

Research Article

Factors Influencing *Amygdalus scoparia* (Spach) Seedling Establishment in Bazoft, Kouhrang County: A Topographic Perspective

Mahmoud Karimi¹, Ali Soltani^{2*}

Extended Abstract

Background and Purpose: Forest plantation projects have gained increasing significance in recent years due to their environmental, economic, and social benefits. As indicators of development, these projects represent key international efforts. This study aims to assess the current status of forestry plans involving *Amygdalus scoparia* (Spach.) in four regions of central Bazoft. Furthermore, it seeks to compare the qualitative and quantitative aspects of forestry operations in these regions while evaluating the viability and adaptability of tree and shrub species planted in various topographies.

Materials and methods: This study utilized a completely randomized design to select 153 sample plots, each measuring 400 m² (20 × 20 m). Within each sample plot, both quantitative and qualitative characteristics were assessed. The quantitative parameters included mean crown area and average height, while the qualitative parameters focused on viability and survival. The Kaplan-Meier estimator was employed to estimate the survival distribution function, average survival rate, and mortality risk for each forest area. Survival function tests associated with this estimator were conducted to evaluate the potential differentiation among the areas. A one-way analysis of variance (ANOVA) was performed, with classified factors including region (four categories), planting time (years 2006 to 2009), aspect (four primary directions), slope (two categories: greater than 25% and less than 25%), altitude, and density of primary seedlings. Mean values were compared using Tukey's HSD test.

Results: The comparison of survival rates revealed a significant difference in the success of plantations with the studied species over short spatial distances. The highest survival rate after one decade was 0.88, while the lowest was 0.64. Both survival function tests, namely the Log-rank and Wilcoxon tests, indicated a significant difference between plantation areas with *Amygdalus scoparia*. Additionally, the Cox Proportional Hazards Model, utilizing the Wald statistic and incorporating topographic factors (slope, aspect, and altitude) as covariates, demonstrated that the highest risk ratio for *Amygdalus scoparia* plantations occurred in areas with western and northern aspects, as well as regions with low slopes. The influence of aspect on the vigor, crown area, and height of *Amygdalus scoparia* corroborated the survival rate results, indicating afforestation failure in western and, particularly, northern aspects.

Conclusion: Overall, the results indicate that the survival and success rates of forestry plantations are largely dependent on the region, regardless of topographic conditions. It is likely that other unexamined factors significantly influence plantation success. Nevertheless, the study concludes that southern slopes should be prioritized for the plantation of *Amygdalus scoparia* in the Bazoft region.

Keywords: *Amygdalus scoparia*, slope aspect, Bazoft, survival distribution function, reforestation, proportional hazards model.

¹M.Sc. in Forestry - General Department of Natural Resources of Chaharmahal and Bakhtiari province, Shahrekord, Iran

²Department of forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

*Corresponding author, E-mail address: ali.soltani@sku.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی عوامل موثر بر استقرار نهال‌های بادامک کاشته‌شده در منطقه بازفت شهرستان کوه‌رنگ با تأکید بر شرایط توپوگرافیک

محمود کریمی^۱، علی سلطانی^{۲*}

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: در سالهای اخیر، پروژه‌های جنگلکاری به دلیل اهمیت روزافزون زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی خود، به‌عنوان شاخصی از توسعه پایدار در سطح جهانی شناخته شده‌اند. این پروژه‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، که فرآیند احیای طبیعی جنگل‌ها در آنها به دلیل شرایط خاص محیطی، طولانی و پیچیده است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. هدف از این تحقیق، ارائه تصویری جامع از وضعیت طرح‌های جنگلکاری با گونه بادامک (*Amygdalus scoparia* Spach.) در چهار منطقه از بخش بازفت مرکزی است. در این راستا، وضعیت کمی و کیفی جنگلکاری‌ها در این مناطق با یکدیگر مقایسه شده و میزان زنده‌مانی و سازگاری گونه‌های درختی و درختچه‌ای کاشته‌شده نسبت به عوامل توپوگرافی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، ۱۵۳ قطعه نمونه به ابعاد ۴ آری (۲۰ × ۲۰ متر) به روش کاملاً تصادفی در مناطق مورد مطالعه پیاده‌سازی شد. در هر قطعه نمونه، ویژگی‌های کمی نظیر متوسط مساحت تاج نهال‌ها، متوسط ارتفاع و ویژگی‌های کیفی نظیر شادابی و زنده‌مانی مورد بررسی قرار گرفت. برای برآورد تابع پراکنش بقا، متوسط نرخ بقا و ریسک خشک شدن در هر منطقه از برآوردگر Kaplan-Meier استفاده گردید. همچنین، آزمون‌های یکسانی تابع بقا مرتبط با این برآوردگر برای اطمینان از تفکیک احتمالی مناطق بادامک‌کاری شده انجام شد. تجزیه و تحلیل واریانس بر اساس عواملی نظیر منطقه (چهار مکان)، زمان کشت (چهار سال: ۱۳۸۵ الی ۱۳۸۹)، جهت دامنه (چهار جهت اصلی)، شیب (در دو سطح بیش از ۲۵ درصد و کمتر از آن)، ارتفاع از سطح دریا و تراکم اولیه نهال‌ها انجام شد. مقادیر میانگین با استفاده از آزمون Tukey مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج مقایسه نرخ بقا نشان داد که در فواصل مکانی کوتاه، تفاوت‌های چشمگیری در موفقیت جنگل‌کاری‌های با گونه بادامک مشاهده می‌شود. بیشترین نرخ بقا پس از یک دهه برابر با ۰/۸۸ و کمترین آن ۰/۶۴ بود. آزمون‌های یکسانی تابع بقا Wilcoxon و Log-rank تفاوت معنی‌داری را بین مناطق جنگل‌کاری‌شده با گونه بادامک نشان دادند. مدل ریسک نسبی کاکس با استفاده از آماره Wald و با در نظر گرفتن عوامل توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) به‌عنوان کوواریانس، نشان داد که بالاترین نسبت ریسک کشت بادامک در جهت‌های غربی و شمالی و پس از آن در مناطق با شیب کم مشاهده می‌شود. تأثیر عامل جهت بر ویژگی‌های مختلف مانند متوسط شادابی، مساحت تاج و ارتفاع درختچه‌های بادامک باقی‌مانده نیز مؤید نتایج نرخ بقا بوده و شکست جنگل‌کاری در جهت‌های غربی و به‌ویژه شمالی را تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، نتایج نشان دادند که پیش از آنکه بتوان نرخ زنده‌مانی و موفقیت جنگل‌کاری را به‌طور کامل وابسته به شرایط توپوگرافی دانست، این متغیرها بیشتر تحت تأثیر محل قرار دارند. احتمالاً تأثیر سایر عواملی که در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته‌اند، در ایجاد تفاوت در نرخ موفقیت جنگل‌کاری نقش اصلی را ایفا کرده‌اند. با وجود این نتیجه‌گیری، تحقیق حاضر تأکید می‌کند که برای جنگل‌کاری با گونه بادامک در منطقه بازفت، دامنه‌های جنوبی باید در اولویت انتخاب قرار گیرند.

