مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۹ شماره ۱، صفحه ۱۷۷-۱۶۷ (۱۴۰۰)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfrpr.2021.354186.1476
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350859.1400.19.1.12.9

اثر قرق بر تراکم و تنوع گونه‌ای زادآوری طبیعی در توده‌های جنگلی آمیخته رویشگاه ارسباران

رؤیا عابدی[1*]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

پست الکترونیک: royaabedi@tabrizu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۳

چکیده

زادآوری طبیعی، ضامن تداوم جمعیت گونه‌ها و حفاظت از تنوع زیستی در توده‌های جنگلی و گامی مهم در پویایی جنگل و توسعه پایدار است. حفظ درختان مادری برای ایجاد منبع بذر، همچنین فراهم کردن شرایط مطلوب برای زادآوری ضروریست. به منظور ارزیابی اثر قرق بلندمدت (بیش از ۲۰ سال) بر تراکم و تنوع زادآوری طبیعی، دو رویشگاه جنگلی شامل توده قرق‌شده و توده شاهد انتخاب و در هر رویشگاه، تعداد شش قطعه نمونه به مساحت یک هکتار (۱۰۰ متر × ۱۰۰ متر) مورد اندازه‌گیری و شمارش زادآوری قرار گرفتند. تراکم (تعداد در هکتار) حضور زادآوری‌ها براساس ارتفاع آنها، در چهار طبقه شامل نونهال، نهال کوچک، نهال بزرگ شاخه‌زاد و نهال بزرگ دانه‌زاد در داخل قطعه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. درنهایت شاخص‌های غنا، تنوع و یکنواختی برای هر رویشگاه محاسبه و تحلیل آماری شدند. نتایج بررسی تراکم نشان داد که تراکم زادآوری گونه‌های اصلی شامل بلوط (۱۴۸/۵۸) و افرا (۱۵۲/۵۸) در منطقه قرق‌شده بدون تفاوت معنی‌داری بیشتر از منطقه شاهد (به‌ترتیب ۱۳۶/۷۵ و ۱۵۱/۱۳) بود. اما تراکم گونه ممرز و سایر گونه‌های همراه در منطقه قرق (به‌ترتیب ۱۶۸/۴۵ و ۲۵/۲۱) با منطقه شاهد (به‌ترتیب ۱۲۱/۷۹ و ۱۰۴/۶۷) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند. انواع طبقات زادآوری در منطقه قرق‌شده به‌طور معنی‌داری فراوانی بیشتری داشتند، به‌جز نهال‌های بزرگ شاخه‌زاد که در منطقه شاهد (۸۱/۱۷) فراوانی بیشتر و معنی‌داری نسبت به قرق (۲۰/۵) داشت. مقادیر شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون و سیمپسون معکوس (به‌ترتیب ۱/۲۰۱، ۰/۶۸۳ و ۳/۱۸۹) و یکنواختی (۰/۹۳۲) در منطقه قرق‌شده با تفاوت معنی‌داری از منطقه شاهد (به‌ترتیب ۰/۳۱۹، ۰/۷۲۶، ۳/۷۰۲ و ۰/۹۸۵) کمتر بودند، اما شاخص غنا تفاوت معنی‌داری بین دو رویشگاه قرق و شاهد (به‌ترتیب ۳/۶۷ و ۳/۸۳) نداشت ($p\geq$ ۰/۰۵). براساس نتایج حاصل از این پژوهش، بررسی‌هایی در زمینه تعیین طول مدت بهینه قرق به‌منظور جلوگیری از کاهش تنوع زیستی، موفقیت‌آمیز بودن فرایند ترمیم توده و تقویت زادآوری طبیعی به‌عنوان روشی مقرون‌به‌صرفه برای بهبود کیفیت توده‌های جنگلی و همچنین بررسی اثر قرق بر بانک بذر خاک در منطقه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زادآوری، شاخص تنوع گونه‌ای، نونهال، نهال.

مقدمه

وسعت جنگل‌های جهان طی ۳۰ سال گذشته ۴/۲ درصد کاهش یافته است و از ۴۲۳۸ میلیون هکتار به ۴۰۶۰ ملیون هکتار رسیده است و جنگل‌ها هم‌اکنون تنها ۳۱ درصد از سطح خشکی‌های زمین را شامل می‌شوند (Abbas *et al.*, 2021). دلایل این کاهش عواملی مانند کاهش بانک بذر

درختان مادری و کاهش زادآوری طبیعی موفق بیان شده است تا افزایش تنوع زیستی و پایداری اکوسیستم تضمین شود. زادآوری طبیعی، مسئول تداوم جمعیت گونه‌ها در توده های جنگلی و حفاظت از تنوع زیستی آن است (Abbas *et al*., 2021; Bezerra *et al*., 2021) و فرایندهایی مانند بازسازی جنگل و ذخیره کربن، جریان مواد غذایی را در اکوسیستم جنگل به سرانجام می‌رساند. بنابراین، درک چگونگی تأثیر تجدید حیات گونه‌های جنگلی، ابزاری کلیدی برای دستیابی به پایداری این فرایندها در اکوسیستم جنگل است (Talamo *et al*., 2020).

آینده یک جنگل طبیعی وابسته به وضعیت کنونی زادآوری آن است، به‌عبارت‌دیگر زادآوری درختان تضمین کننده تداوم حیات جنگل‌ها است و آنچه امروزه به‌عنوان جنگل یا توده‌های جنگلی طبیعی وجود دارد، درواقع نتیجه تحول و تکامل زادآوری موفق آن در دوره‌های گذشته بوده است. به همین دلیل ایجاد هرگونه تغییر در زادآوری، سیمای توده‌های جنگلی را دگرگون می‌کند. زادآوری طبیعی از مهمترین عوامل مؤثر بر بقا و پایداری جنگل‌های طبیعی تلقی می‌شود. بنابراین، شناخت عوامل مؤثر بر روند استقرار زادآوری گونه‌های جنگلی می‌تواند در شناخت بهتر مراحل مختلف توالی این اکوسیستم مؤثر باشد. تجدید حیات جنگل، فرایندی پویا است که درنتیجه استقرار و رشد انواع زادآوری، به مرور زمان درختان جدیدی به جمعیت درختان بالغ اضافه می‌شود. ازاین‌رو بررسی وضعیت کمّی زادآوری می‌تواند در جلوگیری از کاهش سطوح جنگل‌ها در آینده و توسعه پایدار جنگل به‌عنوان یکی از بهترین راه‌حل‌های ممکن به‌شمار آید (Bayat *et al*., 2017).

