



University of Tehran

Analysis of forest cover structure and regeneration patterns of tree and shrub species in the Iran-Turanian ecosystem (Case study: Jaishabad Area, Tarom)

Farhad Aghajanlou^{1*} | Peyman Akbarzadeh²

1. Corresponding Author, Forests and Rangelands Research Section, Zanzan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Zanzan, Iran. Email: f.aghajanloo@areeo.ac.ir
2. Forests and Rangelands Research Section, Zanzan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Zanzan, Iran. Email: p.akbarzadeh@areeo.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 17 June 2025
Revised: 04 August 2025
Accepted: 30 September 2025
Published online: 22 November 2025

Keywords:
Canopy layer role,
Ecosystem restoration,
Natural regeneration,
Neighborhood pattern,
Sustainable management.

ABSTRACT

The natural regeneration of woody species, particularly in arid and semi-arid ecosystems, is a key indicator of ecosystem dynamics and sustainability. This study evaluated the regeneration status of tree and shrub species in a representative habitat of the Irano-Turanian region—the Jishabad site in Tarom County—during 2021–2023. Four 100 m² square plots were established using a systematic-random design. In each plot, data on species identity, height, crown diameter, vitality, and age class were recorded. The identified species included *Juniperus excelsa* M. Bieb., *Cerasus microcarpa* (Boiss. & C.A. Mey.), *Berberis orthobotrys* Bien. ex Koehne, and *Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach. Results indicated that species composition remained relatively stable over the three-year period. *Cerasus microcarpa* regenerated in all plots and years, reflecting its high regenerative capacity under local ecological conditions. Statistical analysis revealed significant differences in regeneration density among plots ($P < 0.05$). The highest density occurred in Plot 3 (36% slope, southwest aspect), while the lowest was observed in Plot 4 (26% slope, southwest aspect), highlighting the combined influence of slope and aspect on regeneration success. The vertical distribution of individuals confirmed a conspecific pattern in vegetation structure. All regeneration was seed-origin and occurred mostly near nurse plants, such as mature *J. excelsa*, emphasizing the positive role of overstory trees in facilitating seedling establishment.

Cite this article: Aghajanlou, F., Akbarzadeh, P. (2025). Analysis of forest cover structure and regeneration patterns of tree and shrub species in the Iran-Turanian ecosystem (Case study: Jaishabad Area, Tarom). *Journal of Forest and Wood Products*, 78 (3), 305-320. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwf.2025.397154.1350>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwf.2025.397154.1350>



دانشگاه تهران

نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب

شاپا الکترونیکی: ۵۳۰-۲۳۸۳

سایت نشریه: <https://jfwf.ut.ac.ir>

تحلیل ساختار پوشش جنگلی و الگوهای تجدید حیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای در بوم‌سازگان ایران-تورانی (مطالعه موردی: منطقه جیش آباد، طارم)

فرهاد آقاجانلو^{۱*} | پیمان اکبرزاده^۲

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، رایانامه: f.aghajanloo@areeo.ac.ir
۲. بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران، رایانامه: p.akbarzadeh@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۰۱

کلیدواژه:

احیای بوم‌سازگان،

الگوی همسالی،

زادآوری،

مدیریت پایدار،

نقش اشکوب فوقانی.

فرآیند تجدیدحیات طبیعی گونه‌های چوبی به‌ویژه در بوم‌سازگان‌های خشک و نیمه‌خشک، از مهم‌ترین شاخص‌های پویایی و پایداری این سامانه‌های طبیعی به‌شمار می‌رود. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف تحلیل وضعیت تجدیدحیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای در یکی از رویشگاه‌های شاخص ناحیه ایران-تورانی، سایت جیش آباد در شهرستان طارم، طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ انجام شد. برای نمونه‌برداری، چهار قطعه‌نمونه مربعی به مساحت ۱۰۰ مترمربع به‌صورت تصادفی-منظم در سطح عرصه انتخاب شدند. در هر قطعه‌نمونه، اطلاعاتی شامل گونه گیاهی، ارتفاع، قطر تاج، وضعیت شادابی و طبقه سنی پایه‌ها ثبت شد. گونه‌های شناسایی‌شده شامل ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb)، آلبالوی وحشی (*Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss)، زرشک وحشی (*Berberis orthobotrys* Bien. ex Koehne) و پلاخور (*Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach) بودند. نتایج نشان داد که ترکیب گونه‌ای در طول دوره سه‌ساله از ثبات نسبی برخوردار بوده است. آلبالوی وحشی در تمام قطعات و در تمامی سال‌ها دارای زادآوری بود که نشان‌دهنده توان زیاد تجدیدحیات این گونه در شرایط اکولوژیک منطقه است. نتایج نشان داد، تفاوت معنی‌داری در تراکم زادآوری بین قطعات نمونه وجود دارد ($P < 0.05$). بیشترین تراکم در قطعه ۳ (شیب ۳۶ درصد، جهت جنوب غربی) و کمترین تراکم در قطعه ۴ (شیب ۲۶ درصد، جهت جنوب غربی) مشاهده شد که نشان‌دهنده تأثیر ترکیبی شیب و جهت بر موفقیت زادآوری است. همچنین توزیع ارتفاعی پایه‌ها، الگوی همسالی را در ساختار پوشش گیاهی تأیید کرد. تمام زادآوری‌ها از نوع دانه‌زاد و اغلب در کنار گونه‌های پرستار نظیر پایه‌های بالغ ارس بودند. این موضوع نشان‌دهنده نقش مثبت اشکوب فوقانی در تسهیل استقرار نهال‌ها است.

استناد: آقاجانلو؛ فرهاد، اکبرزاده؛ پیمان (۱۴۰۴). تحلیل ساختار پوشش جنگلی و الگوهای تجدید حیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای در بوم‌سازگان ایران-تورانی (مطالعه موردی: منطقه جیش آباد، طارم). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۷۸ (۳)، ۳۲۰-۳۰۵. DOI: <https://10.22059/jfwf.2025.397154.1350>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

<https://doi.org/10.22059/jfwf.2025.397154.1350>



۱. مقدمه

جنگل‌های ناحیه ایران-تورانی که بخشی از رویشگاه‌های نیمه‌خشک کشور ایران را تشکیل می‌دهند، در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات اقلیمی، بهره‌برداری‌های ناپایدار و گسترش فعالیت‌های انسانی، با کاهش سطح و کیفیت مواجه شده‌اند. در این شرایط، فرآیند تجدیدحیات گونه‌های چوبی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های پویایی اکولوژیک و پایداری عملکردی این بوم‌سازگان اهمیت ویژه‌ای یافته است. موفقیت تجدیدحیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای، به‌ویژه در شرایط طبیعی و تحت‌فشار، نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ ساختار جنگل، ترکیب گونه‌ای و بازسازی طبیعی اراضی تخریب‌شده دارد [۱-۲]. پوشش گیاهی زیراشکوب و ترکیب لایه‌های زیرین جنگل به‌عنوان شاخص‌های مهمی از وضعیت بازسازی اکولوژیک شناخته شده‌اند که می‌توانند به تسهیل یا محدودسازی استقرار نهال‌ها کمک کنند [۳]. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که عوامل زیستی مانند شکل زیستی گونه‌ها (همی کریپتوفیت، فانروفیت‌ها و غیره)، غنای گونه‌ای، تراکم پوشش تاجی و همچنین عوامل غیرزیستی مانند شیب، خاک و نور، تأثیر عمیقی بر فرآیند تجدیدحیات طبیعی دارند [۳-۴]. مطالعات انجام‌شده در جنگل‌های شمال و غرب کشور اهمیت نقش ترکیب گونه‌ای و ساختار زیر آشکوب را در حفظ تنوع زیستی و تسهیل تجدیدحیات نشان داده‌اند. به‌عنوان نمونه، Esmaelizadeh و Noor Mohammadi (۲۰۱۸) با بررسی شاخص‌های تنوع در امتداد گرادیان ارتفاعی، نقش عوامل محیطی را در الگوی پراکنش گونه‌های زیر آشکوب آشکار ساختند [۵]. همچنین، پژوهشی که درخصوص جنگلکاری با گونه‌های راش انجام شده بود، نشان داد که تنوع گونه‌ای و ترکیب پوشش کف جنگل رابطه مستقیمی با وضعیت تجدیدحیات گونه‌های چوبی دارد [۱]. تحقیقات متعددی در جنگل‌های هیرکانی کشور انجام‌شده است که به بررسی تأثیر جنگلکاری خالص و آمیخته بر تنوع گیاهی و زادآوری طبیعی گونه‌ها پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که ترکیب گونه‌ای متنوع و ساختار لایه‌بندی، شرایط مطلوب‌تری برای تولید بذر، بقا و رشد نهال‌ها فراهم می‌کند [۶-۷]. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های Ampoorter و همکاران (۲۰۱۵) و Sun و Yu (۲۰۱۵) در جنگل‌های معتدل اروپا همسو است، بطوری که افزایش تنوع گونه‌ای در طبقات مختلف، نه تنها باعث پایداری بلندمدت جنگل می‌شود، بلکه استقرار گونه‌های حساس‌تر و کند رشد را نیز تسهیل می‌کند [۸ و ۲].