کلمات کلیدی: بادامک، تابع پراکنش بقا، جنگلکاری، جهت دامنه، مدل ریسک نسبی.

مقدمه

و به خاک‌های فقیر بردباری نشان می‌دهد (Khajeh Abdollahi, 2007). بادامک در مناطقی که تابستان‌های گرم و خشک، زمستان‌های سرد و پاییز کوتاهی دارند به خوبی استقرار، رشد و گسترده می‌یابد (Akhoondali, et al., 2003). اهمیت جنگلکاری‌های موفق با این گونه در ایران به قدری است که هم اکنون اغلب مطالعات بر این گونه، محلی شده و به واکنش رویشی توده‌های طبیعی و مصنوعی در شرایط توپوگرافی مختلف می‌پردازند. لذا با اینکه سوابق مقایسات سازگاری و سطح موفقیت جنگلکاری‌ها در مناطق مختلف جهان بسیار زیاد هستند (برخی از اصلی‌ترین پروژه‌های جنگلکاری در جنوب غرب آسیا و شبه‌قاره هند و مسائل مربوط به آنها در کتاب Kaul (2012) آمده است)، ولی به علت تنوع شرایط طبیعی کشت و تیمارهای لحاظ‌شده نمی‌توان حتی خلاصه‌ای از آنها را در این مقدمه ذکر کرد. لذا در این سابقه تنها به نتایج جنگلکاری با گونه بادامک در کشور اشاره می‌شود. (Malek Ghasemi et al., 2004) در تحقیقی به مطالعه و معرفی گونه‌های پیشنهادی جهت جنگلکاری و توسعه فضای سبز در مناطق نیمه خشک سرخه حصار تهران پرداخته و گونه بادامک *Amygdalus scoparia* را برای گسترش‌گاه طبیعی کوه‌های البرز و زاگرس با خصوصیات میزان بارندگی ۴۰۰-۳۰۰ میلی‌متر، ارتفاع از سطح دریا ۲۳۰۰-۷۵۰ و جهت جنوبی ایده‌آل دانستند. (Alvaninejad, 1999) جهت جغرافیایی را مهمترین عامل مؤثر در پراکنش بادامک در دو منطقه در استان فارس گزارش کرد، به طوری که این گونه بیشتر در جهت‌های جنوبی، شرقی و جنوب شرقی وجود دارد و بیشترین پراکنش آن در دامنه ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۲۱۵۰ متر است. از مقایسه جنگل‌کاری بادامک در دو دامنه‌ی شمالی و جنوبی جنگل‌های تخریب یافته‌ی استان چهارمحال و بختیاری طی ۲۰ سال اخیر نتیجه گرفته شد که میانگین مشخصه‌های ارتفاع، قطر یقه و قطر تاج در دامنه‌ی شمالی بیشتر از دامنه‌ی جنوبی است (Iranmanesh & Jahanbazi Gojani, 2007). میانگین ارتفاع، تعداد جست، مقدار زادآوری، قطر یقه، قطر تاج و درصد

روند تخریب جنگل‌های طبیعی و افزایش جمعیت انسانی سبب شده تا نیاز روزافزون به خدمات جنگل‌ها در حال و آینده امری اجتناب‌ناپذیر باشد. به رغم این واقعیت، در سده‌های اخیر با افزایش جمعیت و به تبع آن نیاز روز افزون به محصولات چوبی، سطح جنگل‌های ایران و جهان کاهش یافته است. چنانچه براساس آمار رسمی ارائه شده توسط فائو، سالانه ۷/۵ میلیون هکتار از جنگل‌های جهان تخریب می‌شوند. در این میان کشورهای توسعه یافته تقریباً موفق به مهار سرعت تخریب جنگل‌های خود شده‌اند و حتی توانسته‌اند با عملیات جنگلکاری موفق به افزایش سطح جنگل‌های خود شوند. اما در مناطق در حال توسعه وضع متفاوت و اغلب وارونه است (FAO, 2018). از این حیث، در سال‌های اخیر، پروژه‌های جنگلکاری در سطح جهان اهمیت زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی فزاینده‌ای یافته‌اند و به عنوان یکی از شاخص‌های اصلی توسعه‌ی کیفی فعالیت‌های عمرانی در سطح بین‌المللی مطرح می‌باشند (Stanturf, 2015). شرایط دشوار و طبیعت سخت و هزینه تیمارهای بعد از کاشت سبب می‌شوند تا انتخاب گونه برای جنگلکاری با احتیاط انجام شود. آزمایشات سازگاری گونه‌های غیربومی و حتی بومی قبل از اجرای پروژه‌های بزرگ جنگلکاری توصیه شده است (FAO, 2018). این آزمایشات اغلب با انتخاب خاستگاه گونه (آزمایشات پروونانس) و یا بدون آن، با تکیه بر همکاری مردم محلی و یا با حفاظت و حمایت و قرق همراه می‌باشند. در هر صورت به علت هزینه‌های سنگین و عدم اطمینان از صحت نتایج اولیه، معمولاً استفاده از چند گونه درختی و یا استفاده از گونه‌های درختی چند منظوره برای جلب حمایت اهالی محلی مدنظر قرار می‌گیرد (Sagheb Talebi et al., 2013). درختچه بادامک (*Amygdalus scoparia*) (Spach) از جمله گونه‌های چندمنظوره‌ای است که مدت‌هاست در جنگلکاری‌های فلات ایران، سطوح بالایی از موفقیت را نشان داده‌است. این گونه در برابر شرایط نامساعد محیطی (کم آبی و نوسانات شدید حرارتی، به ویژه سرمای شدید) و انواع اقلیم مقاوم است