در دهه‌های گذشته با حرکت به سمت سیستم‌های مدیریتی نزدیک به طبیعت، به‌ویژه در جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده، روش‌های مدیریتی از منظر اکولوژیکی و کمک به زادآوری طبیعی توده، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Tinya *et al*., 2020)، زیرا اولین گام در مدیریت همگام با طبیعت در توده های جنگلی، شناخت و درک پویایی توده‌های طبیعی است. در این رویکرد از برنامه‌های مدیریتی جنگل تلاش می‌شود با کشف چگونگی رخدادهای طبیعی مانند سازوکار تجدید حیات در توده‌ها، ضمن شناخت صحیح از الگوهای موجود برای بهبود عملیات پرورشی در جنگل استفاده شود (Mohammadi *et al*., 2014). در توده‌های طبیعی که در معرض تخریب بوده‌اند، تابش شدید نور به‌دلیل تخریب تاج، دمای بالا، سرعت زیاد باد، کم شدن رطوبت هوا، آسیب به بافت‌های گیاهی و کاهش فتوسنتز، همواره زادآوری ناموفق بوده است. از سوی دیگر، روش‌هایی مانند جنگل‌کاری مصنوعی نیز سبب ایجاد توده‌های همسال و کاهش تنوع زیستی خواهند شد. ازاین‌رو کمک به زادآوری در توده‌های طبیعی روشی بسیار مؤثر خواهد بود. هدف ایجاد توده‌های ناهمسال با ساختار ناهمگن و متنوع، با ترکیب و پراکنش سنی و قطری ناهمسال سبب تضمین تنوع زیستی و ایجاد زیستگاهی پایدار خواهد شد و در این شرایط است که جنگل‌ها تأمین‌کننده خدمات اکوسیستم هستند و عملکرد چندگانه جنگل‌ها تضمین می‌شود. ایجاد زادآوری در توده‌های طبیعی برای گونه‌های غالب درختی در توده، تأمین‌کننده توسعه پایدار پوشش جنگلی است. برای رسیدن به این اهداف روش‌های مختلف حفاظتی مناسب خواهد بود. در حقیقت، حفاظت، راهبرد حفظ درختان مادری برای ایجاد منبع بذر، همچنین فراهم کردن شرایط مطلوب برای زادآوری است. تجدید حیات توده‌های طبیعی گامی مهم در پویایی جنگل و مدیریت پایدار آن است. زادآوری طبیعی یکی از راه‌های رسیدن به این هدف است که شامل مراحل تولید بذر، پراکنش بذرها، جوانه‌زنی و بقای نونهال است. به‌عبارت‌دیگر زادآوری از سه جنبه استقرار، زنده‌مانی و رویش مهم است (Tinya *et al*., 2020) که هر یک از این مراحل توسط عوامل دیگری تحت تأثیر قرار می‌گیرند. ظهور و بقای زادآوری به شرایط محیطی مطلوب مانند کلیمای (دما و رطوبت) خاک، دمای خاک و نور بستگی دارد. این شرایط از طریق عوامل زنده و غیرزنده مانند درختان اشکوب بالا، گونه‌های علفی کف جنگل و جمعیت علف‌خواران تعیین می‌شود. درنتیجه موفقیت یا شکست زادآوری طبیعی، بستگی زیادی به شرایط محیطی آن دارد. درک فرایندها و شرایط حضور زادآوری طبیعی بسیار مهم است. قطع درختان اشکوب‌های بالاتر نقطه آغاز زادآوری

طبیعی است. به‌طوری‌که میزان بسته بودن تاج‌پوشش عامل مهمی است که زادآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. قطع کنترل‌شده می‌تواند ضمن تأمین بذر برای ادامه زادآوری طبیعی، رطوبت مناسب، دسترسی به نور و رقابت نوری را در کف جنگل فراهم کند و سبب افزایش غنا و فراوانی تنوع زیستی شود (Guignabert *et al*., 2020).

موضوع زادآوری در توده‌های جنگلی به‌دلیل اهمیت موضوع در تضمین توسعه پایدار جنگل‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه محققان داخلی و خارجی قرار گرفته است. میزان موفقیت زادآوری طبیعی در ارتباط با روش‌های مختلف حفاظت در جنگل در توده‌های بلوط و ممرز در شمال‌شرق مجارستان توسط Tinya و همکاران (۲۰۲۰) بررسی شد، آنان نشان دادند که میزان فراوانی بذر درختان در جنگل‌های تحت حفاظت بسیار بیشتر بود. به‌نحوی‌که رویش بذرها به‌عنوان نونهال در توده‌هایی که به‌دلیل قطع دارای حفره تاجی بودند، بیشتر و فراوانی زادآوری سایه پسند نیز در توده‌های حفاظت‌شده بسیار بیشتر بود. بررسی زادآوری گونه *Castanea sativa* تحت مدیریت شاخه‌زاد در دوره پنج‌ساله در شمال‌شرق ایتالیا توسط Marcolin و همکاران (۲۰۲۰) از نظر وضعیت کمّی و کیفی نشان داد که در دو سال ابتدایی، زادآوری شاخه‌زاد بسیار تحت‌الشعاع زادآوری دانه‌زاد بود و بعد از آن، تنها در بخش‌های حاشیه‌ای جنگل موفق عمل خواهد کرد، زیرا سایه حاصل از اشکوب بالا اثر بازدارنده‌ای بر نهال‌های شاخه‌زاد خواهد داشت. تأثیر قرق ده‌ساله بر غنای گونه‌های علفی و درختچه‌ای در جنگلی در کشور فرانسه در مقایسه با مناطق قرق‌نشده توسط Boulanger و همکاران (۲۰۱۷) بررسی و نتیجه‌گیری شد که لایه علفی در مناطق قرق‌نشده ۱۵ درصد غنای گونه‌ای بیشتر و لایه درختچه‌ای از ۱۷ درصد غنای کمتری برخوردار بود. وجود گونه‌های نورپسند در منطقه قرق‌نشده بیشتر بود و در منطقه قرق‌شده لایه درختچه‌ای تراکم بیشتری داشت. در پژوهشی دیگر، Laurent و همکاران (۲۰۱۷) اثر قرق را در پویایی پوشش زیراشکوب طی دوره هشت ساله در جنگل‌های شمال‌شرقی فرانسه بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد طی دو سال ابتدایی قرق، مقدار فراوانی زادآوری تحت تأثیر رویش گونه‌های علفی کاهش یافت، اما با رویش گونه‌های سایه‌پسند و افزایش سایه‌اندازی تاج‌پوشش تأثیر کاهش رویش زادآوری بیشتر می‌شود و عملیاتی مانند تنک‌کردن را در این توده‌ها پیشنهاد کردند. بررسی اثر حفاظت به‌صورت قرق در ناحیه اکوتون جنگلی نشان داد، منطقه قرق‌نشده از تنوع زیستی بیشتری برخوردار بود، اما فراوانی گونه‌ها تحت قرق افزایش داشت که با افزایش ارتفاع از سطح دریا این تنوع کاهش یافت (Davies & Bodrat, 2015). مطالعه زادآوری در جنگل ارسباران نیز توسط Abedi (۲۰۱۹) تأثیر معنی‌دار ویژگی های ساختاری توده شامل تراکم، سطح مقطع و تاج‌پوشش درختان را بر زادآوری گونه*Acer campestre* نشان داد. همچنین بررسی وضعیت زادآوری طبیعی گونه *Quercus macranthera* تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا در جنگل ارسباران نشان داد که افزایش ارتفاع سبب افزایش کیفیت زادآوری از شاخه‌زاد به دانه‌زاد خواهد شد (Safari *et al*., 2018). بررسی اثر قرق در استان چهارمحال و بختیاری در رویشگاه گونه ارس توسط Jahanbazi Gojani و Iranmanesh (۲۰۱۴) نشان داد که پوشش گیاهی منطقه قرق دارای تنوعی سه برابر منطقه خارج از قرق بود و گونه های گیاهی مهاجم در داخل قرق به‌صورت نادر و در خارج از قرق با ضرایب فراوانی و غلبه بالا پراکنش داشتند.