سایت جیش‌آباد در شهرستان طارم با اقلیم خشک و موقعیت توپوگرافی متنوع، یکی از زیستگاه‌های کلیدی در منطقه ایران-تورانی است که شرایط خاص محیطی آن فرصت مناسبی برای تحلیل وضعیت تجدیدحیات گونه‌های بومی فراهم آورده است. به‌طور خاص، بنه (*Pistacia atlantica*) که یکی از گونه‌های ارزشمند این ناحیه است، به دلیل فشار چرای دام و برداشت غیرمجاز، در معرض تهدید قرار دارد [۹-۱۰]. آنچه که مسلم است، عوامل فیزیوگرافی مانند شیب، ارتفاع و ویژگی‌های خاک، نقش مهمی در موفقیت تجدید حیات دارند [۱۰]. پژوهشی در منطقه حفاظت‌شده مانشت استان ایلام نشان داد که پارامترهای خاکی مانند مواد آلی و کلسیم، تأثیر مثبت و شوری خاک تأثیر منفی بر زادآوری گونه‌های درختی دارد [۵]. همچنین، شرایط توپوگرافی و خرداقلیم در جنگل‌های زاگرس بر تنوع و تراکم پوشش گیاهی، مؤثر گزارش‌شده است [۱۱]. از منظر مدیریت، بهره‌برداری پایدار، کنترل چرای دام و حفظ ساختار طبیعی جنگل، کلیدهای اصلی حفظ و ارتقاء تجدیدحیات به‌شمار می‌روند [۹-۱۱]. در این زمینه، ایجاد روشنه‌های کنترل‌شده و حفظ خشکه‌دارها به‌عنوان عناصر کلیدی در بهبود شرایط زیستی نهال‌ها شناخته شده‌اند [۱۲]. مطالعات بین‌المللی نیز اهمیت حفظ بانک بذر خاک را در موفقیت تجدیدحیات جنگل‌ها تأیید کرده‌اند. در جنگل‌های گرمسیری و معتدله، تخریب بانک بذر خاک باعث کاهش شدید توان بازسازی طبیعی جنگل می‌شود [۱۳]. استفاده از گونه‌های چارچوبی (framework species)، گونه‌های درختی یا درختچه‌ای که نقش کلیدی در بازسازی و احیای بوم‌سازگان‌های تخریب‌شده دارند، در برنامه‌های احیای جنگل، با افزایش پوشش تاجی و جذب دانه‌خردکنی پرندگان، به تسریع فرآیند تجدیدحیات کمک می‌کند [۱۴]. در نهایت، با توجه به فشارهای انسانی و تغییرات اقلیمی، اتخاذ رویکردهای مدیریتی تطبیقی که هم نیازهای اقتصادی بهره‌برداران را تأمین می‌کند و هم الزامات اکولوژیک حفظ جنگل‌ها را برآورده کنند، ضروری است. این رویکردها شامل بهره‌برداری پایدار، کنترل چرای دام، حفظ ساختار طبیعی جنگل و استفاده از روش‌های احیای طبیعی و مصنوعی است [۱۱-۱۵].

تجدیدحیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای در بوم‌سازگان ایران-تورانی به دلیل شرایط خاص اقلیمی و فشارهای انسانی از

اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که گونه‌های غالبی مانند ارس، بلوط، بنه و راش در بوم‌سازگان‌های نیمه‌خشک، نقش کلیدی در حفظ پایداری جنگل‌ها دارند. برای نمونه، Mohammadzadeh و همکاران (۲۰۱۶) در استان خوزستان گزارش کردند که زادآوری طبیعی گونه شیشم (*Dalbergia sissoo*) تحت تأثیر شرایط محیطی و مدیریت جنگل است و حفظ تراکم نهال‌ها نیازمند برنامه‌ریزی دقیق است [۱۵]. همچنین، Pourmajidian و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی روشنه‌های ناشی از خشک‌دارها در جنگل‌های راش هیرکانی، نشان دادند که این روشنه‌ها شرایط نوری مناسبی برای استقرار نهال‌ها فراهم می‌کنند و نقش مهمی در تجدیدحیات دارند [۱۶]. Jahdi و همکاران (۲۰۲۲) در منطقه لومر اسالم، تفاوت‌های قابل توجهی در کیفیت و کمی زادآوری بین جنگل‌های طبیعی و دست‌کشت گزارش کردند که خود نشان‌دهنده اهمیت مدیریت حفاظتی است [۱۷]. Eshaghirad (۲۰۱۴) نیز در جنگل خیرود نوشهر بیان کرد که تنوع پوشش زیرآشکوب رابطه مستقیمی با وضعیت تجدیدحیات دارد و ترکیب گونه‌ای متنوع، شرایط بهتری برای رشد نهال‌ها ایجاد می‌کند [۱]. Noormohammadi و Esmaeilzadeh (۲۰۱۷) با بررسی تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی در امتداد گرادیان ارتفاعی، تأثیر مثبت ارتفاع برافزایش تراکم نهال‌ها را تأیید کردند [۱۸]. Mohambati و همکاران (۲۰۲۴) نیز در جنگل‌های هیرکانی نشان داد که ایجاد روشنه‌های کنترل‌شده موجب افزایش تنوع گونه‌ای و بهبود تجدیدحیات می‌شود [۱۲]. مطالعات Esmaeilzadeh و Noormohammadi (۲۰۱۴) در جنگل‌های زاگرس، اهمیت عوامل فیزیوگرافی و خاک را در موفقیت زادآوری گونه‌های درختی تأکید کرده‌اند [۵]. Jalali و همکاران (۲۰۱۸) نیز با بررسی تأثیر چرای دام بر تجدیدحیات بلوط در زاگرس، کاهش شدید تراکم نهال‌ها را ناشی از چرای بیش‌ازحد گزارش کردند [۱۱]. درمجموع، این پژوهش‌ها نشان می‌دهند که حفظ ساختار طبیعی جنگل، کنترل چرای دام و مدیریت بهره‌برداری از عوامل کلیدی در بهبود وضعیت تجدیدحیات در جنگل‌های نیمه‌خشک ایران است [۱۱، ۱۵، ۱۶]. تجدید حیات گونه‌های درختی در جنگل‌ها، به‌ویژه در مناطق تحت فشار تغییر اقلیم و بهره‌برداری انسانی، از موضوعات مهم اکولوژیک و مدیریتی است. مطالعه‌ای توسط Chazdon و همکاران (۲۰۲۰) فرصت‌های جهانی برای احیای جنگل‌های بارانی گرمسیری را بررسی کردند و نشان دادند که تجدیدحیات طبیعی و مشارکت جوامع محلی در مدیریت جنگل‌ها، کلید موفقیت در بازسازی بوم‌سازگان است [۱۴]. مطالعه‌ای دیگر، Zhang و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر تجدیدحیات گونه‌های درختی را در جنگل‌های معتدل چین، نشان دادند که کاهش بارندگی و افزایش دما، به‌طور معنی‌داری بر کاهش تراکم نهال‌ها و تنوع گونه‌ای تأثیر گذاشته است [۲۰]. Kumar و همکاران (۲۰۲۲) در جنگل‌های هیمالیا نشان دادند که مدیریت پایدار و کنترل چرای دام، به‌طور قابل توجهی، موجب افزایش زادآوری و بهبود ساختار جمعیتی گونه‌های درختی شده است [۲۱]. Wang و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از مدل‌سازی اکولوژیک، نقش روشنه‌ها و ساختار پوشش گیاهی را در موفقیت تجدیدحیات گونه‌های سایه‌پسند در جنگل‌های معتدل بررسی کردند و مشخص شد که ایجاد روشنه‌های کنترل‌شده می‌تواند به افزایش تراکم نهال‌ها کمک کند [۲۲]. مطالعه‌ای توسط Silva و همکاران (۲۰۲۱) در جنگل‌های بارانی آمازون نشان داد که تنوع گونه‌ای و تراکم نهال‌ها در مناطق حفاظت‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از مناطق بهره‌برداری شده است [۲۳].