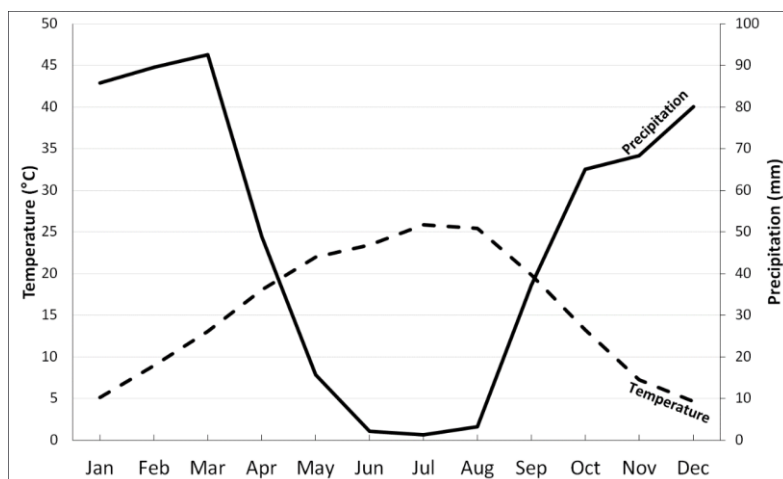
به ویژه در دره شعبه طارم در این جنگل‌ها به اجرا در آمدند. استفاده از بادامک نه تنها به علت سابقه موفق گونه در جنگلکاری‌های زاگرس بود، بلکه پیش‌بینی می‌شد به علت چند منظوره‌ای بودن گونه، این جنگلکاری‌ها از حمایت بیشتر مردم محل برخوردار باشند (Jahanbazi Gojani *et al.*, 2004). این تحقیق قصد دارد ضمن ارائه تصویری از وضعیت موجود طرح‌های جنگلکاری با گونه بادامک در چهار منطقه طارم، دورک، تلورد و تبرک در بازفت، وضعیت کمی و کیفی این جنگلکاری‌ها در این مناطق را با هم مقایسه نماید و سطح زنده‌مانی آنها را محک بزند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در بخش بازفت، از توابع شهرستان کوهرنگ انجام گردید. شهرستان کوهرنگ با مساحتی معادل ۳۷۸ هزار هکتار در ناحیه شمال غربی استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. حوزه مورد مطالعه متشکل از ۴ حوزه فرعی است که مجموعاً قسمتی از حوزه آبخیز رودخانه‌ی بازفت در شمال غربی استان چهارمحال و بختیاری را تشکیل می‌دهد. متوسط میزان بارندگی سالیانه ۵۹۵/۸ میلی‌متر، بیشینه دما ۳۴/۷، کمینه دما ۲/۱- و متوسط دما ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد و دارای اقلیم نیمه‌مرطوب می‌باشد (شکل ۱). بر اساس طبقه‌بندی فائو خاک‌های منطقه آنتی سول و اینسپتی‌سول بوده‌است. پوشش غالب منطقه جنگل است که حدود ۲۳/۶ درصد سطح جنگل است و انبوهی بیش از ۲۵ درصد دارند. بیش از ۹۵ درصد ترکیب درختان جنگل‌های منطقه را بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد و بنه و بادام در رتبه‌های بعدی قرار دارند. ساختار اجتماعی مردمان بازفت در درجه اول عشایری و خوش‌نشینی است که گله‌های خود را به صورت تاریخی بین کوهرنگ و اندیکا حرکت داده و یا درحاشیه دره بازفت و یا در زیراشکوب درختان بلوط کشت و زرع دارند. سهم جنگل در اقتصاد اهالی بازفت پررنگ است.

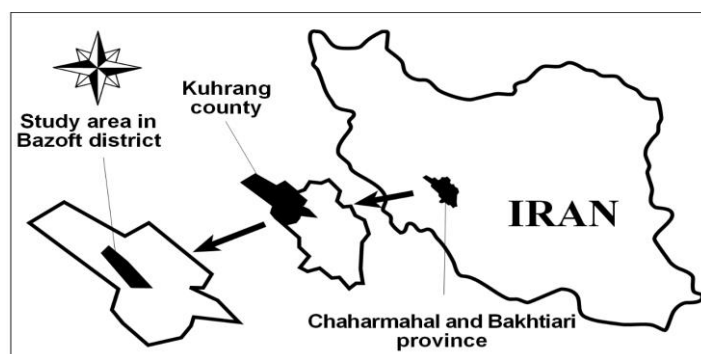
تاج پوشش این گونه در جهت جنوبی کوه‌های کره‌بس چهارمحال و بختیاری بیشتر از جهت شمالی و طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متر از سطح دریا و طبقه شیب ۴۰ تا ۵۰ درصد بهترین محدوده رویشی بوده است (Salarian *et al.*, 2008). در مطالعه دیگر در کوه‌های چهار منطقه استان مرکزی، گونه بادامک رویش بیشتر (ارتفاع، قطر و اندازه تاج) و شاداب‌تری را در دامنه‌های شمالی و شرقی نشان داد (Goudarzi *et al.*, 2012). در بررسی کمی و کیفی جنگلکاری‌های ۱۱ ساله منطقه ریمله خرم‌آباد گونه بادامک وحشی با ۳۳/۶ درصد بیشترین و کاج سیاه با ۲۱/۵۹ درصد کمترین میزان زنده‌مانی را داشته‌اند (Mohammadi Sabet *et al.*, 2013). در تحقیقی در منطقه باغ شادی هرات یزد، گونه‌ی بادامک جنگلکاری شده‌ی مورد ارزیابی قرار گرفت و نویسندگان نتیجه گرفتند که رویشگاه مناسب جهت کاشت بادامک در ارتفاع بین ۱۸۳۳ تا ۲۶۵۹ متر از سطح دریا و با جهات جنوبی، شرقی و جنوب‌شرقی و شیب‌های کم تا متوسط، شرایط مناسب تری برای این استقرار این گونه فراهم می‌سازند (Joozi & Salehi, 2014). تحقیق دیگر نشان دادند؛ پس از ویژگی‌های زمین‌شناسی و سطح سنگریزه‌ای، ارتفاع از سطح دریا عامل پراکنش بادامک در مراتع دو سمت جاده ساوه- سلفچگان بوده است (Piri Sahragard *et al.*, 2017). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، به علت اهمیت موفقیت نسبی گونه بادامک در جنگلکاری‌های مناطق خارج از شمال کشور، تمرکز تحقیقات محلی بر اولویت بندی کشت این درختچه در مناطق مختلف توپوگرافی و یا بررسی شرایط بهینه رویش آن در رویش‌گاه‌های طبیعی بوده‌است. بیش از نیمی از دره‌های رودخانه بازفت و شعبه‌های آن که در شهرستان کوهرنگ قرار دارند از جنگل‌های بلوط پوشیده شده‌است (قریب ۵۳۰۰۰ هکتار). این مناطق از جمله جنگل‌های زاگرس با کمترین دست‌خوردگی به‌شمار می‌روند و نگارندگان توده دارای پایه‌های طبیعی بادامک را در این جنگل‌ها مشاهده نکرده‌اند. با این حال از اوایل دهه هشتاد هجری پروژه‌های جنگلکاری با گونه بادامک



شکل ۱- نمودار آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه
Figure 1- Ambrothermic diagram of the study area

قرار دارد و شامل چهار منطقه جنگلکاری شده در پلاک‌های طارم، دورک، تبرک، تلورد می‌باشد (شکل ۲).

منطقه به لحاظ جغرافیایی بین طول‌های ۴۹ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۵۵ دقیقه و ۴۸ ثانیه شرقی و بین عرض‌های ۳۲ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه و ۵۷ ثانیه شمالی



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در بخش بازفت

Figure 2- Geographic location of the study area in Bazoft district

جغرافیایی دورک (۵ ناحیه، به وسعت ۳ هکتار)، طارم (۹ ناحیه، به وسعت ۴ هکتار)، تبرک (۷ ناحیه، به وسعت ۴ هکتار) و تلورد (۷ ناحیه، به وسعت ۳ هکتار) پراکنده بودند. در مجموع ۱۵۳ پلات ایجاد گردید. به علت همگنی جامعه آماری، اندازه هر پلات ۵×۵ متر در نظر گرفته شد. پلات‌ها بصورت سیستماتیک تصادفی بر مناطق پیاده شدند. هر پلات مشخصه‌های کمی، نظیر

روش کار: در پاییز ۱۳۹۵ به منظور بررسی کمی و کیفی درختان کاشته شده در ۲۸ ناحیه درخت‌کاری شده در منطقه بازفت مرکزی و با هدف تعیین میزان سازگاری به خصوص گونه بادامک در هر ناحیه، بر اساس مساحت جنگلکاری شده، مراکز قطعات نمونه چهار آری (۲۰×۲۰ متر) به روش کاملاً تصادفی در مناطق پیاده شدند. نواحی ۲۸ گانه در ۴ منطقه

مقایسه ۴ منطقه جنگلکاری با گونه بادامک استفاده شد (Wang et al., 2018).