منطقه ارسباران در شمال‌غرب کشور و شمال استان آذربایجان‌شرقی واقع شده است که از یکسو با کوه‌های قفقاز احاطه شده و از سوی دیگر در تلاقی با رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس موجب ایجاد تنوع در عوامل محیطی در منطقه شده است، این موضوع سبب ایجاد رویشگاه‌های طبیعی با تنوع زیستی منحصربه‌فرد در ارسباران شده است. به‌طوری که این منطقه با داشتن تنها ۸ درصد از مساحت کل کشور، بیش از ۱۰ درصد گونه‌های گیاهی را به خود اختصاص داده و به منطقه‌ای منحصربه‌فرد از نظر تنوع گونه‌ای تبدیل شده است (Abedi, 2019, 2021). با وجود اهمیت این موضوع، هنوز اطلاعات زیادی از وضعیت زادآوری طبیعی

در جنگل‌های ارسباران در اختیار نداریم. هدف این مطالعه، ارزیابی کمّی اثر یک قرق بلندمدت بر تراکم و تنوع لایه زادآوری با تمرکز بر گونه‌های اصلی توده‌های طبیعی ارسباران و پاسخ زادآوری به شرایط قرق بلندمدت بود تا اطلاعات مناسبی از وضعیت زادآوری طبیعی گونه‌های درختی ارسباران فراهم شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

جنگل‌های ارسباران واقع در شمال‌غرب ایران و شمال استان آذربایجان‌شرقی ازجمله جنگل‌های با پوشش درختان پهن‌برگ خزان‌کننده و آمیخته از گونه‌های درختی اصلی شامل بلوط سیاه، بلوط سفید، ممرز، افرا و بسیاری از گونه‌های درختچه‌ای است. این منطقه به‌دلیل تنوع گیاهی یکی از ذخیره‌گاه‌های حفاظت‌شده در کشور محسوب می شود (Sagheb Talebi *et al*., 2014). مناطق مورد مطالعه شامل توده‌ای با قرق ۲۰ ساله، در مختصات ۳۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی تا ۴۷ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و منطقه شاهد و بدون شرایط قرق، در مختصات ۳۸ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۰ دقیقه طول شرقی بودند.

روش پژوهش

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات فراوانی زادآوری در هر منطقه قرق‌شده و شاهد، تعداد شش قطعه نمونه مربعی به مساحت یک هکتار (۱۰۰ متر × ۱۰۰ متر) برای شمارش تعداد کل زادآوری و اندازه‌گیری ارتفاع آنها انتخاب شد. زادآوری‌ها به تفکیک نوع گونه‌های اصلی شامل بلوط اوری (*Quercus macranthera*)، ممرز (*Carpinus betulus*)، افرای کرب (*Acer campestre*) و سایر گونه‌های درختی همراه شامل گیلاس، فندق، آلوچه، سیب و گردو در چهار طبقه رویشی شامل زادآوری نهال بزرگ با ارتفاع بیشتر از ۱۳۰ سانتی‌متر و قطر برابر سینه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر با منشأ دانه‌زاد (Standard Large Sapling: SLS)، نهال بزرگ با منشأ شاخه‌زاد (Coppice Large Sapling: CLS)، نهال کوچک با ارتفاع بین ۳۰ تا ۱۳۰ سانتی‌متر (Small Sapling: SS) و نونهال با ارتفاع کمتر از ۳۰ سانتی‌متر (Seedling: S) در هر قطعه نمونه شمارش شدند (Yang *et al*., 2014; Bayat *et al*., 2017; Safari *et al*., 2018; Abedi, 2019). درنهایت آزمون کولموگروف- اسمیرنوف به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها انجام شد. تحلیل آماری میانگین فراوانی به روش تجزیه واریانس با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد بین رویشگاه‌ها و طبقات زادآوری‌ها انجام گردید. محاسبه شاخص‌های تنوع، شامل غنای گونه (تعداد گونه در هر قطعه نمونه)، شاخص‌های شانون، سیمپسون، سیمپسون معکوس و یکنواختی گونه‌ای به‌ترتیب و براساس رابطه‌های ۱ تا ۴ تحت بسته نرم‌افزاری BiodiversityR Version 2.12-3 (Kindt & Coe, 2005) در محیط نرم‌افزار R انجام شد. این شاخص‌ها با استفاده از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری ۵ درصد، در دو رویشگاه با یکدیگر مقایسه شدند. تمام تحلیل های آماری تحت بسته نرم‌افزاری Rcmdr Version 2.7-1 (Fox & Bouchet-Valat, 2020) در محیط نرم‌افزار R انجام شد.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(p_i)(Ln\, p_i) \qquad \text{رابطه ۱}$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \qquad \text{رابطه ۲}$$