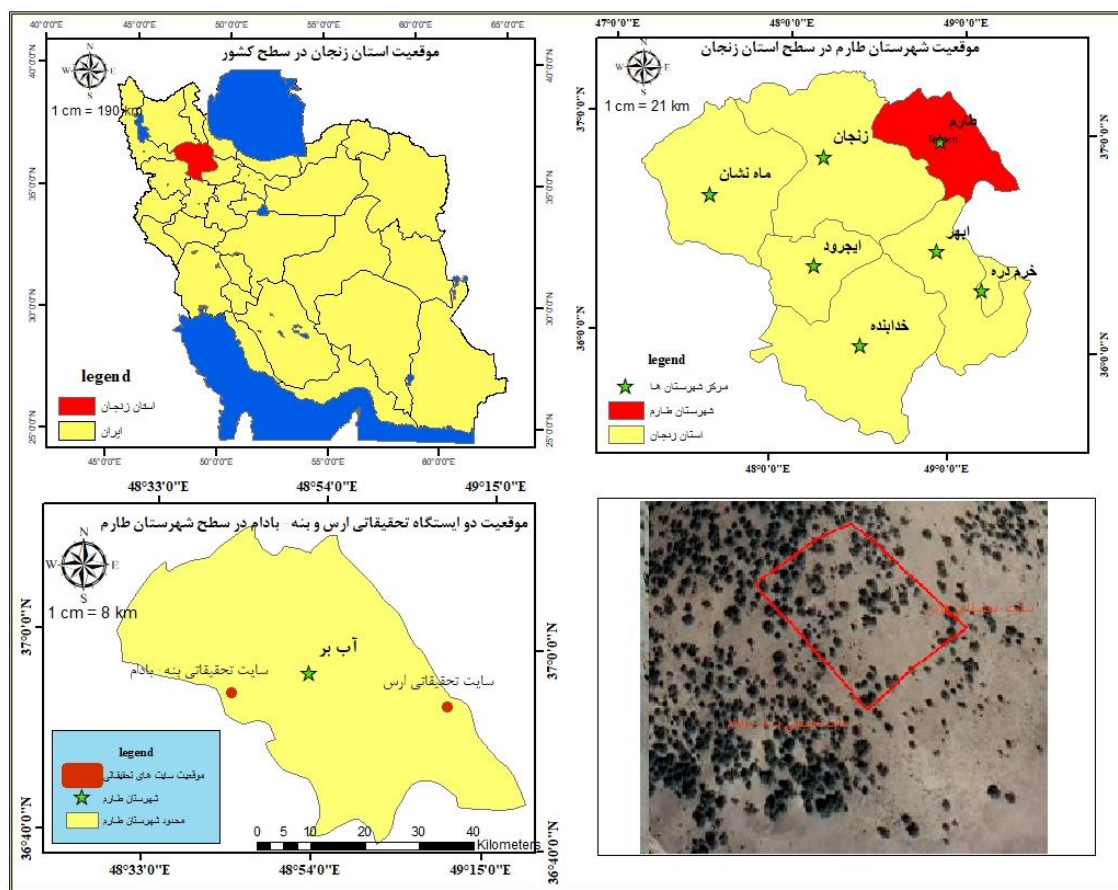
هدف از این پژوهش، تحلیل وضعیت تجدیدحیات طبیعی گونه‌های درختی و درختچه‌ای بومی در بوم‌سازگان جنگلی ایران-تورانی در سایت جیش‌آباد شهرستان طارم است. این تحقیق با تمرکز بر بررسی پویایی ساختار جمعیتی، ترکیب گونه‌ای، طبقات سنی و شاخص‌های اکولوژیک نظیر تراکم، ارتفاع، قطر تاج و وضعیت شادابی تجدیدحیات، در پی آن است تا با شناخت دقیق وضعیت موجود، زمینه‌ای برای مدیریت پایدار منابع طبیعی، حفاظت تنوع زیستی و بازسازی اکولوژیک مناطق تحت فشار فراهم آورد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه جیش‌آباد در جنوب غربی شهرستان طارم، استان زنجان، در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز واقع شده است. این محدوده در مختصات UTM بین طول‌های ۳۳۶۶۱۳ تا ۳۳۶۷۷۳ متر شرقی و عرض‌های ۴۰۸۵۴۹۶ تا ۴۰۸۵۵۵۶ متر شمالی قرار دارد و

دارای ارتفاع متوسط ۲۱۰۰ متر از سطح دریا است (شکل ۱). اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی دومارتن، نیمه‌خشک سرد بوده و میانگین بارندگی سالانه آن حدود ۳۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه، در حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است [۲۵]. پوشش گیاهی غالب این منطقه از تیپ جنگلی ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb) است که در ترکیب با گونه‌های علفی و درختچه‌ای، ساختار اکولوژیک خاصی را شکل داده‌اند [۲۶].

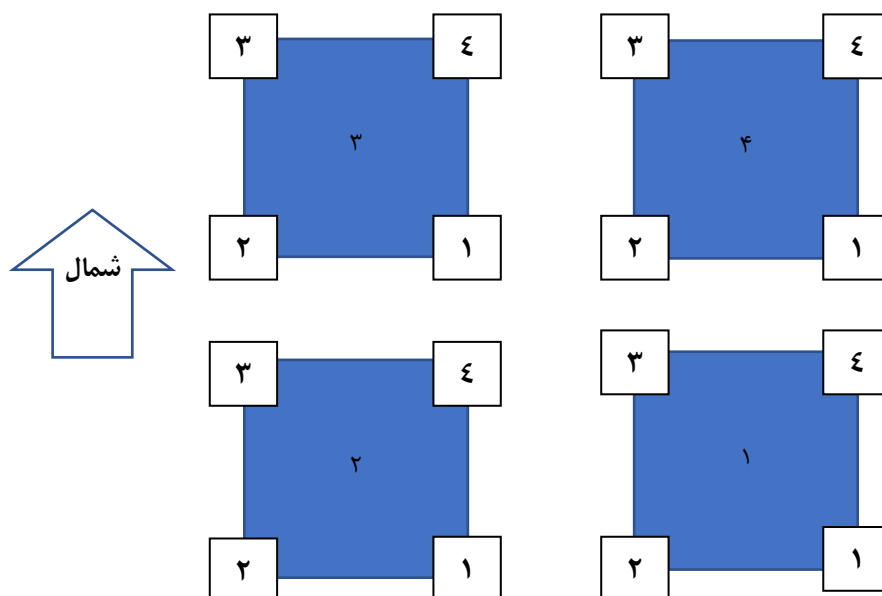


شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲. روش پژوهش

این پژوهش، بخشی از فاز اول یک پروژه ملی است که با استفاده از قطعه‌نمونه‌های دائمی پایش انجام می‌شود. پژوهش حاضر به پایش جنگل‌های ارس استان از سال ۱۴۰۰ تا سال ۱۴۰۲ زنجان می‌پردازد. قطعه‌نمونه‌های دائمی پایش در سایت‌های جنگلی منتخب ایران-تورانی استان که شامل توده‌های جنگلی حفاظت‌شده یا کمتر دست‌خورده هستند، پیاده شد. بدین ترتیب که با جنگل‌گردشی و بررسی منابع، منطقه مورد مطالعه انتخاب شد، سپس یک قطعه‌نمونه یک هکتاری به‌عنوان قطعه‌نمونه دائمی پایش به‌صورت تصادفی انتخاب و در قطعه‌نمونه انتخابی چهار قطعه‌نمونه ۱۰×۱۰ متر مربعی برای بررسی زادآوری درختی و درختچه‌ای تعیین شد (۴۰۰ مترمربع تشکیل شده از چهار قطعه ۱۰۰ مترمربعی). درختان و درختچه‌های کوتاه‌تر از ۰/۵ متر به‌عنوان زادآوری در پایان فصل رویش در نظر گرفته شدند. طبقه‌بندی سنی پایه‌ها به‌صورت عملیاتی و براساس ویژگی‌های ارتفاع، شکل تاج و میزان انشعابات انجام شد و شامل سه رده نونهال (زیر ۵۰ سانتی‌متر)، نیمه‌بالغ (۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر) و بالغ (بیش از ۱۵۰ سانتی‌متر) بود. متغیرهای مورد بررسی زادآوری، شامل تراکم برحسب گونه، منشأ زادآوری (دانه‌زاد یا شاخه‌زاد)، ارتفاع دقیق، قطر بزرگ تاج و قطر عمود بر آن، وضعیت جوانه انتهایی (سرچرشته یا سالم)، وضعیت سلامتی و قرارگیری در کنار گونه درختی (گونه پرستار) بود. در زمان ثبت اطلاعات زادآوری، نوع استقرار هر پایه از نظر گونه پرستار نیز یادداشت شد.