با در نظر گرفتن مقدار صفر (بدون اتفاق)^۱ برای پلات-زمان‌های با دارا بودن حداقل ۲۹/۹٪ تراکم کشت اولیه و مقدار یک برای پلات‌های که کمتر از درصد مذکور تراکم اولیه را حفظ کرده بودند، مدل ریسک نسبی کاکس^۲ با در نظر گرفتن عوامل توپوگرافی به عنوان کوواریانس در طول تغییرات صفر و یکی تغییرات تراکم نهال‌های جنگلکاری شده، توسعه یافت. این مدل بر اساس رگرسیون لجستیک و به صورت سه آماره^۳ ضریب لاگرانژ (Score)، والد (Wald) و آزمون نسبت درست‌نمایی (Likelihood-ratio test) توسعه یافت، هر سه این آماره‌ها بر اساس آزمون مربع کای عمل می‌کنند (Cox, 1997). قبل از انجام آنالیز واریانس ابتدا دو عامل مستقل پیوسته (تراکم کاشت اولیه و ارتفاع از سطح دریا) بر اساس میانه و چارک‌ها (جدول ۱) تقسیم شدند. این طبقه‌بندی به منظور دسته‌بندی اطلاعات کمی در کلاسه‌های دو و چهارگانه انجام شد.

متوسط مساحت تاج نهال‌ها و متوسط ارتفاع و مشخصه‌های کیفی نظیر شادابی (برآورد عینی با چهار درجه از ۱ برای درختچه‌های نزدیک به خشک و ۴ برای درختچه‌های شاداب در نظر گرفته شد) و زنده‌مانی برآورد شدند. برآورد تعداد نهال‌هایی که به هر نحو پس از کاشت حذف شده بودند، بر اساس مقایسه تراکم کشت اولیه و تراکم نهال‌های باقی‌مانده به دست آمد. از برآوردگر Kaplan-Meier استفاده شد تا برآوردی از تابع پراکنش بقا *Survival distribution* (function)، متوسط نرخ بقا و ریسک خشک شدن در هر منطقه مورد جنگلکاری به دست آید. آزمون‌های یکسانی تابع بقا مرتبط با این برآوردگر نیز برای اطمینان از تفکیک احتمالی مناطق بادامک‌کاری شده انجام شد. این برآوردگر بر اساس مضارب مکمل نسبت‌های جنگلکاری‌های خشک‌شده یا سانسور شده (باقی‌مانده) بر تعداد کل جنگلکاری‌ها عمل می‌کند (Kaplan & Meier, 1958). از سه آزمون یکسانی بقاء Wilcoxon، Tarone-Ware و Log-rank برای

جدول ۱- مقادیر آماری ارتفاع از سطح دریا و تراکم نهال کشت‌شده

Table 1 – Statistical quantities of altitude and seedling density

متغیر Variable	چارک اول First quartile	میانه median	چارک سوم Third quartile
تعداد نهال کشت‌شده در هکتار Number of seedlings/ha	11410	26260	32925
ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	1645	1690	1732

محاسباتی اثر هر یک از این فاکتورهای شش‌گانه بر چهار متغیر درصد نهال باقیمانده نهایی، متوسط شادابی درختان، متوسط مساحت درختان و متوسط ارتفاع درختان محاسبه شد (مقادیر میانگین مربعات بسته به درجه آزادی تصحیح شدند) و سپس در صورت معنی‌دار شدن عامل زمان کشت، این عامل به عنوان پلات اصلی در نظر گرفته شده و اثر سایر فاکتورها بر اساس یک

تجزیه واریانس با در نظر گرفتن عوامل طبقه‌بندی‌شده منطقه (در چهار طبقه)، زمان کاشت (در چهار طبقه: ۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹)، جهت دامنه (در چهار طبقه: شمال، جنوب، شرق و غرب)، شیب (در ۲ طبقه: بیش از ۲۵ درصد و کمتر از آن)، ارتفاع از سطح دریا و تراکم نهال اولیه انجام شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها در هر واحد محاسباتی، ابتدا به وسیله آنالیز واریانس یک‌طرفه مقدار F

¹ event

² Cox proportional hazards model

طرح آشیانه‌ای سنجیده شد. مقایسه میانگین نیز توسط آزمون مقایسه میانگین Tukey انجام گردید.

نتایج

جدول (۲) خلاصه‌ای از نتایج محاسبه نرخ بقا از روی تعداد جنگلکاری‌های شکست خورده و موفق را برای هر یک از مناطق چهارگانه نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، جنگلکاری‌های بادامک در منطقه دورک با میانگین نرخ بقای ۰/۸۸ در صدر قرار دارد و جنگلکاری‌های طارم، تلورد و تبرک با مقادیر متوسط نرخ بقای ۰/۷۳، ۰/۶۴ و ۰/۶۴ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. با این وجود از آنجا که مقادیر نرخ بقا در تمام سالها برای تمام جنگلکاری‌ها قابل محاسبه نبود، این شاخص نمی‌تواند به عنوان رتبه‌بندی نهایی مورد استفاده قرار گیرد. دو آزمون از آزمون‌های مرتبط با تجزیه Kaplan-Meier یعنی آزمون یکسانی تابع بقا Log-rank و Wilcoxon نشان دادند؛ بین مناطق جنگلکاری شده با گونه بادامک تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