$$D^{-1} = \frac{1}{D} \qquad \text{رابطه ۳}$$

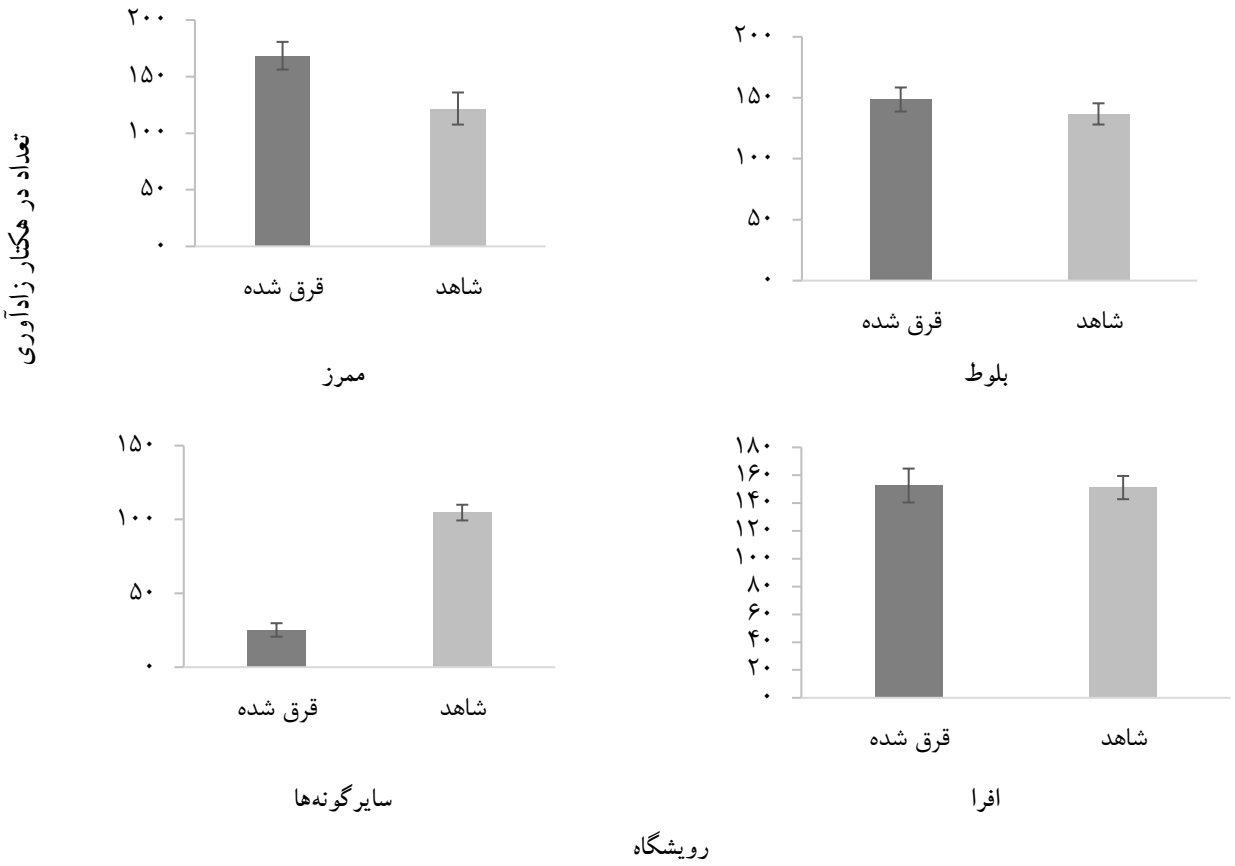
$$E = \frac{e^{H'}}{S} \qquad \text{رابطه ۴}$$

که در این روابط H': شاخص شانون، D: شاخص سیمپسون، D-1: شاخص سیمپسون معکوس، E: شاخص یکنواختی شانون، S: غنای گونه (تعداد گونه)، p_i نسبت افراد گونه i به کل، n_i: تعداد افراد گونه i و N: تعداد کل افراد نمونه است (Krebs, 1989; Kindt & Coe, 2005).

نتایج

تراکم (فراوانی تعداد در هکتار) زادآوری گونه بلوط در

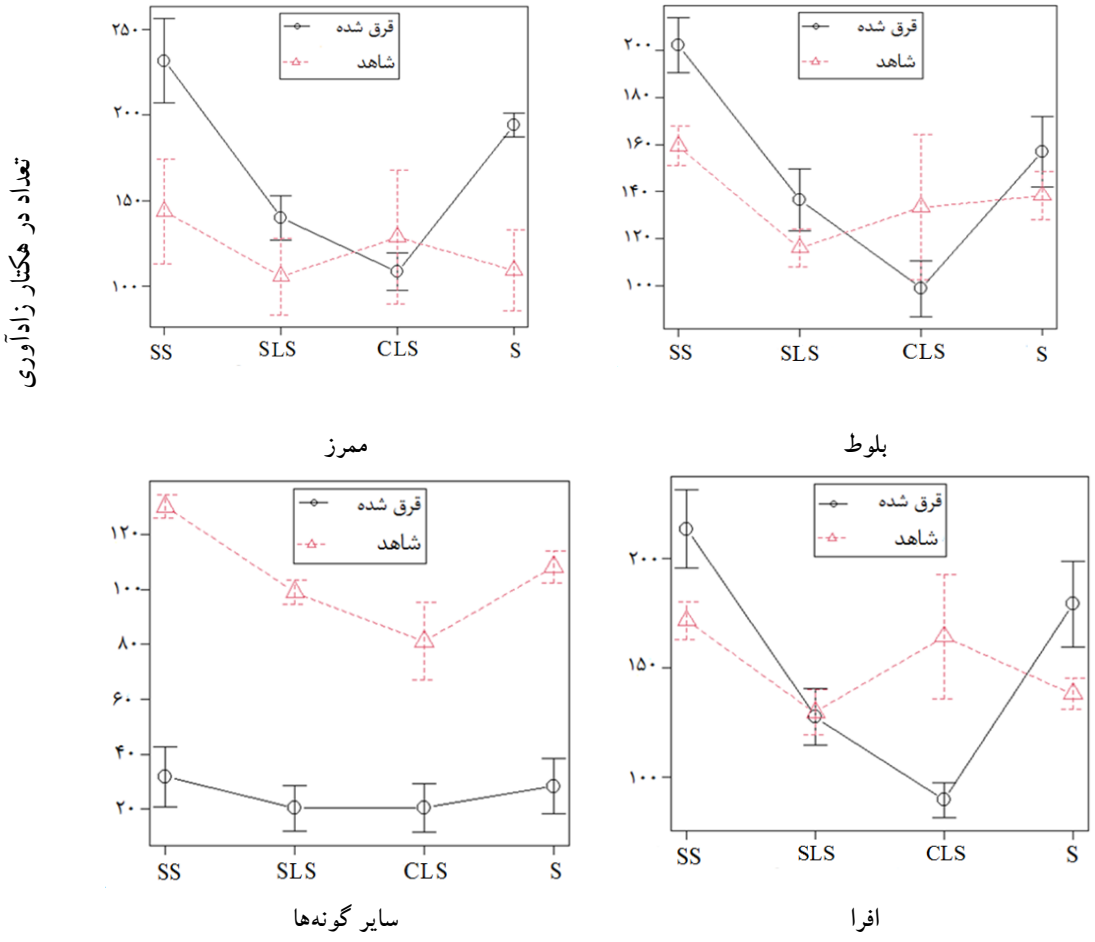
منطقه قرق‌شده با میانگین ۹/۸۶ ± ۱۴۸/۵۸ پایه در هکتار اندکی بیشتر از منطقه شاهد با تراکم ۸/۷۱ ± ۱۳۶/۷۵ پایه در هکتار بود که براساس نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها، این تفاوت معنی‌دار نبود (p≥ ۰/۰۵). میانگین زادآوری کل گونه ممرز در منطقه قرق شده برابر با ۱۲/۲۴ ± ۱۶۸/۴۵ پایه در هکتار و به‌طور معنی‌داری بیشتر از منطقه شاهد با میانگین ۱۴/۱۸ ± ۱۲۱/۷۹ پایه در هکتار بود (p≤ ۰/۰۵). زادآوری گونه افرا در منطقه قرق شده ۱۲/۱۹ ± ۱۵۲/۵۸ پایه در هکتار و در منطقه شاهد با اندکی کاهش ۸/۳۵ ± ۱۵۱/۱۳ پایه در هکتار بود که این تفاوت نیز بنابر نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها معنی‌دار نبود (p≥ ۰/۰۵)؛ اما سایر گونه‌های همراه در منطقه قرق شده تنها ۴/۵۷ ± ۲۵/۲۱ پایه در هکتار بود که با تفاوت معنی‌داری کمتر از منطقه شاهد با تراکم ۵/۳۱ ± ۱۰۴/۶۷ پایه در هکتار بود (شکل ۱ و جدول ۱).