بدین‌منظور، برای هر پایه زادآوری مشخص گردید که زادآوری، در مجاورت پایه‌ای از همان گونه (پایه مادری)، گونه‌ای دیگر (مثلاً ارس به‌عنوان پرستار)، یا بدون پرستار استقرار یافته است. رتبه‌دهی وضعیت سلامت به‌این‌ترتیب انجام شد: ۱- سلامت کامل ۲- ضعف و خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد اندام گیاه ۳- ضعف و خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد اندام گیاه و ۴- خشکیدگی کامل گیاه. داده‌های محیطی قطعات نمونه شامل وضعیت توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) و موقعیت مکانی ثبت شدند. همچنین وضعیت فرسایش خاک برای هر قطعه نمونه رتبه‌دهی (بدون فرسایش: صفر، فرسایش سطحی و کم: ۱، فرسایش شیبی و متوسط: ۲، فرسایش شیبی-خندقی و قابل‌توجه: ۳) یادداشت شد. در مجموع، در هر سال، تعداد ۱۶ پلات کوچک در ۴ پلات اصلی مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). شناسایی گونه‌ها با استفاده از فلور ایران و کلیدهای شناسایی معتبر مانند فلور عسگری (۲۰۰۳) و فلور ایران (۲۰۰۴) [۲۷-۲۸] و منابع منتشرشده توسط مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شد. برای دقت بیشتر، تمامی اندازه‌گیری‌ها در شرایط مشابه و توسط یک گروه ثابت انجام گرفت و عملیات میدانی در فصل اوج رشد پوشش گیاهی یعنی اردیبهشت تا خردادماه سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ در بوم‌سازگان جنگلی ایران-تورانی، در سایت جیش‌آباد واقع در شهرستان طارم استان زنجان انجام شد. اقلیم منطقه از نوع خشک و نیمه‌خشک با بارندگی سالانه حدود ۳۵۰ میلی‌متر محدود بود و پوشش گیاهی غالب آن، ترکیبی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای بومی ایران-تورانی است. نمونه‌برداری در داخل ۴ قطعه ۱۰×۱۰ متر انجام گرفت (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۲. روش نمونه‌برداری در سطح عرصه‌های یک هکتاری



شکل ۳. نمایی از جنگل‌های ارس سایت جیش‌آباد

در هر قطعه، مشخصات تمامی پایه‌های زنده گونه‌های درختی و درختچه‌ای ثبت شد. جهت شناسایی گونه‌ها از منابع موجود نظیر فلور ایران، فرهنگ نام‌های گیاهی ایران و ... مورد استفاده قرار گرفت. داده‌ها در سه سال پیاپی (۱۴۰۰، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲) گردآوری شد و تغییرات سالانه در تراکم، ترکیب گونه‌ای و توزیع ارتفاعی مورد تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری متنوعی انجام شد. ابتدا آمار توصیفی شامل محاسبه میانگین و انحراف معیار برای متغیرهای کمی مانند تراکم زادآوری، ارتفاع پایه‌ها و قطر تاج محاسبه گردید. سپس برای بررسی تفاوت‌های معنی‌دار بین سال‌های مختلف مطالعه (۱۴۰۰، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲) و همچنین بین قطعات نمونه مختلف، از آزمون‌های مقایسه‌ای استفاده شد. آزمون ANOVA یک‌طرفه به منظور مقایسه میانگین‌ها بین گروه‌های مختلف به کار رفت که امکان تشخیص وجود تفاوت‌های معنی‌دار را فراهم می‌کرد. در مواردی که ANOVA تفاوت معنی‌داری نشان می‌داد، از آزمون تعقیبی توکی (Tukey's HSD)، برای شناسایی دقیق‌تر گروه‌های متفاوت استفاده شد. این روش‌ها با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری پنج درصد انجام گرفتند. همچنین، برای بررسی روابط بین متغیرهای محیطی و ویژگی‌های زادآوری، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS (نسخه ۲۲) و Excel انجام شدند و نتایج به صورت جداول و نمودارهای مناسب ارائه گردیدند. این روش‌شناسی آماری امکان بررسی جامع الگوهای تجدید حیات و عوامل مؤثر بر آن را در منطقه مورد مطالعه فراهم آورد.

جدول یک، اطلاعات مربوط به چهار قطعه نمونه در یک منطقه را نشان می‌دهد که شامل مساحت، مختصات جغرافیایی در سیستم UTM، شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا است. قطعات، دارای شیب و جهت‌های مختلفی هستند که بر شرایط اکولوژیک هر نقطه تأثیر می‌گذارد.

جدول ۱. مشخصات قطعات نمونه ۱۰۰ مترمربعی رویشگاه جیش آباد طارم-زنجان

شماره قطعه نمونه	مساحت (مترمربع)	زون	طول جغرافیایی (متر) عرض جغرافیایی (متر)	شیب (درصد)	جهت (درجه)	ارتفاع (متر)
۱	۱۰۰	۳۹S	E: ۳۳ ۶۶ ۷۳ N: ۴۰ ۸۵ ۴۹۶	۱۳	جنوب	۲۰۷۳
۲			E: ۳۳ ۶۶ ۱۳ N: ۴۰ ۸۵ ۴۹۶	۲۸	جنوب	۲۰۳۹
۳			E: ۳۳ ۶۶ ۱۳ N: ۴۰ ۸۵ ۵۵۶	۳۶	جنوب غربی	۲۰۳۷
۴			E: ۳۳ ۶۶ ۷۳ N: ۴۰ ۸۵ ۵۵۶	۲۶	جنوب غربی	۲۰۷۲

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. ترکیب گونه‌های درختی و درختچه‌ای سایت جیش آباد

در مجموع، در قطعات نمونه ۱۰۰ مترمربعی سایت جیش آباد، چهار گونه درختی و درختچه‌ای شامل ارس (*Juniperu excelsa*)، پلاخور (*Lonicera nummulariifolia*)، آلبالوی وحشی (*Cerasus microcarpa*) و زرشک وحشی (*Berberis orthobotrys*) ثبت شدند. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که از لحاظ تراکم، گونه پلاخور بیشترین فراوانی را داشته است. در ۴۰۰ مترمربع مجموع سطح قطعات نمونه، در سال ۱۴۰۰ تعداد ۲۲ پایه، در سال ۱۴۰۱ تعداد ۲۱ پایه و در سال ۱۴۰۲ تعداد ۲۲ پایه درختی و درختچه‌ای ثبت شد. این مقادیر نشان‌دهنده ثبات نسبی در تعداد پایه‌ها طی این سال‌ها است. تحلیل آمیختگی گونه‌ای نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۰، بیشترین سهم را گونه پلاخور با ۳۶/۴ درصد به خود اختصاص داده است، در حالی که سهم سایر گونه‌ها شامل آلبالوی وحشی با ۲۷/۳ درصد، زرشک وحشی و ارس هر کدام با ۱۸/۲ درصد در ردیف‌های بعدی قرار دارند. روند مشابهی در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ مشاهده شده است که نشان از ترکیب پایدار پوشش درختی و درختچه‌ای در منطقه دارد. با توجه به اینکه داده‌های فوق مربوط به قطعات نمونه ۱۰ متر در ۱۰ متر (۱۰۰ مترمربع) هستند، تعداد پایه‌ها در هکتار (۱۰،۰۰۰ مترمربع) به شرح زیر برآورد می‌شود:

سال ۱۴۰۰، ۵۵۰ پایه در هکتار، سال ۱۴۰۱، ۵۲۵ پایه در هکتار و سال ۱۴۰۲، ۵۵۰ پایه در هکتار. این اعداد نشان می‌دهند که تراکم پوشش درختی و درختچه‌ای در منطقه نسبتاً پایدار می‌باشد و تغییرات جزئی بین سال‌ها مشاهده شده است (جدول ۲).

جدول ۲. ترکیب گونه‌های درختی و درختچه‌ای در قطعات نمونه جیش‌آباد

قطعه نمونه	سال	زرشک وحشی	آلبالوی وحشی	پلاخور	ارس	مجموع
۱	۱۴۰۰	.	.	.	.	.
	۱۴۰۱	.	.	.	.	.
	۱۴۰۲	.	.	.	.	.
۲	۱۴۰۰	.	۳	۶	۱	۱۰
	۱۴۰۱	.	۱	۶	۱	۸
	۱۴۰۲	.	۱	۶	۱	۸
۳	۱۴۰۰	۴	۳	۲	۳	۱۲
	۱۴۰۱	۴	۳	۳	۳	۱۳
	۱۴۰۲	۴	۳	۴	۳	۱۴
۴	۱۴۰۰	.	.	.	.	.
	۱۴۰۱	.	.	.	.	.
	۱۴۰۲	.	.	.	.	.
مجموع	۱۴۰۰	۴	۶	۸	۴	۲۲
	۱۴۰۱	۴	۴	۹	۴	۲۱
	۱۴۰۲	۴	۴	۱۰	۴	۲۲
درصد آمیختگی	۱۴۰۰	۱۸/۲۰	۲۷/۳۰	۳۶/۴۰	۱۸/۲۰	۱۰۰
	۱۴۰۱	۱۹	۱۹	۴۲/۹۰	۱۹	۱۰۰
	۱۴۰۲	۱۸/۲۰	۱۸/۲۰	۴۵/۵۰	۱۸/۲۰	۱۰۰

۲-۳. قطر تاج و ارتفاع گونه‌های درختی و درختچه‌ای

ابعاد گونه‌های اشکوب درختی و درختچه‌ای در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲ اندازه‌گیری شد. مقایسه قطر تاج و ارتفاع درختچه‌ها در این دو سال، نشان‌دهنده تغییرات معنی‌داری نبود (جدول ۳). بیشینه ارتفاع گونه‌های ارس، در قطعه‌های مورد مطالعه معادل ۶۲۰ سانتی‌متر ثبت گردید. همچنین بیشینه قطر تاج این گونه‌ها، معادل ۷۵۰ سانتی‌متر ثبت شد. بیشینه مساحت تاج این گونه‌ها نیز معادل ۴۵ مترمربع، محاسبه گردید.