تابع تعدیل شده پراکنش بقا به دست آمده از رگرسیون چندجمله‌ای گذرانده شده از منحنی پله‌ای بقا نشان می‌دهد؛ با استفاده از مفهوم تابع پراکنش بقا (SDF) کاملاً نشان می‌دهد که منطقه طارم برای کشت بادامک برتری داشته است. در نهایت این آنالیز نشان داد که با استفاده از این تابع می‌توان به راحتی بین مناطق جنگلکاری شده تمایز قایل شد (شکل ۲). نتایج مدل ریسک نسبی کاکس با استفاده از عوامل توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) به عنوان کوواریانس نشان داد که اولاً با استفاده از سه آماره اصلی مرتبط با این مدل تنها آماره Wald توانست حداقل یک فاکتور کوواریانس با قطعیت تأثیرگذار بر تمایز چهار جنگلکاری بادامک را بیابد (جدول ۴) و ثانیاً نتایج نشان داد که متغیر جهت‌های غربی در تعیین سرنوشت زنده‌مانی جنگلکاری‌های بادامک در بازفت مؤثرند (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه چهار فاکتور منطقه، زمان کشت، جهت، شیب، ارتفاع از سطح دریا و تعداد نهال اولیه بر متوسط مساحت تاج درختان نشان داد که تنها فاکتور جهت دامنه بر این متغیر اثر دارد (جدول ۶). آزمون مقایسه میانگین توکی نیز چهار جهت اصلی جنگلکاری بادامک را بر اساس متوسط مساحت تاج درختان به صورت شکل ۳ طبقه‌بندی کرد. بر این اساس برتری متوسط اندازه تاج درختان بادامک کشت‌شده در دامنه‌های جنوبی کاملاً آشکار است. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه اثر چهار فاکتور طبقه‌بندی‌شده منطقه (در چهار طبقه)، زمان کشت (در چهار طبقه)، جهت (در چهار طبقه)، شیب (در ۲ طبقه)، ارتفاع از سطح دریا (در چهار طبقه) و تعداد نهال اولیه (در چهار طبقه) بر متوسط ارتفاع درختان نشان داد که این متغیر تنها از فاکتور جهت تأثیر می‌پذیرد (جدول ۶). آزمون مقایسه میانگین نیز چهار جهت اصلی جنگلکاری بادامک را بر اساس متوسط ارتفاع درختان به صورت شکل ۴ طبقه‌بندی کرد. این آزمون نشان داد که درختان دامنه‌های جنوبی از ارتفاع بالاتری برخوردارند، هرچند تفاوت در مقایسه با درختان دامنه‌های شرقی محسوس نیست. نتایج تجزیه واریانس یکطرفه اثر چهار فاکتور طبقه‌بندی‌شده منطقه (در ۴ طبقه)، زمان کشت (در چهار طبقه)، جهت (در ۴ طبقه)، شیب (در ۲ طبقه)، ارتفاع از سطح دریا (در ۴ طبقه) و تعداد نهال اولیه (در ۴ طبقه) بر درجه شادابی درختان نشان داد که این متغیر تنها از فاکتورهای منطقه، زمان کشت، شیب و جهت تأثیر می‌پذیرد (جدول ۶). از آنجا که عامل زمان کاشت با ۹۸٪ اطمینان برای متوسط شادابی درختان معنی‌دار شد. لذا اثر سه فاکتور دیگر بر شادابی درختان در قالب یک طرح آشیانه‌ای که در آن فاکتور زمان پلات اصلی است، سنجیده می‌شود. بر این اساس و با استخراج اثر عامل زمان کشت، عامل منطقه در شادابی درختان معنی‌دار نیست (جدول ۷).

جدول ۲- نرخ بقا Kaplan-Meier برای مناطق بادام کاری شده

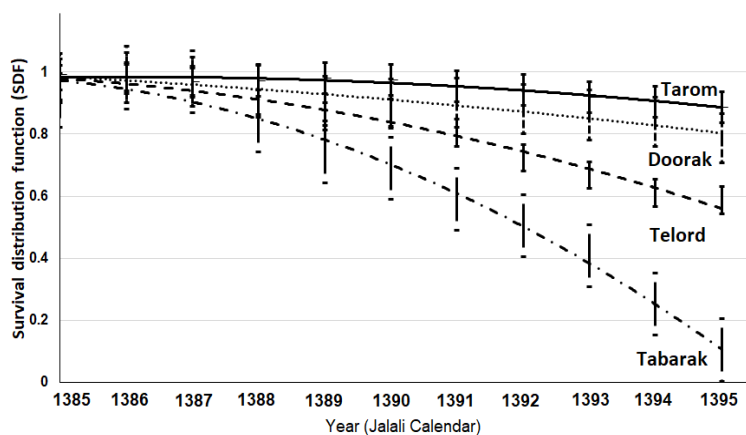
Table 2 - Kaplan-Meier survival rate for areas planted with wild almond

سال Year	ریسک خشک شدن (%) Dieback risk				خشک شده تعداد جنگلکاری‌های Number of un-successful plantations				تعداد جنگلکاری‌های خشک نشده Number of successful plantations				نرخ بقا Survival rate			
	Doorak	Tarom	Tabarak	Telord	Doorak	Tarom	Tabarak	Telord	Doorak	Tarom	Tabarak	Telord	Doorak	Tarom	Tabarak	Telord
1385	63				0				9				0.1			
1386	54	18			0	0			9	3			0.1			
1387	45	15	17	55	1	1	0	0	8	3	1	11	0.9			
1388	36	12	16	42	2	2	0	2	7	3	1	9	0.9			0.9
1389	27	9	15	33	2	2	1	3	7	3	4	8	0.9	0.9	0.9	0.9
1394	18	6	10	21	2	2	2	4	7	3	3	7	0.8	0.9	0.8	0.8
1395	9	3	5	11	4	2	4	9	4	3	1	1	0.4	0.5	0.2	0.2

جدول ۳- نتایج آزمون‌های مرتبط با تجزیه Kaplan-Meier تابع بقا در مناطق جنگلکاری شده بادامک

Table 3- The results of related tests with Kaplan-Meier of survival rate function in planted areas with wild almond

آماره Statistic	مقدار مشاهده شده Observed value	مقدار بحرانی Critical value	P value	آلفا alpha
Log-rank	9.236	7.815	0.021	0.05
Wilcoxon	8.276	7.815	0.043	0.05
Tarone-Ware	7.872	7.815	0.098	0.05



شکل ۲- توابع پراکنش بقا تعدیل شده توسط رگرسیون چند جمله‌ای برای مناطق جنگلکاری شده بادامک

Figure 2- Multiple regressed survival distribution functions in planted areas with wild almond

جدول ۴- مقادیر آماره‌های مرتبط با مدل ریسک نسبی کاکس با استفاده از متغیرهای مختلف

Table 4- Cox proportional hazards model using different variables

آماره Statistic	درجه آزادی df	Chi-square	P > Chi ²
Log(Likelihood) test	5	27.63	< 0.0001
Score test	5	29.34	< 0.0001
Wald test	5	23.6	< 0.0001

جدول ۵- نتایج آزمون مربع کای برای تعیین کوواریانس تأثیرگذار بر نتایج تمایز جنگلکاری‌های بادامک با استفاده از آماره Wald. (مقادیر آماره برای شیب‌های زیاد و جهت‌های شرقی قابل محاسبه نبود)

Table 5- Chi-square test results to determine the effect of covariance on distinction of wild almond plantation using Wald's statistic. (High slopes and eastern aspect values could not be calculated)

متغیر کوواریانس Covariance variable	مقدار آماره Wald Wald statistic	P> Chi ²	نسبت ریسک Risk ratio
ارتفاع از سطح دریا Altitude	1.824	0.177	0.996
جهت شمالی North aspect	2.506	0.113	3.188
جهت جنوبی South aspect	0.019	0.890	0.903
جهت غربی West aspect	8.953	0.003	6.531
شیب کم Low slope	0.872	0.350	1.418

جدول ۶- نتایج آنالیز واریانس فاکتورهای مختلف بر رویش و درصد زنده‌مانی نهال‌ها در جنگل کاری بادامک

Table 6- Anova results on the effect of various factors on seedling growth and survival in wild almond plantations