شکل ۱- میانگین فراوانی تعداد در هکتار زادآوری بلوط، ممرز، افرا و سایر گونه‌ها در دو رویشگاه قرق‌شده و شاهد

میانگین فراوانی تعداد در هکتار بر حسب نوع زادآوری که در شکل ۲ نمایش داده شده است، نشان داد که نونهال، نهال کوچک و نهال بزرگ دانه‌زاد گونه بلوط در منطقه قرق (به‌ترتیب با ۱۵۷، ۲۰۲/۳۳ و ۱۳۶/۳۳ پایه در هکتار) نسبت به منطقه شاهد (به‌ترتیب با ۱۳۸/۳۳، ۱۵۹/۳۳ و ۱۱۶ پایه در هکتار)، همچنین گونه ممرز در منطقه قرق (به‌ترتیب با ۱۹۴، ۲۳۱/۶۷ و ۱۳۹/۸۳ پایه در هکتار) نسبت به منطقه شاهد (به‌ترتیب با ۱۰۹/۱۷، ۱۴۳/۶۷ و ۱۰۵/۶۷ پایه در هکتار) دارای فراوانی بیشتر و معنی‌داری بودند؛ اما نهال بزرگ شاخه‌زاد هر دو گونه در منطقه شاهد (۱۳۳/۳۳ پایه

در هکتار برای گونه بلوط و ۱۲۸/۶۷ پایه در هکتار برای گونه ممرز) دارای فراوانی بیشتر و معنی‌داری نسبت به منطقه قرق (۹۸/۶۷ پایه در هکتار برای گونه بلوط و ۱۰۸/۳۳ پایه در هکتار برای گونه ممرز) بود. گونه افرا نیز از نظر نونهال و نهال کوچک در منطقه قرق‌شده (به‌ترتیب با ۱۷۹/۳۳ و ۲۱۳/۶۷ پایه در هکتار) نسبت به منطقه شاهد (به‌ترتیب با ۱۳۸/۳۳ و ۱۷۱/۸۳ پایه در هکتار) دارای افزایش فراوانی معنی‌داری بود، اما نهال‌های دانه‌زاد این گونه در منطقه شاهد (۱۲۹/۸۳ پایه در هکتار) نسبت به منطقه قرق (۱۲۷/۶۷ پایه در هکتار) بیشتر بود؛ همچنین نهال شاخه‌زاد نیز در منطقه شاهد (۱۶۴/۵ پایه در هکتار) نسبت به منطقه قرق (۸۹/۶۷ پایه در هکتار) فراوانی بیشتر و معنی‌داری داشت. گونه‌های درختی همراه نیز در همه چهار نوع طبقات زادآوری شامل نونهال، نهال کوچک، نهال بزرگ دانه‌زاد و نهال بزرگ شاخه‌زاد در منطقه شاهد (به‌ترتیب با ۱۰۸/۱۷، ۱۳۰/۳۳، ۹۹ و ۸۱/۱۷ پایه در هکتار) فراوانی بیشتر و معنی‌داری نسبت به منطقه قرق (به‌ترتیب با ۲۸/۳۳، ۳۱/۶۷، ۲۰/۳۳ و ۲۰/۵ پایه در هکتار) داشتند (شکل ۲ و جدول ۱).



شکل ۲- میانگین فراوانی تعداد در هکتار زادآوری بلوط، ممرز، افرا و سایر گونه‌ها برحسب نوع زادآوری (نهال بزرگ دانه‌زاد (SLS)، نهال بزرگ شاخه‌زاد (CLS)، نهال کوچک (SS) و نونهال (S)) در دو رویشگاه قرق‌شده و شاهد

جدول ۱- آنالیز واریانس دو طرفه فراوانی تعداد در هکتار در طبقات مختلف زادآوری

منبع تغییرات	گونه‌ها	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
رویشگاه	بلوط	۱۶۸۰/۳۳۳	۱	۱۶۸۰/۳۳۳	۱/۱۹۵	ns۰/۲۸۱
	ممرز	۲۶۱۳۳/۳۳۳	۱	۲۶۱۳۳/۳۳۳	۷/۸۲۶	*۰/۰۰۸
	افرا	۲۵/۵۲۱	۱	۲۵/۵۲۱	۰/۰۱۷	ns۰/۸۹۶
	سایر گونه‌ها	۷۵۷۶۳/۵۲۱	۱	۷۵۷۶۳/۵۲۱	۱۵۹/۴۱۴	*۰/۰۰
نوع زادآوری	بلوط	۲۹۵۸۰/۶۶۷	۳	۹۸۶۰/۲۲۲	۷/۰۱۴	*۰/۰۰۱
	ممرز	۳۶۷۳۲/۴۱۷	۳	۱۲۲۴۴/۱۳۹	۳/۶۶۶	*۰/۰۲۰
	افرا	۳۴۴۲۲/۸۹۶	۳	۱۱۴۷۴/۲۹۹	۷/۷۷۱	*۰/۰۰
	سایر گونه‌ها	۵۹۴۸/۲۲۹	۳	۱۹۸۲/۷۴۳	۴/۱۷۲	*۰/۰۱۲
رویشگاه × نوع زادآوری	بلوط	۹۷۵۷/۶۶۷	۳	۳۲۵۲/۵۵۶	۲/۳۱۴	ns۰/۰۹۱
	ممرز	۲۳۴۳۱/۱۶۷	۳	۷۸۱۰/۳۸۹	۲/۳۳۹	ns۰/۰۸۸
	افرا	۲۷۰۸۱/۷۲۹	۳	۹۰۲۷/۲۴۳	۶/۱۱۴	*۰/۰۰۲
	سایر گونه‌ها	۲۱۶۸/۵۶۲	۳	۷۲۲/۸۵۴	۱/۵۲۱	ns۰/۲۲۴

ns : بدون اختلاف معنی‌دار، * : اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

مقایسه اثر متقابل تراکم در طبقات زادآوری و رویشگاه نیز نشان داد که گونه افرا از نظر هر دو عامل دارای تفاوت معنی داری در طبقات مختلف زادآوری، همچنین در دو رویشگاه بود (جدول ۱).