جدول ۳. مقایسه قطر تاج و ارتفاع درخت و درختچه‌ها در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲

آنالیز آماری برای گونه ارس				
شاخص	سال	میانگین	انحراف معیار	آنالیز آماری
قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر)	۱۴۰۰	۳۱۴ ^{ns}	۲۹۱/۳۴	۰/۲۷۶ = آزمون خی-دو
	۱۴۰۲	۳۳۶ ^{ns}	۳۰۰/۸۸	۰/۵۹۹ = سطح معنی‌داری
قطر عمود بر قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر)	۱۴۰۰	۱۶۶ ^{ns}	۱۶۳/۴۹	۰/۵۳۸ = آزمون خی-دو
	۱۴۰۲	۲۱۶ ^{ns}	۲۳۷/۵۹	۰/۴۶۳ = سطح معنی‌داری
ارتفاع (سانتی‌متر)	۱۴۰۰	۲/۳۱ ^{ns}	۲۳۳/۷۸	۰/۲۷۳ = آزمون خی-دو
	۱۴۰۲	۲/۴۵ ^{ns}	۲۳۷/۶۶	۰/۶۰۲ = سطح معنی‌داری

ns = از نظر آماری معنی‌دار نیست.

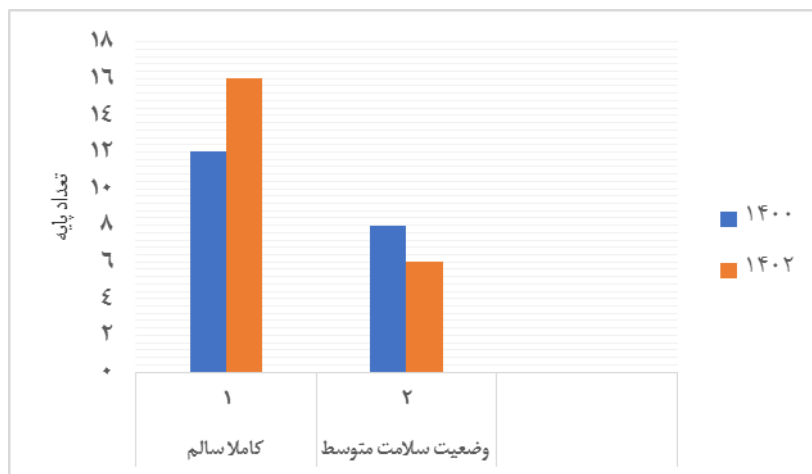
۳-۳. سلامت گونه‌های درختی و درختچه‌ای

وضعیت شادابی گونه‌های ارس، پلاخور، زرشک وحشی و آلبالوی وحشی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲ در جدول ۴ و شکل ۴ نشان داده شده است. وضعیت شادابی در سال ۱۴۰۲ به‌طور کلی بهتر بود و هیچ‌یک از پایه‌ها شادابی ضعیف نداشتند. با این حال، آزمون آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲ در گونه ارس و زرشک وحشی وجود ندارد اما این اختلاف برای گونه پلاخور و آلبالوی وحشی معنی‌دار بوده است. در سال ۱۴۰۰، یک‌پایه خشک‌شده از گونه ارس در پلات ۳ مشاهده شد که در دو سال بعد هیچ‌گونه اثری از آن باقی نماند.

جدول ۴. مقایسه وضعیت شادابی درخت و درختچه‌های در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲

آنالیز آماری شادابی برای گونه ارس				
شاخص	سال	میانگین	انحراف معیار	آنالیز آماری
رتبه‌دهی سلامت	۱۴۰۰	۱/۷ ^{ns}	۰/۷	$Z = -۰/۹۴۳$
	۱۴۰۲	۱/۵ ^{ns}	۰/۵	سطح معنی داری = ۰/۳۴۶
آنالیز آماری شادابی برای گونه پلاخور				
رتبه‌دهی سلامت	۱۴۰۰	۱/۶*	۰/۹	$Z = -۱/۲۱۲$
	۱۴۰۲	۱/۹*	۰/۵	سطح معنی داری = ۰/۰۲۶
آنالیز آماری شادابی برای گونه آلبالو وحشی				
رتبه‌دهی سلامت	۱۴۰۰	۱/۹*	۰/۷	$Z = -۲/۰۳۱$
	۱۴۰۲	۲/۳*	۰/۵	سطح معنی داری = ۰/۰۳۲
آنالیز آماری شادابی برای گونه زرشک وحشی				
رتبه‌دهی سلامت	۱۴۰۰	۱/۵ ^{ns}	۰/۸	$Z = -۰/۹۴۳$
	۱۴۰۲	۱/۷ ^{ns}	۰/۶	سطح معنی داری = ۰/۴۳۵

ns= از نظر آماری معنی‌دار نیست و علامت ستاره (*) یعنی در سطح ۹۵ درصد معنی دار است.



شکل ۴. وضعیت شادابی گونه‌ها در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲

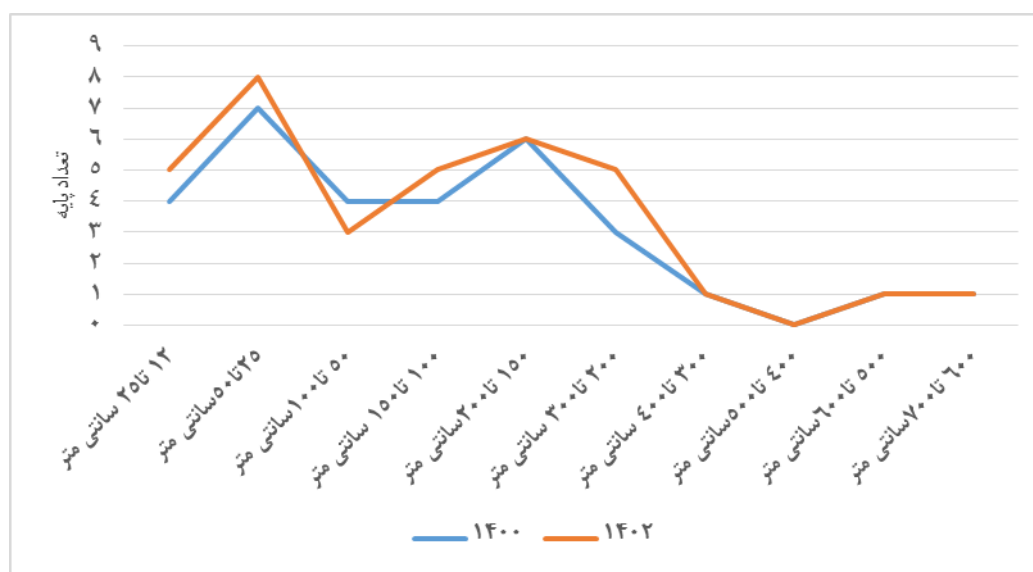
۳-۴. منحنی فراوانی در طبقات ارتفاع

منحنی فراوانی در طبقات ارتفاع برای گونه‌های ارس، پلاخور، آلبالوی وحشی و زرشک وحشی در شکل ۵ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تعداد پایه‌های کوچک و جوان کاهش یافته و منحنی به سمت همسال شدن پیش رفته است.

۳-۵. تراکم زادآوری

در قطعات نمونه مطالعه شده، زادآوری سه گونه ارس، آلبالوی وحشی و زرشک وحشی مشاهده شد. این گونه‌ها در سال‌های مختلف و در قطعات نمونه متفاوتی مستقر شده‌اند. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان زادآوری مربوط به گونه

آلبالوی وحشی است که در تمامی قطعات نمونه حضور داشته است، درحالی که گونه‌های ارس و زرشک وحشی در برخی سال‌ها و قطعات نمونه، به‌طور محدودتر مشاهده شده‌اند.