منبع تغییرات Source of variation	درجه‌آزادی df	F value			
		مساحت تاج Crown area	ارتفاع Height	شادابی Vigor	درصد زنده‌مانی Survival rate
منطقه Region	3	2.7 ^{ns}	2.24 ^{ns}	4.11 [*]	3.64 [*]
تعداد نهال اولیه Initial sapling number	3	1.5 ^{ns}	1.12 ^{ns}	1.18 ^{ns}	0.92 ^{ns}
زمان کشت Plantation date	3	2.7 ^{ns}	2.24 ^{ns}	4.11 [*]	3.64 [*]
شیب Slope	1	3.3 ^{ns}	2.54 ^{ns}	5.53 [*]	3.70 ^{ns}
ارتفاع از سطح دریا Altitude	3	1.05 ^{ns}	0.73 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.58 ^{ns}
جهت Aspect	3	5.9 ^{**}	7.29 ^{**}	9.07 ^{**}	12.35 ^{**}

تفاوت آماری با ۰.۰۵ احتمال خطا

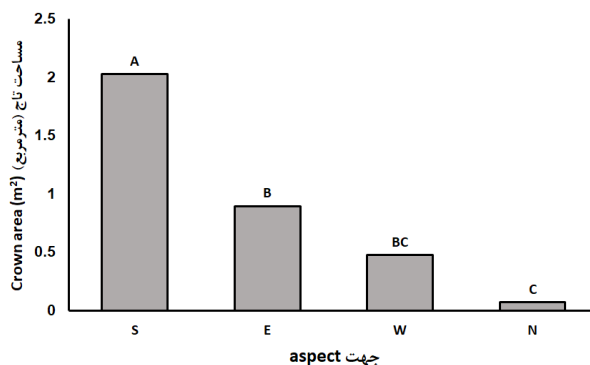
تفاوت آماری با ۰.۰۱ احتمال خطا

ns بدون تفاوت معنی‌دار آماری

*statistical difference with error probability of 5%.

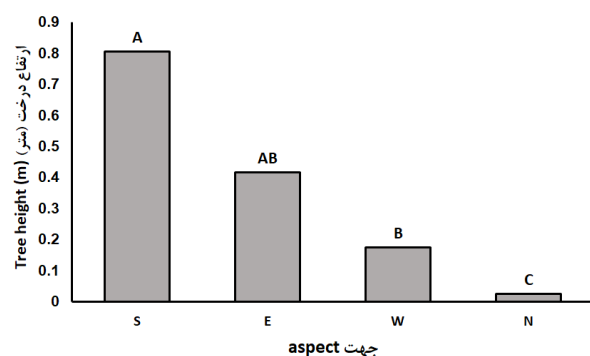
**statistical difference with error probability of 1%.

ns No significant statistical difference



شکل ۳- متوسط مساحت تاج به تفکیک جهت با استفاده از آزمون توکی (با سطح اطمینان ۰/۹۵). ستون‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 3 – Crown area mean value of wild almond for each aspect, separated by the Tukey test (95% confidence level). Columns with common letters are not significantly different.



شکل ۴- متوسط ارتفاع درختان (متر) به تفکیک جهت با استفاده از آزمون توکی (با سطح اطمینان ۰/۹۵). ستون‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 4- Average height mean value of wild almonds for each aspect, separated by the Tukey test (95% confidence level). Columns with common letters are not significantly different.

را از خود نشان داده‌اند و به‌نظر می‌رسد که عامل جهت جنوبی کاملاً بر شادابی تأثیرگذار است، به طوری که حتی با حذف اثر عامل پلات اصلی یعنی سال کشت نیز هنوز بیشترین مقادیر شادابی را شامل شده است. جنگلکاری‌های قدیمی (۱۳۸۵) که در دامنه‌های شرقی کشت شده‌اند در زمره شاداب‌ترین درختان قرار گرفته‌اند.

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه اثر چهار فاکتور طبقه‌بندی‌شده منطقه (درچهارطبقه)، زمان کشت (درچهارطبقه)، جهت (درچهارطبقه)، شیب (در ۲ طبقه)، ارتفاع از سطح دریا (در چهار طبقه) و تعداد نهال اولیه (درچهارطبقه) بر زنده‌مانی درختان نشان داد که این متغیر راساً از فاکتورهای منطقه، زمان کشت و

جدول (۸) نیز نشان‌دهنده آنالیز واریانس شادابی درختان برای عامل شیب در داخل عامل زمان کشت است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با استخراج اثر عامل زمان کشت، اثر عامل منطقه در تغییر شادابی درختان بی‌معنی می‌شود. همچنین عامل جهت حتی در قالب طرح آشیانه‌ای با در نظر گرفتن عامل زمان کشت به عنوان پلات اصلی نشان داد که بر شادابی درختان تأثیرگذار است (جدول ۹). آزمون مقایسه میانگین نیز متوسط شادابی درختان در چهار جهت اصلی جنگل کاری بادامک را در پلات اصلی زمان کشت به صورت شکل (۵) طبقه‌بندی کرد. هر سه دسته درختان کشت‌شده در دامنه‌های جنوبی که به ترتیب در سال‌های ۸۵ تا ۸۷ کشت شده‌اند، بیشترین شادابی

می‌شود. آنالیز واریانس زنده‌مانی در قالب یک طرح آشیانه‌ای با در نظر گرفتن عامل زمان کشت به عنوان پلات اصلی و جهت به عنوان پلات فرعی نشان داد که تفاوت معنی‌دار بارزی جهت کشت درختان بادامک وجود دارد (جدول ۱۱). آزمون مقایسه میانگین متوسط زنده‌مانی درختان در چهار جهت اصلی جنگلکاری بادامک را در پلات اصلی زمان کشت به صورت شکل (۶) طبقه‌بندی می‌کند.

جهت تأثیر می‌پذیرد (جدول ۶). از آنجا که عامل زمان کشت برای متوسط زنده‌مانی درختان معنی‌دار شد، لذا اثر دو فاکتور دیگر بر شادابی درختان در قالب یک طرح آشیانه‌ای که در آن فاکتور زمان پلات اصلی است سنجیده می‌شود. بر این اساس جدول (۱۰) نشان دهنده آنالیز واریانس زنده‌مانی درختان برای عامل منطقه در داخل عامل زمان کشت است. همان طور که ملاحظه می‌شود با استخراج اثر عامل زمان کشت، اثر عامل منطقه در تغییر زنده‌مانی درختان بی‌معنی

جدول ۷- نتیجه آنالیز واریانس تغییرات شادابی درختان بادامک به واسطه تغییر منطقه، در یک طرح آشیانه‌ای با فاکتور زمان کشت به عنوان پلات اصلی

Table 7- Analysis of variance of wild almonds vigor, affected by region in a nested by time as the main plot.