نتایج حاصل از مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی و مقایسه بین آنها نشان داد که دو منطقه قرق‌شده و شاهد از نظر مقادیر شاخص‌های تنوع شانون به‌ترتیب ۱/۲۰۱ و ۱/۳۱۹، سیمپسون به‌ترتیب ۰/۶۸۳ و ۰/۷۲۶، سیمپسون معکوس به‌ترتیب ۳/۱۸۹ و ۳/۷۰۲ و شاخص یکنواختی به‌ترتیب ۰/۹۳۲ و ۰/۹۸۵ اختلاف معنی‌داری داشتند؛ درحالی‌که تفاوت معنی‌داری از نظر غنای گونه‌ای در دو منطقه قرق‌شده و شاهد (به‌ترتیب ۳/۶۶۷ و ۳/۸۳۳) مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر میانگین و اشتباه معیار شاخص‌های تنوع در دو رویشگاه قرق‌شده و شاهد

شاخص‌های تنوع	رویشگاه		آماره t	سطح معنی‌داری
	قرق‌شده	شاهد		
غنا	۰/۰۹۸ ± ۳/۶۶۷	۰/۰۷۸ ± ۳/۸۳۳	-۱/۳۳۰	ns۰/۱۹۰
شانون	۰/۰۲۲ ± ۱/۲۰۱	۰/۰۲۳ ± ۱/۳۱۹	-۳/۷۰۴	*۰/۰۰
سیمپسون	۰/۰۰۷ ± ۰/۶۸۳	۰/۰۰۷ ± ۰/۷۲۶	-۴/۲۱۳	*۰/۰۰
سیمپسون معکوس	۰/۰۶۸ ± ۳/۱۸۹	۰/۰۸۲ ± ۳/۷۰۲	-۴/۸۱۵	*۰/۰۰
یکنواختی شانون	۰/۰۰۸ ± ۰/۹۳۲	۰/۰۰۳ ± ۰/۹۸۵	-۶/۳۲۱	*۰/۰۰

ns : بدون اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

بحث

نتایج بررسی فراوانی انواع طبقات زادآوری در این مطالعه نشان داد که شرایط قرق سبب افزایش زادآوری گونه های اصلی منطقه شامل بلوط، ممرز و افرا شد، اگرچه فراوانی سایر درختان همراه کاهش یافت و زادآوری گونه های همراه در رقابت با گونه‌های اصلی منطقه از زادآوری کمتری برخوردار شدند که این موضوع به افزایش پوشش درختان در اشکوب غالب کمک خواهد کرد؛ اما به نظر می رسد که براساس نتایج بررسی شاخص‌های تنوع، سبب کاهش تنوع زیستی و افزایش یکنواختی در اشکوب درختی شود، زیرا فراوانی این گونه‌ها در منطقه شاهد تقریباً مشابه گونه‌های اصلی بود؛ اما در منطقه قرق‌شده از فراوانی این گونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاسته شد. براساس استناد به سایر پژوهش‌ها این حالت در شرایط قرق دور از انتظار نبود. Kiasari و همکاران (۲۰۰۹) نیز در مطالعه اثر قرق بر درختان ارس، اعلام کردند که قرق کردن فراوانی در هکتار این گونه را به‌عنوان گونه غالب منطقه به میزان هشت برابر نسبت به منطقه شاهد افزایش داد. از سوی دیگر Bayat و همکاران (۲۰۱۷) استدلال کردند که یک جنگل تنک به‌دلیل کمبود درختان مادری و افزایش رقابت گیاهان در زیراشکوب، زادآوری کمتری دارد. همچنین، افزایش زادآوری را دارای اثرهای مثبت بر حاصل‌خیزی توده و تولید چوب دانستند و بیان کردند با دو برابر شدن زادآوری میزان تولید در توده‌های ممرز صددرصد افزایش خواهد یافت. البته نوع زادآوری با ساختار توده در ارتباط است. آنان همچنین نشان دادند که تراکم توده بر فراوانی زادآوری تأثیر دارد و با افزایش سطح مقطع توده زادآوری کم می‌شود. Abedi (۲۰۱۹) نیز زادآوری طبقه نهال را با میزان سطح مقطع توده مرتبط دانست و بیان کرد که تراکم تاج پوشش با طبقه نونهال همبستگی دارد. به‌طوری‌که با افزایش تاج‌پوشش، میزان فراوانی زادآوری گونه افرا در طبقه نونهال بیشتر و در طبقه نهال کم می‌شود و دلیل آن ممکن است نیاز نونهال‌ها به رویش در سایه در سال‌های ابتدایی باشد، اما با افزایش رشد نونهال و رسیدن به طبقه نهال نیاز به افزایش نور نیز بیشتر خواهد شد. Hosseini و Hoseinzadeh (۲۰۱۸) نیز بر نقش سایه و رطوبت در استقرار اولیه نونهال‌ها و نقش تاج درختان به‌عنوان پرستار در استقرار نهال‌ها تأکید کردند. گونه‌های نورپسند در شرایط قرق رویش مناسبی نخواهند داشت، زیرا شرایط تاج‌پوشش به‌دلیل عدم بهره‌برداری درخت، بسته است و موفقیت تنها با گونه‌های سایه‌پسند است. به‌طوری‌که توسعه نونهال‌های کوچک بسیار وابسته به الگوی نوری داخل توده است. مطالعه جنگل‌های بلوط مدیریت‌نشده در امریکا نیز نشان داد، گونه‌های سایه‌پسند توان رویش زادآوری بیشتری نسبت به بلوط داشتند و گونه‌های افرا، راش و ممرز گونه های اصلی لایه زادآوری در چنین شرایطی بودند، زیرا بلوط گونه‌ای نورپسند است و نیازمند وجود نور فراوان برای رویش زادآوری است. بنابراین رویش زادآوری بلوط در حفره‌های تاجی بیشتر خواهد بود (Tinya *et al*., 2020).