شکل ۵. منحنی فراوانی در طبقات ارتفاع گونه‌های ارس، پلاخور، آلبالوی وحشی و زرشک وحشی (این منحنی براساس کلیه پایه‌های موجود شامل زادآوری و پایه‌های بالغ رسم شده است)

نتایج نشان می‌دهد که زادآوری در قطعه نمونه ۴ در هیچ‌یک از سال‌های مطالعه ثبت نشده است. در مقابل، قطعات نمونه ۱، ۲ و ۳ دارای زادآوری بوده‌اند که میزان آن در طول سال‌ها تغییرات اندکی داشته است. بیشترین میزان زادآوری در قطعه نمونه ۳ ثبت شده است که گونه زرشک وحشی نیز در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ در این قطعه زادآوری داشته است. جزئیات زادآوری در قطعات نمونه مختلف و در سال‌های بررسی شده در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. تعداد زادآوری در قطعه نمونه‌های جیش‌آباد به تفکیک گونه و در سال‌های مطالعه

قطعه نمونه	سال	آلبالوی وحشی	ارس	زرشک وحشی	مجموع
۱	۱۴۰۰	۱	۰	۰	۱
	۱۴۰۱	۱	۰	۰	۱
	۱۴۰۲	۱	۰	۰	۱
۲	۱۴۰۰	۴	۱	۰	۵
	۱۴۰۱	۳	۱	۰	۴
	۱۴۰۲	۳	۱	۰	۴
۳	۱۴۰۰	۳	۱	۰	۴
	۱۴۰۱	۴	۱	۱	۶
	۱۴۰۲	۴	۱	۱	۶
۴	۱۴۰۰	۰	۰	۰	۰
	۱۴۰۱	۰	۰	۰	۰
	۱۴۰۲	۰	۰	۰	۰
کل	۱۴۰۰	۸	۲	۰	۱۰
	۱۴۰۱	۸	۲	۱	۱۱
	۱۴۰۲	۸	۲	۱	۱۱

۳-۶. قطر تاج و ارتفاع زادآوری

از بین درختچه‌های موجود مورد بررسی، متوسط قطر بزرگ و عمود بر تاج و ارتفاع زادآوری آلبالوی وحشی که در سال‌های مختلف زادآوری قابل توجهی داشت، مورد تجزیه قرار گرفت. گونه ارس در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲ فقط ۲ پایه، در سال ۱۴۰۱ فقط ۱ پایه زادآوری داشت. گونه زرشک وحشی نیز در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ فقط یک پایه زادآوری داشته است. تغییرات افزایشی نسبت به سال ۱۴۰۰ معنی‌دار است (جدول ۶).

جدول ۶. تغییرات ابعاد زادآوری در طول سه سال آماربرداری

تجزیه آماری ابعاد زادآوری در گونه آلبالوی وحشی				
شاخص	سال	میانگین	انحراف معیار	آنالیز آماری
قطر بزرگ تاج (سانتی‌متر)	۱۴۰۰	۲۷/۸۷ ^{ns}	۱۴/۹۱	۰/۶۵ = آزمون خی-دو
	۱۴۰۱	۳۳/۰۰ ^{ns}	۱۱/۴۴	۲ = درجه آزادی
	۱۴۰۲	۳۲/۸۸ ^{ns}	۱۶/۵۷	۰/۷۲ = سطح معنی‌داری
قطر عمود بر تاج (سانتی‌متر)	۱۴۰۰	۲۰/۲۵ ^{ns}	۱۱/۰۰	۰/۶۰۴ = آزمون خی-دو
	۱۴۰۱	۲۰/۲۵ ^{ns}	۱۱/۹۸	۲ = درجه آزادی
	۱۴۰۲	۲۴/۶۳ ^{ns}	۱۳/۵۴	۰/۷۴ = سطح معنی‌داری
ارتفاع (سانتی‌متر)	۱۴۰۰	۲۸/۷۵ ^{ns}	۱۵/۰۹	۰/۳۶ = آزمون خی-دو
	۱۴۰۱	۳۱/۶۳ ^{ns}	۱۱/۶۷	۲ = درجه آزادی
	۱۴۰۲	۳۲/۱۳ ^{ns}	۱۲/۷۷	۰/۸۴ = سطح معنی‌داری

۳-۷. سلامت زادآوری

وضعیت سلامت زادآوری گونه آلبالوی وحشی در سال‌های مورد مطالعه در جدول ۷ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تفاوت معنی‌داری در وضعیت سلامت نهال‌ها در سال‌های آماربرداری ایجاد نشده است.

جدول ۷. شادابی زادآوری گونه آلبالوی وحشی در سال‌های مورد مطالعه

آلبالوی وحشی		سال	شاخص
آنالیز آماری	انحراف معیار		
۱/۱۴ = آزمون خی-دو	۰/۴	۱۴۰۰	شادابی
۲ = درجه آزادی	۰/۴	۱۴۰۱	
۰/۵۷ = سطح معنی‌داری	۰/۵	۱۴۰۲	

۱ رقم نزدیک‌تر به یک نشان‌دهنده سلامت و شادابی بیشتر است.

۳-۸. منشأ زادآوری

کلیه زادآوری‌های گونه‌های آلبالوی وحشی، ارس و زرشک وحشی در قطعات مطالعه شده به‌صورت دانه‌زاد بوده‌اند (جدول ۸). این نتایج نشان می‌دهد که در تمامی سال‌ها، تکثیر این گونه‌ها از طریق دانه‌زاد صورت گرفته است و هیچ زادآوری شاخه‌زادی مشاهده نشده است.

۳-۹. زادآوری و گونه پرستار

اکثر زادآوری‌های گونه‌های آلبالوی وحشی، زرشک و ارس در قطعات مطالعه شده به‌صورت با پرستار و در برخی موارد بدون پرستار ثبت شده‌اند (جدول ۹).

آلبالوی وحشی: این گونه در تمامی سال‌ها (۱۴۰۰، ۱۴۰۱، ۱۴۰۲) به‌طور پیوسته با ۶ عدد زادآوری در گروه "پرستار ارس" و ۱ عدد در گروه "پایه مادری" و ۱ عدد در گروه "بدون پرستار" تکثیر یافته است.

ارس: این گونه در سال‌های ۱۴۰۰، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ هیچ زادآوری در گروه "بدون پرستار" نداشته است و در گروه "مادر" در هر سال زادآوری مشاهده شده است.

زرشک: این گونه در سال ۱۴۰۰ هیچ زادآوری نداشته، اما در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ در گروه "پرستار ارس" با ۱ عدد زادآوری مشاهده شده است. این داده‌ها نشان می‌دهند که تکثیر این گونه‌ها به‌طور عمده به‌صورت "دارای پرستار" انجام شده است (جدول ۹).

جدول ۸. منشأ زادآوری در سایت جیش‌آباد

گونه	سال	تعداد زادآوری	
		شاخه زاد	دانه‌زاد
آلبالوی وحشی	۱۴۰۰	۰	۸
	۱۴۰۱	۰	۸
	۱۴۰۲	۰	۸
ارس	۱۴۰۰	۰	۲
	۱۴۰۱	۰	۱
	۱۴۰۲	۰	۲
زرشک	۱۴۰۰	۰	۰
	۱۴۰۱	۰	۱
	۱۴۰۲	۰	۱

جدول ۹. تجدید حیات طبیعی گونه‌های آلبالوی وحشی، زرشک وحشی و ارس

گونه	سال	نوع پرستار		
		بدون پرستار	پایه مادری	ارس
آلبالوی وحشی	۱۴۰۰	۱	۱	۶
	۱۴۰۱	۱	۱	۶
	۱۴۰۲	۱	۱	۶
ارس	۱۴۰۰	۰	۲	۰
	۱۴۰۱	۰	۱	۰
	۱۴۰۲	۰	۲	۰
زرشک وحشی	۱۴۰۰	۰	۰	۰
	۱۴۰۱	۰	۰	۱
	۱۴۰۲	۰	۰	۱

*** پایه مادر: پایه پرستار هم‌گونه با نهال است و پرستار: پایه پرستار از گونه‌ای متفاوت است.

۴. بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که گونه پلاخور با میانگین تراکم ۳۶-۴۵ درصد در پلات‌های ۱، ۲ و ۳، نقش غالب در ترکیب گونه‌ای داشته است. این یافته با مطالعات Esmailzadeh و Noormohammadi (۲۰۱۸) در جنگل‌های زاگرس که بر نقش گونه‌های همراه در افزایش زادآوری تأکید داشتند، همسو است. همچنین، زادآوری موفق آلبالوی وحشی در تمام پلات‌ها (به‌ویژه در پلات ۳ با ۶ نهال در سال ۱۴۰۱) نشان‌دهنده سازگاری این گونه با شرایط میکروکلیمای ایجادشده توسط پایه‌های ارس است [۱۹]. تفاوت معنی‌دار زادآوری بین پلات‌ها عمدتاً تحت تأثیر عوامل توپوگرافی بود، به‌طوری که پلات ۳ با شیب ۳۶ درصد و جهت جنوب غربی، بیشترین تراکم زادآوری را داشت، درحالی که پلات ۴ با وجود شرایط مشابه جهت دامنه، به‌دلیل خاک‌های کم‌عمق