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Adj MS	F value	P value
کشت زمان Time	3	2.51	4.37	0.014
منطقه (زمان کشت) Region (time)	2	0.19	0.09	0.568

جدول ۸- جدول آنالیز واریانس تغییرات شادابی درختان بادامک به واسطه تغییر کلاس شیب، در یک طرح آشیانه‌ای با فاکتور زمان کشت به عنوان پلات اصلی

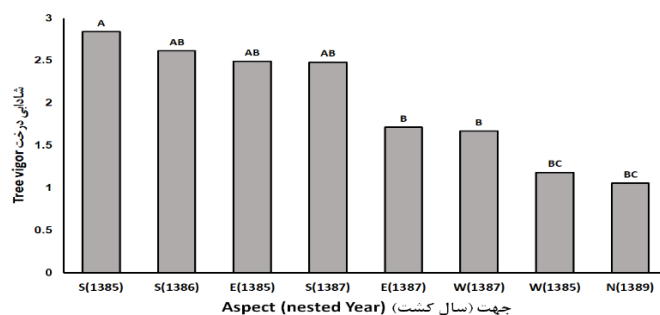
Table 8- Analysis of variance of wild almonds vigor, affected by slope in a nested by time as the main plot

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Adj MS	F value	P value
کشت زمان Time	3	2.45	4.66	0.01
شیب (زمان کشت) Slope (time)	1	1.09	1.08	0.15

جدول ۹- جدول آنالیز واریانس تغییرات شادابی درختان بادامک به واسطه تغییر کلاس جهت، در یک طرح آشیانه‌ای با فاکتور زمان کشت به عنوان پلات اصلی

Table 9 - Analysis of variance of wild almonds vigor, affected by aspect in a nested by time as the main plot

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Adj MS	F value	P value
کشت زمان Time	3	1.89	4.46	0.01
جهت (زمان کشت) Aspect (time)	3	1.34	3.15	0.04



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های مقادیر شادابی درختان به تفکیک جهت با استفاده از آزمون توکی (با سطح اطمینان ۰/۹۵). ستون‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 5 - Vigor mean values of wild almond for each aspect (plantation date), separated by the Tukey test (95% confidence level). Columns with common letters are not significantly different.

جدول ۱۰- جدول آنالیز واریانس تغییرات زنده‌مانی درختان بادامک به واسطه تغییر منطقه، در یک طرح آشیانه‌ای با فاکتور زمان کشت به عنوان پلات اصلی

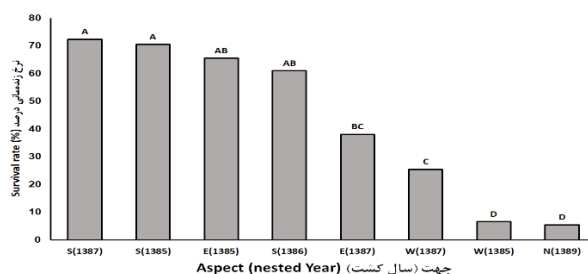
Table 10 - Analysis of variance of wild almonds survival rate, affected by the regions in a nested by time as the main plot

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Adj MS	F value	P value
کشت زمان Time	3	3012.25	3.53	0.031
منطقه (زمان کشت) Region (time)	2	65.33	0.08	0.784

جدول ۱۱- جدول آنالیز واریانس تغییرات زنده‌مانی درختان بادامک به واسطه تغییر کلاس جهت، در یک طرح آشیانه‌ای با فاکتور زمان کشت به عنوان پلات اصلی

Table 11- Analysis of variance of wild almonds survival rate, affected by the aspect in a nested by time as the main plot.

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Adj MS	F value	P value
کشت زمان Time	3	2808.7	5.83	0.005
جهت (زمان کشت) Aspect (time)	3	2511.5	5.21	0.005



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های مقادیر زنده‌مانی درختان به تفکیک جهت با استفاده از آزمون توکی (با سطح اطمینان ۰/۹۵). ستون‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 6 - survival rates mean value of wild almond for each aspect in different time separated by the Tukey test (95% confidence level). Columns with common letters are not significantly different.

بحث

کاهش ناگهانی و تقریباً به صفر رسیدن نرخ بقا درختان و درختچه‌های کاشته شده در سال بعد از جنگلکاری می‌تواند به علت الف) روش‌های نادرست کاشت و مراقبت‌های پس از آن، ب) بروز تنش‌های شدید و پیش‌بینی نشده اقلیمی در محل جنگلکاری باشد (Cao, 2008). با این وجود این مورد در جنگلکاری‌های بادامک در منطقه بازفت اتفاق نیافتاده است. کمترین نرخ بقای ۰/۶۴ تبرک نمی‌تواند به معنی یکی از موارد بالا باشد. نتایج تحقیق نشان داد که تفاوت قابل توجه در زنده‌مانی جنگل کاری با گونه بادامک با منشا یکسال در یک فاصله نسبتاً نزدیک کمتر از ۲۰ کیلومتر، فرض اثر شرایط اقلیمی را نادرست می‌سازد. تابع کاهش تعداد درختان کشت‌شده نیز بر اساس دو آزمون Log-rank و Wilcoxon یکسان نیستند؛ یعنی از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کنند. این دو آزمون بر خلاف آزمون Tarone-Ware به مقایسه جفتی دسته اطلاعات می‌پردازند، در حالی که آزمون اخیر متحرک‌تر بوده و به مقایسات چندتایی نیز می‌پردازد که سبب می‌شود حساسیت نسبتاً کمتری در تمایز الگوی یکسانی بقا داشته باشد (Kleinbaum & Klein, 2005). به هر حال نزدیکی اعداد F محاسبه شده با عدد بحرانی ۷/۸۱۵ برای ۹ جنگلکاری (جدول ۳)، می‌تواند نشانه وجود تمایز ضعیف بین الگوی بقای جنگل کاری‌ها باشد. بدون در نظر گرفتن ۹ جنگل کاری و با توجه به مکان جغرافیایی جنگل کاری‌ها (نام روستای نزدیک) تابع پراکنش بقا (SDF) جنگلکاری‌های بادامک نشان داد که کاهش شدید درختان بجای مانده در جنگلکاری‌های ناحیه روستای تبرک و پس از آن تلورد از سال سوم پس از جنگلداری خودنمایی می‌کند. این زمان وقتی است که مراقبت‌های اولیه دوسال اول از نهال‌های کشت‌شده (آبیاری متمرکز، هرس و قییم‌زنی) به پایان رسیده و نهال‌ها صرفاً بر اساس شرایط آب و هوایی توپوگرافی و خاک منطقه رشد می‌کنند. این جداسدن قهقرایی ناگهانی یک جنگلکاری به ویژه در مناطق با آب فراوان، معمولاً به شرایط خاک مربوط شده است (Goodale, 2009). به نظر می‌رسد با اینکه تفاوت در زنده‌مانی درختان بادامک کاملاً آشکار است، ولی قدرت اثرگذاری فاکتورهای مورد نظر در این

تحقیق (شرایط توپوگرافی) چندان مشهود نبوده است. تنها آماره Wald نشان‌دهنده تمایز اثر عوامل توپوگرافی بر ریسک نسبی جنگلکاری در چهار منطقه بخش بازفت بود. این آماره بر خلاف دو آماره دیگر تمام منحنی ریسک نسبی را در طول تغییرات دامنه فاکتور(های) مورد نظر در نظر می‌گیرد، ولو حاشیه‌های این تابع ممکن است مورد نظر و دست یافتنی نباشد. لذا تنها هنگامی به کار برده می‌شود که ریسک‌پذیری مسئله مورد نظر جنبه حیاتی نداشته باشد (مانند عمل جراحی و یا تصادفات جاده‌ای) (Crowder, 2012). بر اساس نتایج به‌دست آمده از آماره Wald بیشترین ریسک جنگلکاری با بادامک در بخش بازفت، جهت‌های غربی می‌باشد، جهت‌های شمالی و مناطق با شیب کم در مراحل بعدی قرار دارند. در تایید این نتایج آنالیز واریانس نیز نشان داد که اثر عامل جهت بر مساحت تاج، متوسط ارتفاع، شادابی و متوسط زنده‌مانی درختان بادامک کشت‌شده حتمی است. کاهش اندازه‌های این متغیرهای درختی مستقیماً ریسک‌پذیری کشت نهال بادامک را در جهت‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. در تمام موارد دو دامنه غربی و شمالی کمترین شاخص‌های زیستی را برای درختان بادامک ثبت کردند. اثر منفی کشت بادامک در شیب‌های غربی و شمالی به قدری بود که حتی درختان مسن‌تر کشت‌شده در دامنه‌های غربی و شمالی، شادابی کمتری نسبت به همترازهای جوان‌ترشان در سایر شیب‌ها داشتند. تفسیری که از این نتایج می‌توان ارایه کرد می‌توان خشکی مضاعف شده به واسطه بادهای غرب وزان در دامنه‌های غربی و کمبود نور و سرمای حاصله از رخنمون زردکوه در دامنه‌های شمالی بازفت باشد. این نتایج بستگی مستقیمی با اقلیم منطقه دارد. این نتایج تا حدی با نتایج Madjidii و همکاران (۲۰۰۹) در مورد بادامک‌های کشت‌شده در زنجان مغایرت دارد. به این معنی که نتایج ایشان گویای برتری زنده‌مانی و زیستی بادامک‌های کشت‌شده بر دامنه‌های غربی و جنوبی است. هرچند این آزمایش کشت بادامک بر دامنه‌های غربی بازفت را توصیه نمی‌کند، ولی نتایج مثبت آن در کشت بادامک در دامنه‌های جنوبی با مقاله فوق یکسان است. هرچند در وهله اول به نظر می‌رسید که شیب نیز بر شادابی درختان تأثیر دارد و می‌تواند تاییدی بر ریسک‌پذیری بالای

درختان بادامک ثبت شد، بنابراین به مجریان طرح‌های جنگلکاری در بخش بازفت مرکزی پیشنهاد می‌گردد که کشت در شیب‌های غیرغربی و شمالی صورت پذیرد. به مجریان پیشنهاد می‌گردد جهت بالا بردن میزان موفقیت جنگل‌کاری‌های صورت‌گرفته مراقبت پس از کاشت را تا زمان حصول هدف از جمله آبیاری متمرکز، هرس و قیم‌زنی را به صورت مستمر انجام دهند.

درختان کشت‌شده در نواحی مسطح باشد. ولی هنگامی که این اثر در داخل پلات اصلی زمان کشت بررسی شد، معلوم شد تفاوت واریانس‌های شادابی بیشتر به واسطه فاصله گرفتن از زمان کشت آنها می‌باشد تا اینکه شیب محل جنگلکاری باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش در دو دامنه غربی و شمالی کمترین شاخص‌های زیستی را برای

منابع

- Akhoondali, A., Akhoondi, M. & Akhoondali, A. 2003. Synthesis and summarizing the forest management plan of Boalhassan-Dezful: Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Khuzestan Province. *Research Report Bulletin*, 42p. [In Persian]
- Alvaninejad, S. 1999. The study of effective factors of wild almond (*Amygdalus scoparia*) species distribution in two various areas of Fars province. M.Sc. thesis, Tarbiat Modarres University. [In Persian]
- FAO. 2018. The State of the World's Forests 2018 - Forest pathways to sustainable development. Rome.
- Goudarzi, Gh., Sagheb Talebi, S. & Ahmadrlo, F. 2012. Investigating the Effective Factors in Distribution of Cam Species in Markazi Province. *Iranian Journal of Forest*, 4(3): 220-209. [In Persian]
- Iranmanesh, Y. & Jahanbazi Gojani, H. 2007. Comparison of wild almond plantation on north and south aspects of degraded forest in Zagros region of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(1): 31-19. [In Persian]
- Jahanbazi Gojani, H., Jalili, A. & Talebi, M. 2004. A survey on forest ecosystems in Chaharmahal and Bakhtiari province. Shahrekord: Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Chaharmahal and Bakhtiari province. [In Persian]
- Joozi, F. & Salehi Zaniani, M. 2014. Evaluation of almond ecological potential in arid areas for forestation (Case study: Shadi Herat garden of Yazd). 2nd National Student Conference on Forest Science, Tehran. [In Persian]
- Kaplan, E.L. & Meier, P. 1958. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. *Journal of the American Statistical Association*, 53: 457-481. [DOI:10.1080/01621459.1958.10501452]
- Kaul, R.N. 2012. Afforestation in Arid Zones. Springer Science & Business Media, 444p.
- Khajeh Abdollahi, M. H. 2007. Cultivation of mountain almonds in steep lands. Agricultural Jihad Organization of Khuzestan Extension and Exploitation System of Ministry of Agricultural Jihad, No. 199. [In Persian]
- Madjidii, T., Sardabi, H., Aghajanlu, F., Musavi, S.A. & Tarasi, J. 2009. Afforestation trial for five almond (*Amygdalus communis* L.) genotypes and a wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) genotype in Zanjan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17: 166-161. [In Persian]

- Malek Ghasemi, A. & Babaei Kafaki, V. 2004. Introduction of suitable species of forestation and green space development in semi-arid regions using GIS and based on land use of land. *Journal of Agricultural Sciences*, 2(11): 80-69. [In Persian]
- Mohammadi Sabet, F., Jalilvand, H., Pourmajidian, M. & Rezaian, P. 2013. Assessment of success rate of Broadleaf species in Rimeleh area of Lorestan province. National Conference on Passive Defense in Agricultural Sector, Qeshm Island, ElmGostaran Cooperative Company of Iranian Pioneers, Iran. [In Persian]
- Piri Sahragard, H., Zare Chahouki, M.A., Agerlo, M. & Nahtani, M. 2017. Predictive habitat distribution modeling of *Amygdalus scoparia* Spach in Moshakieh rangelands of Qom Province. *Journal of Forest and Wood Products*, 69(4): 725-734. [In Persian]
- SaghebTalebi, Kh, Sajedi, T. & Pourhashemi, M. 2013. Forests of Iran: A Treasure from the Past, a Hope for the Future. Springer Science & Business Media, 157p. [[DOI:10.1007/978-94-007-7371-4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7371-4)]
- Salarian, A., Mataji, A. & Iranmanesh, Y. 2008. Investigation on site demand of Almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) in Zagros Forests (Case study: Karebas site of Chaharmahal and Bakhtiari province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(4): 528-542. [In Persian]
- Stanturf, J.A. 2015. Restoration of boreal and temperate forests. CRC Press, 552p. [[DOI:10.1201/b18809](https://doi.org/10.1201/b18809)]
- Wang, H., Chen, X. & Li, G. 2018. Survival Forests with R-Squared Splitting Rules. *Journal of Computational Biology*, 25: 1-8. [[DOI:10.1089/cmb.2017.0107](https://doi.org/10.1089/cmb.2017.0107)] [[PMID](#)] []
- Zar, J.H. 2010. Biostatistical analysis (5th Ed.). Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, xiii, 944p.