مقایسه انواع طبقات زادآوری نیز نشان داد که زادآوری شاخه‌زاد در شرایط قرق کاهش یافت، به‌عبارت‌دیگر قرق سبب افزایش فراوانی زادآوری به‌ویژه در نهال‌های دانه‌زاد شد. این موضوع می‌تواند نویدبخش افزایش پایه‌های دانه‌زاد و بهبود کیفیت توده در آینده باشد. Salehi Ardali و همکاران (۲۰۱۴) در این زمینه بیان کردند که در داخل قرق به‌دلیل شرایط تقریباً ثابت، گیاهان انرژی بیشتری را صرف تولید بذر می‌کنند، در چنین شرایطی امکان ایجاد زادآوری دانه‌زاد حاصل از بذر نیز به‌دلیل غنی بودن، بانک بذر خاک بیشتر خواهد شد و از این نظر با نتیجه مطالعه پیش‌رو مطابقت داشت. باوجوداین، بررسی اثر قرق کوتاه‌مدت یا بلندمدت بر تولید بذر و بانک بذر خاک توده‌های جنگلی در این منطقه می‌تواند نتایج مهمی را در زمینه مقدار تولید بذر، کیفیت بذرهای تولیدشده و موفقیت زادآوری دانه‌زاد به همراه داشته باشد. Shakeri و همکاران (۲۰۰۹) دلیل ایجاد زادآوری دانه‌زاد گونه‌هایی مانند بلوط را وابسته به سال‌های بذردهی کلی آنها که هر سه تا پنج سال است دانستند. بنابراین وجود نونهال‌های دانه‌زاد در توده‌های این گونه در بین این سال‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. Hosseini و

Hoseinzadeh (۲۰۱۸) نیز فراوانی زادآوری جنسی در پناه درختان مادری را گزارش کرده و بیان کردند که در فضاهای فاقد پوشش تاجی به‌دلیل نور شدید و عدم رطوبت کافی خاک توان رویشی بذرها و ظهور نونهال‌های دانه‌زاد کمتری دارد، همچنین نوع بذر نیز در انتقال و نحوه زادآوری آن نقش داشته، به‌طوری‌که درختانی با بذرهای سنگین مانند بلوط و ممرز امکان جابه‌جایی به فواصل دورتر را ندارند؛ اما بذر درختانی مانند افرا سبک هستند و به‌همراه باد پخش می‌شوند، درنتیجه این پراکنده شدن تراکم زادآوری متفاوتی خواهند داشت. بنابراین بررسی الگوی پراکنش مکانی زادآوری در بررسی رفتار زادآوری این گونه‌های درختی در مناطق مورد مطالعه اطلاعات خوبی را در مطالعات آینده در اختیار قرار خواهد داد. Safari و همکاران (۲۰۱۸) نیز به همبستگی منفی بین تاج‌پوشش و زادآوری شاخه‌زاد تأکید و بیان کردند که با باز شدن تاج و ورود نور و حرارت، جوانه‌های نهفته فعال شده و جست‌دهی آغاز می‌شود و در این صورت شاهد زادآوری شاخه‌زاد با فراوانی بیشتری خواهیم بود.

نتایج بررسی شاخص‌های تنوع، حکایت از کاهش تنوع در شرایط قرق نسبت به توده شاهد داشت. بررسی‌ها اثرهای مثبت حصارکشی به‌صورت قرق را برای کاهش تخریب‌های انسانی و حیوانی بر پویایی جوامع گیاهی در اکوسیستم‌های جنگلی به اثبات رسانده‌اند (Omidi *et al.*, 2013; Jahanbazi Gojani & Iranmanesh, 2014).

اما بررسی تنوع در منطقه قرق نیز نشان داده است که سازوکار تغییرات تنوع گونه‌ای در منطقه قرق‌شده به این ترتیب است که گونه‌های غالب توده در رقابت پیروز شده‌اند و رقابت درون‌گونه‌ای، افزایش و بین گونه‌ای کاهش می‌یابد، به همین دلیل یکنواختی در توده کاهش می‌یابد، اما در مناطق خارج از قرق عوامل زنده و غیرزنده انتقال‌دهنده بذر درختان بیشتر است، بنابراین تنوع نیز بیشتر خواهد شد (Kazemi *et al.*, 2019). Salehi Ardali و همکاران (۲۰۱۴) نیز بر این موضوع تأکید کردند که قرق کوتاه‌مدت، روشی مناسب برای کاهش فشار بر زادآوری طبیعی است و رشد بهتر و تجدید حیات را در سال‌های بعد به همراه خواهد داشت. آنان قرق بلندمدت را عاملی در ایجاد شرایط رقابتی گونه‌های غالب و حذف گونه‌های همراه از ترکیب گونه‌ای معرفی کردند. بنابراین انجام پژوهش‌های دقیق در زمینه تعیین طول مناسب دوره قرق به‌منظور جلوگیری از کاهش تنوع زیستی توده ضروریست.

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، بررسی‌هایی برای تعیین طول مدت بهینه قرق به‌منظور جلوگیری از کاهش تنوع زیستی، موفقیت‌آمیز بودن فرایند ترمیم توده و تقویت زادآوری طبیعی به‌عنوان روشی مقرون‌به‌صرفه برای بهبود کیفیت توده‌های جنگلی، همچنین بررسی اثر قرق بر بانک بذر خاک در منطقه پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

-Abbas, S., Nichol, J.E., Zhang, J., Fischer, G.A, Wong, M.S. and Irteza, S.M., 2021. Spatial and environmental constraints on natural forest regeneration in the degraded landscape of Hong Kong. Science of the Total Environment, 752: 1-12.

-Abedi, R., 2019. Effect of stand structural characteristics on natural regeneration of *Acer Campestre* L. in Arasbaran forest. Ecology of Iranian Forests, 7(13): 46-53 (In Persian).

-Abedi, R., 2021. Evaluating the effect of some physiographic factors on growth models of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in Arasbaran forest. Iranian Journal of Applied Ecology, 9(4): 89-105 (In Persian).

-Abedi, R., 2019. The Impact of nature-based tourism on structure and biodiversity characteristics of woody species in forest ecosystem (Case study: Arasbaran forest). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 32(2): 248-258 (In Persian).

-Bayat, M., Namiranian, M. and Pourshakouri, F.A., 2017. Presentation of ingrowth models and determination of biotic and abiotic factors affecting regeneration in the Hyrcanian forests. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 24(2): 1-16 (In Persian).

-Bezerra, T.G., Ruschel, A.R., Emmert, F. and Nascimento, R.G.M., 2021. Changes caused by forest logging in structure and floristic diversity of natural regeneration: Relationship between climate variables and forest dynamics in the eastern Amazon. Forest Ecology and Management, 482: 1-11.

-Boulanger, V., Dupouey, J.L., Archaux, F., Badeau, V., Baltzinger, C., Chevalier, R., Corcket, E., Dumas, Y., Forgeard, F., Marell, A., Montpied, P., Paillet, Y., Picard, J.F., Said, S. and Ulrich, E., 2017. Ungulates increase forest plant species richness to the benefit of non-forest specialists. Global Change Biology, 24(2): 1-11.

-Davies, G.M. and Bodart, J., 2015. Changes in vegetation diversity and composition following livestock removal along an upland elevational gradient. iForest, 8: 582-589.

-Fox, J. and Bouchet-Valat, M., 2020. Rcmdr: R Commander. R package version 2.7-1, https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/

-Guignabert, A., Augusto, L., Delerue, F., Maugard, F., Gire, C., Magnin, C., Niollet, S. and Gonzalez, M., 2020. Combining partial cutting and direct seeding to overcome regeneration failures in dune forests. Forest Ecology and Management, 476: 1-12.

-Hosseini, A. and Hoseinzadeh, J., 2018. Investigation on regeneration behavior of *Pistacia atlantica* and *Acer cineracens* species to recognize their natural establishment pattern in Zagros forests. Applied Biology, 31(3): 41-55 (In Persian).

-Jahanbazi Gojani, H. and Iranmanesh, Y., 2014. The effect of livestock grazing on under storey vegetation richness in the west forests of Iran. The 1st National Conference on Natural Resources Management, Gonbad Kavoos University, 27 February 2014, Gonbad, Iran, 1-4 (In Persian).

-Kazemi, M., Karimzadeh, H., Tarkesh Esfahani, M. and Bashari, H., 2019. Effects of thirty-three years exclusion on diversity, richness and evenness indices in semi Steppe rangelands of Semirom- Isfahan (Case study: Hanna area). Journal of Rangeland, 12(4): 452-463 (In Persian).

-Kiasari, S.M.N., Safaee, M., Nourozi, S., Ahmadian, H. and Mataji, A., 2009. The Evaluation of protection along with water spreading operations on the quantitative improvement of Greek Juniper seedlings (*Juniperus excelsa* Bieb.) (Case study: Mazandaran–Poshtkoh Watershed). Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources), 13(48): 415-425 (In Persian).

-Kindt, R. and Coe, R., 2005. Tree diversity analysis: A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF), 196p.

-Krebs, C.J., 1989. Ecological methodology. New York, Harper and Row, 654p.

-Laurent, L., Marell, A., Balandier, P., Holveck, H. and Saïïd, S., 2017. Understory vegetation dynamics and tree regeneration as affected by deer herbivory in temperate hardwood forests. iForest, 10: 837-844.

-Marcolin, E., Manetti, M.C., Pelleri, F., Conedera, M., Pezzatti, G.B., Lingua, E. and Pividori, M., 2020. Seed regeneration of sweet chestnut (Castanea sativa Miller) under different coppicing approaches. Forest Ecology and Management, 472: 1-11.

-Mohammadi, L., Marvie-Mohadjer, M.R., Etemad, V. and Sefidi, K., 2014. Quantitative characteristics of regeneration in natural and tree fall canopy gaps in the mixed beech stands, Northern Iran (Case Study: Namkhaneh district, Kheyrud Forest). Iranian Journal of Forest, 6(4): 457-470 (In Persian).

-Omidi, H.A., Akbarinia, M., Hoseini, S.M. and Mirzaei, J., 2013. Effects of conservation practice on covering parameters and natural regeneration of trees and shrubs in the Zagros forests. Iranian Journal of Forest, 5(3): 229-238 (In Persian).

-Safari, M., Sefidi, K., Alijanpoor, A. and Elahian, M.R., 2018. Study of natural regeneration in *Quercus macranthera* stands in different physiographic conditions in Arasbaran forests. Ecology of Iranian Forests, 6(12): 1-8 (In Persian).

-Salehi Ardali, S., Iravani, M. and Senn, J., 2014. Effect of short-term exclusion on forage production of mountainous meadows in the central Zagros region. Iranian Journal of Applied Ecology, 2(5): 65-76 (In Persian).

-Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T. and Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran, a treasure from the past, a hope for the future. Springer Netherlands, 152p.

-Shakeri, Z., Marvi Mohajer, M.R., Namiraninan, M. and Etemad, V., 2009. Comparison of seedling and coppice regeneration in pruned and undisturbed oak forests of northern Zagros (Case study: Baneh, Kurdistan province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(1): 73-84 (In Persian).

-Talamo, A., De Casenave, J.L., Garibaldi, L.A. and Nunez-Regueiro, M., 2020. Direct and indirect relationships between logging intensity and regeneration of two timber species in the Dry Chaco of Argentina. Forest Ecology and Management, 474: 1-7.

-Tinya, F., Kovacs, B., Aszalos, R., Toth, B., Csepanyi, P., Nemeth, C. and Odor, P., 2020. Initial regeneration success of tree species after different forestry treatments in a sessile oak-hornbeam forest. Forest Ecology and Management, 459: 1-12.

-Yang, X., Yan, D. and Liu, C., 2014. Natural regeneration of trees in three types of afforested stands in the Taihang mountains, China. Plos One, 9(9): e108744, 1-8.

Effect of enclosure on density and diversity of natural regeneration in mixed stands of Arasbaran habitat

R. Abedi[1*]

1*- Corresponding author, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Iran,
E-mail: royaabedi@tabrizu.ac.ir

Received: 27.04.2021 Accepted: 13.06.2021

Abstract

Natural regeneration is responsible for the conservation of species and the protection of biodiversity in forest stands and an important step in forest dynamics and sustainable development. Conservation is a necessary strategy of preserving native trees to create a seed source as well as providing favorable conditions for breeding. In order to evaluate the effect of long-term enclosure (More than 20 years) on the density and diversity of natural regeneration, two forest habitats were selected consist of excluding stand and control stand, regenerations were measured and counted in six sample plots with an area of one hectare (100 m× 100 m). Regenerations were divided based on height into four categories: seedlings, coppice large saplings, standard large saplings, and small saplings. Finally, the indices of richness, diversity, and evenness were calculated and statistical analysis was performed for each habitat. The results of the density showed that oak and maple species regeneration densities per hectare had no significant differences in exclosure site (148.58 and 152.58, respectively) and control site (136.75 and 151.13, respectively), but hornbeam and other species had significant differences ($p\leq0.05$) between in the exclosure site (168.45 and 25.21, respectively) and the control site (121.79 and 104.67, respectively). The types of regeneration classes were significantly different in the two sites ($p\leq0.05$) so that have more frequent in the exclosure area (20/5), except for coppice large seedlings, which were more abundant in the control area (81.17). Diversity and evenness indices were less in the control area than the exclosure habitat with a significant difference, but the richness index was not significantly different between the two habitats ($p\geq0.05$). Based on the results of the present research, studies on determining the optimal duration of exclosure in order to prevent biodiversity losses, the successful stand recovery process, and enhance natural regeneration as cost-effective ways to improve the quality of forest stands as well as effect of exclosure on soil seed banks in the studied area are suggested.

Key words: Regeneration, sapling, seedling, species diversity index.