و فرسایشی فاقد زادآوری بود. این الگو با یافته‌های Jalali و همکاران (۲۰۱۸) در زاگرس که کاهش زادآوری را در شیب‌های جنوبی گزارش کردند، قابل‌توجیه است [۱۱]. همچنین، نقش پرستارها در موفقیت زادآوری (به‌ویژه ارس) که در ۸۰ درصد موارد مشاهده شد، تأییدکننده مطالعات Pourmajidian و همکاران (۲۰۱۵) در جنگل‌های هیرکانی است [۱۶]. با این حال، برخلاف انتظار، زادآوری ارس تنها در پایه‌های مادری مشاهده شد که احتمالاً به‌دلیل نیاز بذر این گونه به خراش‌دهی بذر یا تیمار (scarification) است. این محدودیت، لزوم توجه به روش‌های تقویت زادآوری مصنوعی را در کنار حفاظت از پایه‌های مادری برجسته می‌سازد [۱۶-۱۱]. پوشش زیر اشکوب، ساختار تاج‌پوش و ترکیب گونه‌ای در لایه‌های مختلف جنگل، از جمله عوامل کلیدی تأثیرگذار بر موفقیت زادآوری محسوب می‌شوند. در این راستا، حضور گونه‌های متنوع در لایه‌های زیرین می‌تواند از طریق بهبود شرایط خرد اقلیمی (مانند تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی و کاهش تابش مستقیم نور) به بقای نهال‌ها کمک کرده و همزمان منابع غذایی و فضای کافی برای استقرار گونه‌های جدید فراهم آورد [۲]. یافته‌های پژوهش حاضر نیز همسو با مطالعات Esmailzadeh و Noormohammadi (۲۰۱۸) و Adel و همکاران (۲۰۱۵) است که نشان دادند ترکیب متنوع پوشش گیاهی زیر اشکوب می‌تواند به‌عنوان محرکی در فرآیند تجدید حیات عمل کند و موجب افزایش تراکم و تنوع نهال‌های گونه‌های چوبی گردد [۵-۶]. در سایت مورد مطالعه (جیش‌آباد در شهرستان طارم)، بررسی‌ها نشان داد که فاکتورهای فیزیوگرافی مانند شیب، ارتفاع، جهت دامنه و ویژگی‌های خاک، نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان و کیفیت تجدید حیات گونه‌های درختی ایفا می‌کنند، که همسو با مطالعاتی دیگری است که به بررسی زادآوری گونه‌هایی مانند بنه، ارژن و بلوط پرداخته‌اند. بررسی‌ها توسط محققین مختلف نشان داد که زادآوری این گونه‌ها با محدودیت‌هایی روبه‌روست که منشأ آن را عوامل ترکیبی انسانی (مانند چرای دام و برداشت غیرمجاز) و طبیعی (مانند فقر مواد آلی خاک و شوری) عنوان نموده‌اند [۵، ۲۳].

مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که در مناطق با شیب‌های کمتر که از عمق خاک نسبتاً ضخیم‌تر برخوردار هستند، شرایط بهتری برای استقرار و رشد نهال‌ها فراهم شده است، درحالی‌که در شیب‌های تندتر و خاک‌های فقیر، میزان تجدید حیات به‌شدت کاهش یافته است. مطالعات پیشین نیز بر اهمیت مدیریت روشنه‌ها در بهبود شرایط تجدید حیات تأکید دارند. به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، روشنه‌ها به‌عنوان فضاهای باز در میان توده‌های جنگلی، امکان دسترسی بهتر به نور، بارندگی و تهویه مناسب را برای نهال‌ها فراهم می‌کنند و به‌ویژه در ترکیب با بقایای خشکه‌دارها، می‌توانند میکرورویشگاه‌هایی با شرایط مساعد برای استقرار بذرها ایجاد کنند [۱۲، ۲۲]. این نکته در مطالعات Jahdi و همکاران (۲۰۲۲) و Pourmajidian و همکاران (۲۰۱۵) در جنگل‌های شمال ایران نیز نشان داده شده است که ایجاد روشنه‌های کنترل‌شده می‌تواند به‌طور معنی‌داری تراکم و تنوع نهال‌ها را افزایش دهد [۱۷-۱۶].

مطالعه حاضر نشان داد پلات‌های ۱، ۲ و ۳ دارای زادآوری پایدارتری بودند (به‌ویژه پلات ۳ در ۱۴۰۰-۱۴۰۱) که با یافته‌های Smith و همکاران (۲۰۲۰) در مورد نقش کیفیت خاک در زادآوری همخوانی دارد. در مقابل، پلات‌های با ابعاد کوچک (Berkert microscope)، زادآوری کمتری نشان دادند که احتمالاً ناشی از محدودیت‌های رویشگاهی است [۲۳]. این تفاوت‌ها ضرورت مدیریت اختصاصی هر پلات را تأیید می‌کند. در منطقه جیش‌آباد طارم، زادآوری طبیعی گونه‌های درختی و درختچه‌ای به‌شدت تحت تأثیر حضور گونه‌های پرستار به‌ویژه ارس قرار دارد. این یافته با مطالعه Smith و همکاران (۲۰۱۳) که بر اهمیت عوامل محیطی در استقرار گونه‌های جنگلی تأکید داشتند، همسو است [۱۳]. در هر دو پژوهش، نقش محافظتی و تسهیل‌کننده‌ای که برخی گونه‌ها برای استقرار نهال‌های جوان ایفا می‌کنند، به‌وضوح مشاهده شده است. با این حال، تفاوت قابل توجهی در مکانیسم‌های شناسایی شده وجود دارد. هر دو مطالعه در نهایت بر این نکته توافق دارند که برای مدیریت پایدار این بوم‌سازگان حساس، باید به هر دو جنبه فیزیکی و زیستی محیط توجه شود [۲۴]. در سطح منطقه‌ای، به‌دلیل کاهش تعداد دام چرا کننده و ورود به موقع دام در منطقه، تأثیر این عامل در تخریب و تغییرات پوشش گیاهی چندان محسوس نبود اما، کاهش بارندگی و افزایش دمای سالیانه از چالش‌های اصلی برای زادآوری محسوب می‌شوند. مطالعه‌ای توسط Zhang و همکاران (۲۰۲۱) در جنگل‌های چین معتدل، اثرات منفی این تغییرات را بر کاهش تراکم نهال‌ها و کاهش توان بوم‌سازگان برای بازسازی طبیعی گزارش کرده است [۲۰]. شرایط مشابهی در ناحیه ایران-تورانی نیز مشاهده می‌شود که زنگ خطری برای آینده پایداری

این جنگل‌ها محسوب می‌گردد. در چنین شرایطی، استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی و گرما، مانند گونه‌های چارچوبی و نیز برنامه‌های احیای مبتنی بر بانک بذر خاک، می‌تواند راهبردی مؤثر در حفظ و بازیابی ساختار جنگل باشد [۲۳، ۱۴]. علاوه بر عوامل اکولوژیک، ابعاد مدیریتی نیز در تعیین موفقیت یا شکست تجدید حیات طبیعی بسیار اثرگذار هستند. کنترل چرا و برنامه‌ریزی چراگاه‌ها، کاهش برداشت‌های غیرمجاز و ارتقاء آگاهی بهره‌برداران محلی، به‌ویژه در زمینه نقش بوم‌سازگانی جنگلی در حفظ منابع آب‌و خاک، از مهم‌ترین اقدامات مدیریتی به شمار می‌روند [۲۱، ۱۱]. مشارکت جوامع محلی در فرآیندهای حفاظت و احیا، به‌ویژه در مناطق تحت فشار، مانند طارم، می‌تواند نقش به‌سزایی در حفظ پایداری محیط زیستی و افزایش انگیزه محافظت از منابع طبیعی داشته باشد [۱۴]. در نهایت، براساس یافته‌های تحقیق حاضر و هم‌راستا با مطالعات داخلی و بین‌المللی، می‌توان نتیجه گرفت که تجدید حیات موفق گونه‌های چوبی در ناحیه ایران-تورانی نیازمند رویکردی چندبُعدی است که در آن، ترکیب عوامل اکولوژیک (پوشش زیر اشکوب، ویژگی‌های خاک، روشنه‌ها، بانک بذر) و مدیریتی (کنترل چرا، بهره‌برداری پایدار، مشارکت جوامع محلی) مورد توجه قرار گیرد. تنها از طریق درک جامع و یکپارچه از فرآیندهای زادآوری و به‌کارگیری روش‌های مدیریت تطبیقی، می‌توان امید داشت که جنگل‌های این ناحیه در برابر تغییرات اقلیمی و فشارهای انسانی مقاومت کرده و پایداری بلندمدت خود را حفظ نمایند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی تجدید حیات طبیعی گونه‌های چوبی در رویشگاه‌های ناحیه ایران-تورانی، به‌ویژه در منطقه جیش‌آباد شهرستان طارم با اقلیم نیمه‌خشک، نشان داد که پایداری و بازسازی جنگل‌های نیمه‌خشک مستلزم در نظر گرفتن هم‌زمان عوامل اکولوژیک و مدیریتی است. موفقیت زادآوری گونه‌هایی نظیر بنه، ارژن و بادام‌کوهی، ارتباط مستقیمی با ویژگی‌های توپوگرافی، ترکیب پوشش زیراشکوب، کیفیت خاک، شدت روشنه‌ها و نیز سطح فشارهای انسانی نظیر چرای دام و بهره‌برداری دارد. در این پژوهش، قطعات نمونه با شیب، جهت دامنه و ارتفاع متفاوت انتخاب شدند تا امکان بررسی مقدماتی اثرات فیزیوگرافی فراهم شود. یافته‌ها نشان دادند که قطعه دارای شیب بالاتر (قطعه ۳) با جهت جنوب غربی، دارای بالاترین میزان زادآوری بود، در حالی که قطعه ۴ با وجود جهت مشابه، به‌دلیل خاک کم‌عمق و فرسایشی فاقد زادآوری بود. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده تأثیر احتمالی ترکیب عوامل فیزیوگرافی و خاک در موفقیت استقرار نهال‌ها است. با این حال، باید تأکید شود که در این فاز از مطالعه، تحلیل آماری مستقلی برای تفکیک اثرات هر یک از متغیرهای فیزیوگرافی به‌صورت جداگانه انجام نشده و تنها بر مبنای تفاوت بین قطعات بحث شده است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در ادامه پایش قطعات نمونه دائمی، بررسی‌های آماری هدفمندتر (مانند رگرسیون چندمتغیره یا تحلیل واریانس سلسله‌مراتبی) برای تحلیل دقیق‌تر نقش شیب، جهت، ارتفاع و سایر عوامل محیطی انجام گیرد.

