes of Shirvan. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Nur, Iran, 103p (In Persian).
  - Momeni Moghaddam, T., Akbarinia, M., Sagheb-Talebi, Kh., Akhavan, R. and Hosseini, S.M., 2012. Impact of some environmental factors on regeneration status of *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpus* in Hezar Masjed Mountains (Layen Region) of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(3): 444-459 (In Persian with English summary).
  - Muhammad, D. and Kakar, A.U., 2021. Structure and species composition analysis of Shaban forest Zarghun mountains, Quetta-Pakistan. EC Agriculture, 7: 16-27.
  - Oswald, B.P., Zhang, L., Green, T.H. and Ward, K.E., 1996. Differences in species composition and stand characteristics of mixed upland hardwood forests of north Alabama as reflected by the presence of eastern redcedar (*Juniperus virginiana* L.). Journal of Sustainable Forestry, 3(4): 75-100.
  - Ozkan, K., Gulsoy, S., Aerts, R. and Muys, B., 2010. Site properties for Crimean juniper (*Juniperus excelsa*) in semi-natural forests of south western Anatolia, Turkey. Journal of Environmental Biology, 31(1): 97-100.
  - Pierson, F.B., Bates, J.D., Svejcar, T.J. and Hardegree, S.P., 2007. Runoff and erosion after cutting western juniper. Rangeland Ecology & Management, 60(3): 285-292.
  - Pourmajidian, M.R. and Moradi, M., 2009. Investigation on the site and silvicultural properties of *Juniperus excelsa* in natural forests of Ilan in Qazvin province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(3): 487-475 (In Persian with English summary).
  - Prodan, M., 1968. Punktstichprobe fur die forsteinrichtung. Forst und Holzwirt, 23(11): 225-226.
  - Ramin, M., Shataei, Sh., Habashi, H. and Khoshnevis, M., 2012. Investigation on some quantitative and qualitative characteristics of juniper stands in Aminabad of Firouzkoh. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 19(3): 21-40 (In Persian with English summary).
  - Ravanbakhsh, H., Marvi Mohajer, M.R. and Nourzad Moghaddam, M., 2010. Qualitative and quantitative investigation of *Juniperus-Cotoneaster* forest reserve in Ooshan (Central Alborz, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(2): 253-264 (In Persian with English summary).
  - Rostamikia, Y. and Zobeiri, M., 2013. Study on the structure of *Juniperus excelsa* Beib. stand in Khakhal protected forests. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 19(4): 151-162 (In Persian with English summary).
  - Sadeghi, S.M.M., Alijani, V., Namiranian, M. and Mohamadizadeh, M., 2016. Structural characteristics of *Juniperus excelsa* in the mountainous forests of Alborz south facing slope (case study: Atashgah, Karaj). Iranian Journal of Forest, 8(1): 35-49 (In Persian with English summary).
  - Sedighi, F., Taheri Abkenar, K. and Heidari Safari Kouchi, A., 2020. Effect of physiographic factors on quantitative characteristics of cypress (*Juniperus excelsa* M. Bieb) trees (case study: Spiro cypress habitat-Damghan). Journal of Forest Research and Development, 6(1): 29-42 (In Persian with English summary).
  - Zobeiri, M., 2002. Forest Biometry. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 411p (In Persian).