از این‌رو، اقدامات مدیریتی نظیر کنترل چرای دام، محدودسازی برداشت غیرمجاز، احیای بانک بذر خاک و افزایش آگاهی و مشارکت جوامع محلی، باید به‌صورت تلفیقی در دستور کار نهادهای متولی منابع طبیعی قرار گیرد. همچنین، انجام مطالعات تکمیلی در زمینه تعیین آستانه‌های نوری، رطوبتی و رقابتی برای هر گونه چوبی، می‌تواند به بهبود برنامه‌های احیاء و توسعه جنگل‌های ناحیه کمک شایانی کند.

۶. منابع

- [1] Eshaghi Rad, J. (2014). Investigation of understory vegetation diversity in pure and mixed beech stands in Kheiroud forest, Nowshahr. *Iranian Journal of Forest*, 6(1), 75-86.
- [2] Yu, M. & Sun, O.-J. (2013). Effects of forest patch type and site on herb-layer vegetation. *Forest Ecology and Management*, 300(1), 14-20.

- [3] Germany, M. S., Bruelheide, H. & Erfmeier, A. (2017). Limited tree richness effects on herb layer composition, richness and productivity. *Journal of Plant Ecology*, 10(1), 190-200.
- [4] Jahani, A. (2016). Modeling canopy density distribution in environmental assessments using artificial neural networks. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(2), 310-322. (In Persian)
- [5] Esmaeilzadeh, A., Nourmohammadi, K., Asadi, H. & Yousefzadeh, H. (2014). Floristic study of the forests of Salahoddin Kala, Nowshahr. *Journal of Taxonomy and Biosystematics*, 6(2), 37-54. (In Persian)
- [6] Adel, M.N., Pourbabaei, H., Omid, A., Dey, D. & Omid, A. (2015). Evaluation of herbaceous species diversity in not harvested beech forest. *Journal of Plant Research*, 27(4), 681-690.
- [7] Gheibi, F., Akbarinia, M. & Kooch, Y. (2015). Effect of plantations on plant diversity in Hyrcanian Forest. *Biodiversitas*, 16(1).
- [8] Ampoorter, E., Baeten, L., Vanhellemont, M., Bruelheide, H., Scherer-Lorenzen, M., Baasch, A., Erfmeier, A., Hock, M., & Verheyen, K. (2015). Disentangling tree species identity and richness effects on the herb layer. *Journal of Vegetation Science*, 26(4), 742-755.
- [9] Aghajanlou, F. & Akbarzadeh, P. (2025). Evaluation of rangeland vegetation cover changes in relation to climatic indices (Case study: Badamestan rangelands, Tarom County). *Rangeland*, 19(1), 16-35. (In Persian)
- [10] Zolfeghari, E., Marvi Mohajer, M. R., & Namiranian, M. (2007). Impact of dead trees on natural regeneration in forest stands (Chelir district, Kheiroudkenar, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(3), 234-240. (In Persian)
- [11] Jalali, S. G., Pourhashami, M., & Zanganeh, H. (2018). Oak regeneration in relation to livestock grazing intensity in Zagros. *Journal of Ecology and Forest Management*, 10(1), 1-12. (In Persian)
- [12] Mohambati, F., Eshaghi Rad, J., & Parhizkar, P. (2024). Effect of gap size on herbaceous species diversity and soil properties in beech forests with different management histories in Mazandaran and Gilan provinces. *Journal of Forest and Range Development*, 10(3), 343-361. (In Persian).
- [13] Smith, A., Jones, B. & Lee, C. (2017). Forest regeneration dynamics: A global perspective. *Forest Ecology*, 45(2), 105-115.
- [14] Chazdon, R.L., Brancalion, P.H.S., Laestadius, L., Bennett-Curry, A., Buckingham, K., Kumar, C., dos Santos, B.S., Bayol, N., de Souza, S.M., Rodrigues, R.R., & Wilson, S.J. (2020). Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. *Science Advances*, 6(3), eaax1833.
- [15] Mohammadzadeh, M.V., Tarahi, A.A., Bagheri, F. & Moallemi, N. (2016). Natural regeneration evaluation of *Dalbergia Sissoo* Roxb. in Khuzestan province. *Wood and Forest Science and Technology Research*, 4(2), 1-15. (In Persian)
- [16] Pourmajidian, M.R., Zahedi Amiri, G.D., Jalilvand, H. & Mirdar Harijani, M. (2015). Study of natural regeneration gaps caused by drought in an unmanaged beech forest (Case study: Sarijemand-Golband). *Journal of Environmental Science and Technology*, 2(66): 1-14. (In Persian)
- [17] Jahdi, R., Hasanzadeh Navroodi, M. & Hasannezhad, M. (2022). Quantitative and qualitative characteristics and regeneration status in natural and planted forests of Lomer Asalem. *Journal of Forest and Range Research*, 16(2), 235-248. (In Persian)
- [18] Esmaeilzadeh, A., Nourmohammadi, K., Asadi, H. & Yousefzadeh, H. (2014). Floristic study of the forests of Salahoddin Kala, Nowshahr. *Journal of Taxonomy and Biosystematics*, 6(2), 37-54. (In Persian)
- [19] Esmaeilzadeh, A. & Nourmohammadi, K. (2017). Changes in biodiversity indices in plant ecological groups along an altitudinal gradient. *Applied Biology of Iran*, 31(1), 303-321. (In Persian)
- [20] Zhang, Q., Li, W. & Xu, J. (2021). Climate change and its effects on tree regeneration in temperate forests of China. *Global Change Biology*, 27(5), 987-999.
- [21] Kumar, P., Sharma, R. & Singh, A. (2022). Sustainable grazing management enhances forest regeneration in Himalayan temperate forests. *Ecological Applications*, 32(1), e02456.
- [22] Wang, Y., Chen, L. & Zhao, X. (2023). Effects of canopy gaps on regeneration dynamics of shade-tolerant tree species in temperate forests. *Forest Ecology and Management*, 525(Part B), 120607.

- [23] Silva, J.S., Oliveira, M.L. & Santos, F.R. (2021). Protected areas promote higher tree seedling diversity in Amazonian rainforests. *Journal of Tropical Ecology*, 37(3), 165-178.
- [24] Sedighi, F., Taheri abkenar, K. & 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). *Forest Research and Development*, 6(1), 29-42.
- [25] Zanzan Meteorological Administration. (2024). Annual climate report of Zanzan province. Zanzan, Iran: Author.
- [26] Iranian-Turanian Forests Research Team. (2024). Phase 1 field studies report on *Juniperus excelsa* ecosystems. Tehran: Iran Forest Research Institute.
- [27] Asgari, R. (2003). Flora of Iran (Vols. 1–5). Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands.
- [28] Ghahraman, A. (1992–2004). Colored Flora of Iran (Vols. 1–26). Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands.