

Research Paper

Effects of rainfall storage methods and irrigation interval on survival of *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf., *Prosopis cineraria* (L.) Druce and *Acacia nilotica* (L.) Delile in Bushehr ProvinceSeyed Mousa Sadeghi^{*1}, Hashem Keneshloo², Hasan Kazeruni³ and Heshmatollah Sadeghi⁴

1,*- (Corresponding author) Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (smbooraki@gmail.com)

2- Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (hkeneshlo@yahoo.com)

3- Natural Resources and Watershed Management Research Division, Agricultural and Natural Resources Research Center of Bushehr, Bushehr, I. R. Iran. (kazerooniforester@gmail.com)

4- Natural Resources and Watershed Management Research Division, Agricultural and Natural Resources Research Center of Bushehr, Bushehr, I. R. Iran. (heshmat_sadeghi@yahoo.com)

Received: 02 April 2024

Accepted: 11 November 2024

Extended Abstract

Background and Objective: In southern Iran, harsh climatic conditions—including high temperatures, aridity, intense evaporation, low rainfall, forest degradation, and land-use changes—make forest restoration and development critically important. Utilizing native species such as Christ's Thorn Jujube (*Ziziphus spina-christi*), Iranian Mesquite (*Prosopis cineraria*), and Karat (*Acacia nilotica*), alongside effective water management techniques, can be pivotal for the success of afforestation projects. These species are naturally adapted to the region and hold significant economic, social, and environmental value. This study aimed to identify the most effective rainwater harvesting method and irrigation schedule to optimize the establishment and survival of these three tree species.

Material and Methods: The study was carried out at the Aquifer Management Research Station in Bushehr Province (Kenari Village, Tangestan County) on a 10-hectare site characterized by a hot, arid climate within the Saharo-Sindian phytogeographical zone. The experimental area comprised alluvial fan deposits with loamy gravelly soil and a naturally degraded stand of Christ's Thorn Jujube. The terrain had a slope of less than 5% and was oriented east-west. The experiment was laid out as a randomized complete block design with a split-plot arrangement, replicated three times. Four factors were tested: rainwater harvesting method (earthen dams and contour furrows), irrigation interval (25 and 35 days), irrigation duration (two and three years), and tree species (*Ziziphus spina-christi*, *Prosopis cineraria*, and *Acacia nilotica*). Earthen dams and contour furrows were constructed according to surveying maps along predetermined lines. Each subplot was planted with 36 seedlings per species. Irrigation was applied from mid-April to late November according to the assigned schedules, continuing for two or three years. Maintenance operations accompanied irrigation. At the study's conclusion, seedling survival was counted, recorded, and analyzed.

Results: The overall mean survival rates for *Ziziphus spina-christi*, *Prosopis cineraria*, and *Acacia nilotica* were 62.7%, 49.9%, and 27%, respectively. The differences in survival rates among the three species were statistically significant at the 5% level. Interaction effects among rainwater

harvesting method, irrigation interval, and irrigation duration on survival rates were significant ($\alpha = 0.05$, $p = 0.009$). Seedling survival was higher behind earthen dams compared to contour furrows. Survival declined over the 10-year period, with the greatest mortality occurring during the first two years. Mortality of *Ziziphus spina-christi* ceased after year four, while *Acacia nilotica* and *Prosopis cineraria* continued to experience mortality at a slower rate until the final year. Rainfall data indicated drought conditions during the first two and last three years of the study. Nevertheless, thanks to supplementary irrigation and rainwater harvesting, the seedlings survived, underscoring the importance of supportive measures for afforestation projects in southern Iran.

Conclusion: The findings indicate that the successful establishment and survival of *Ziziphus spina-christi* (Desf.), *Prosopis cineraria* (Druce), and *Acacia nilotica* (Delile) in restoration and forest development projects depend on supportive interventions such as supplementary irrigation and rainwater harvesting. Although drought occurred during the first two and last three years, these measures promoted seedling survival, resulting in survival rates of 62.8%, 49.9%, and 27% for *Ziziphus spina-christi*, *Prosopis cineraria*, and *Acacia nilotica*, respectively. Among irrigation schedules, watering every 25 days for three years yielded the best results. Regarding rainwater harvesting methods, earthen dams outperformed contour furrows due to superior water retention. Further research on supportive measures to enhance seedling establishment and early growth in afforestation projects is recommended.

Keywords: conservation, afforestation, drought, Sahara-Sandy, seedling.

How to Cite This Article: Sadeghi, S. M., Keneshloo, H., Kazeruni, H., and Sadeghi, H. (2025). Effects of rainfall storage methods and irrigation interval on survival of *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf., *Prosopis cineraria* (L.) Druce, and *Acacia nilotica* (L.) Delile in Bushehr Province. Forest Research and Development, 11(1), 133-148. DOI: [10.30466/jfrd.2024.55428.1732](https://doi.org/10.30466/jfrd.2024.55428.1732)



Copyright ©2024 Sadeghi et al. Published by Urmia University.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

اثرات روش‌های ذخیره باران و دورآبیاری بر زنده‌مانی کنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.)، کهور ایرانی (*Prosopis cineraria* (L.) Druce) و کرت (*Acacia nilotica* (L.) Delile) در استان بوشهر

سیدموسی صادقی^{۱*}، هاشم کنشلو^۲، حسن کازرونی^۳ و حشمت‌اله صادقی^۴

- ۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران. (smbooraki@yahoo.com)
- ۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران. (hkeneshlo@yahoo.com)
- ۳- کارشناس پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، بوشهر، ایران. (kazerooniforester@gmail.com)
- ۴- کارشناس پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، بوشهر، ایران. (heshmat_sadeghi@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳

چکیده

مقدمه و هدف: در جنوب ایران، به دلیل شرایط اقلیمی سخت مانند گرما، خشکی، تبخیر زیاد، کمبود بارش، تخریب جنگل‌ها و تغییر کاربری اراضی، احیاء و توسعه جنگل‌ها بسیار ضروری است. استفاده از گونه‌های بومی مانند کنار (*Ziziphus spina-christi*)، کهور ایرانی (*Prosopis cineraria*) و کرت (*Acacia nilotica*) به همراه روش‌های مؤثر تأمین آب، می‌تواند در موفقیت پروژه‌های جنگل‌کاری نقش کلیدی ایفا کند. این گونه‌ها به‌طور طبیعی در منطقه می‌رویند و از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی دارای ارزش بالایی هستند. این پژوهش با هدف بررسی مناسب‌ترین روش ذخیره نزولات آسمانی و دور آبیاری برای استقرار و زنده‌مانی این سه گونه درختی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در ایستگاه تحقیقات آبخوانداری استان بوشهر (روستای کناری، شهرستان تنگستان) در زمینی به مساحت ۱۰ هکتار با اقلیم گرم و خشک و در ناحیه رویشی صحارا-سندی اجرا شد. بستر پژوهش شامل آبرفت‌های بادبزنی با خاک لومی سنگریزه‌دار و پوشش طبیعی تخریب‌شده‌ی درخت کنار بود. شیب زمین کمتر از ۵ درصد و جهت کلی آن شرقی-غربی است. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش اسپلیت پلات سه‌باره و در سه تکرار انجام گرفت. در این مطالعه، چهار عامل بررسی شد: روش ذخیره نزولات (بند خاکی و کنتورفارو)، دور آبیاری (۲۵ و ۳۵ روزه)، مدت آبیاری (دو سال و سه سال) و گونه گیاهی (کنار، کهور ایرانی و کرت). بندهای خاکی و کنتورفارو طبق نقشه‌برداری در خطوط مشخص پیاده‌سازی شدند. در هر کرت فرعی، ۳۶ نهال از هر گونه کاشته شد. آبیاری نهال‌ها از نیمه دوم

فروردین تا پایان آبان در دوره‌های مشخص شده انجام شد و طی دوره‌های دو یا سه ساله ادامه داشت. در کنار آبیاری، عملیات نگهداری نیز انجام شد. در پایان، تعداد نهال‌های زنده شده شمارش، ثبت و داده‌ها برای بررسی زنده‌مانی گونه‌ها تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین درصد زنده‌مانی کل برای کنار، کهور ایرانی و کرت به ترتیب ۶۲/۷ درصد، ۴۹/۹ درصد و ۲۷ درصد بود. تفاوت بین میانگین زنده‌مانی سه گونه درختی کشت شده در سطح پنج درصد معنی دار بود. نتایج نشان داد که اثرات متقابل ذخیره نزولات آسمانی، دورآبیاری، و سال‌های آبیاری بر اندازه زنده‌مانی گونه‌های کشت شده در طرح معنی دار بود ($\alpha=5\%$)، ($\text{Sig.} = 0.009$). زنده‌مانی نهال‌ها پشت بندخاکی از کتورفارو بیشتر بود. زنده‌مانی نهال‌ها طی ۱۰ سال روند کاهشی داشت ولی اندازه مرگ‌ومیر نهال‌ها طی دوسال اول اجرای آزمایش بیشترین اندازه بود. مرگ‌ومیر گونه کنار از سال چهارم به بعد متوقف شد اما مرگ‌ومیر کرت و کهور ایرانی با سرعت کمتری تا سال پایانی طرح ادامه داشت. آنالیز داده‌های بارندگی نشان داد که دوسال اول و سه سال پایانی اجرای پژوهش، دوره‌های خشکسالی بودند. با این وجود، به دلیل انجام آبیاری کمکی و ذخیره باران، نهال‌های کشت شده زنده ماندند، که نشان‌دهنده ضرورت انجام عملیات حمایتی (آبیاری و ذخیره باران) برای انجام پروژه‌های جنگلکاری در جنوب کشور است.

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد که استقرار و زنده‌مانی کنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.)، کهور ایرانی (*Prosopis cineraria* (L.) Druce) و کرت (*Acacia nilotica* (L.) Willd.) در طرح‌های احیاء و توسعه جنگل نیاز به اجرای عملیات حمایتی مانند آبیاری کمکی و ذخیره نزولات آسمانی دارد. اگرچه دوسال اول و سه سال آخر اجرای پژوهش با خشکسالی مواجه بود، اما انجام عملیات آبیاری کمکی و ذخیره باران به استقرار و زنده‌مانی نهال‌ها کمک کرد؛ به طوری که زنده‌مانی کنار، کهور ایرانی و کرت به ترتیب ۶۲/۸ درصد، ۴۹/۹ درصد و ۲۷ درصد بود و این نشان داد که اجرای عملیات حمایتی به استقرار و رشد اولیه نهال‌ها کمک کرد. از نظر آبیاری کمکی، آبیاری تا سه سال و هر ۲۵ روز یکبار نتایج بهتری نسبت به دیگر دوره آبیاری نشان داد. از نظر روش‌های ذخیره باران، بند خاکی به دلیل نگهداری آب بیشتر نتایج بهتری نسبت به روش کتورفارو نشان داد. پژوهش‌های بیشتر در زمینه عملیات حمایتی برای استقرار و رشد اولیه نهال‌ها در پروژه‌های جنگلکاری توصیه شد.

واژه‌های کلیدی: حفاظت، جنگلکاری، خشکسالی، صحارا-سندی، نهال.

مقدمه

بروز چالش‌های بزرگ جهانی مانند گرم‌شدن کره زمین، جنگل‌زدایی، رشد روزافزون جمعیت Bahrainy and Maknoon (2001) و افزایش خشکسالی‌های پی‌درپی و کاهش ترسالی‌ها (Karimi and Heidari (2023), Rahi et al. (2022) دست به دست هم داده تا کاهش پوشش گیاهی و پدیده‌های جدید نظیر طوفان‌های گرد و غبار در جنوب کشور به‌ویژه استان بوشهر رخ دهد (Rahi, et al., 2022). استان بوشهر دارای اقلیم گرم و خشک است و حدود هشت ماه از سال خشک و بدون بارندگی است. میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۲۰ میلی‌متر و میانگین تبخیر سالیانه حدود ۳۲۰۰ میلی‌متر است. پراکنش باران هم درطول سال نامناسب است (Sadeghi, et al., 2018). بنابراین استقرار و رشد گیاهان طبیعی در قالب پروژه‌های جنگلکاری، با محدودیت‌هایی مواجه است. جنگلکاری با گونه‌های طبیعی موجب افزایش حاصلخیزی خاک و تحول خاک و پوشش گیاهی همراه شد (Heydari et al., 2015). انتخاب گونه مناسب برای جنگلکاری به استقرار و تداوم حیات جنگل‌های مستقرشده کمک خواهد کرد. به‌طوری که گونه مناسب قابلیت زادآوری خواهد داشت (Farrokhzade et al. (2017 که زادآوری طبیعی تداوم زندگی جنگل را تضمین خواهد کرد.

درختان کنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.)، کهور ایرانی (*Prosopis cineraria* (L.) Druce) و کرت (*Acacia nilotica* (L.) Delile) که به‌طور طبیعی در جنوب ایران رویش دارند، و طی هزاران سال از بوته آزمایش طبیعت موفق بیرون آمده‌اند، برای برنامه‌ریزان و مدیران منابع طبیعی کشور از نظر احیاء و توسعه جنگل، محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی دارای اهمیت بالائی هستند (Sadeghi, 2001; Sadeghi, 2008a; Sadeghi, 2008).

کنار درختی است چندمنظوره که علاوه بر ارزش‌های محیط‌زیستی، دارای ارزش‌های اقتصادی است. به‌عنوان مثال چوب، میوه، گل، پوست تنه و ریشه آن برای صنایع درودگری، غذایی، دارویی و خوراک دام کاربرد دارد (Sadeghi et al., 2009; Saied, 2007). در کشور عربستان زوال توده‌های طبیعی کنار به‌اندازه ۱۲ درصد و کمبود زادآوری طبیعی کنار را یکی از مشکلات این گونه گزارش کردند (Adgaba et al., 2013). بیشترین زنده‌مانی کنار در شرایط گلخانه از میان چهار پروونانس مورد آزمایش در کشور اتیوپی ۸۰ درصد برای پروونانس باتی (Bati) گزارش شد (Bahru et al., 2015). دور آبیاری مناسب برای کنار هر ۲۵ روز یک‌بار با زنده‌مانی ۶۳/۸ درصد در ایستگاه تحقیقاتی کاکي، شهرستان دشتی، استان بوشهر با اقلیم گرم و خشک گزارش شد (Sadeghi et al., 2001). در پژوهشی دیگر، زنده‌مانی کنار تحت دو تیمار ذخیره نزولات آسمانی شامل تورکینست و بندخاکی به‌ترتیب ۱۳/۷۵ و ۱۴/۶ درصد در منطقه دشتیاری، استان سیستان و بلوچستان با اقلیم گرم و خشک گزارش شد. اندازه زنده‌مانی کنار تحت تیمار دورآبیاری ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز به‌ترتیب ۲۶/۱، ۱۲/۵ و ۳/۹ درصد گزارش شد. همچنین زنده‌مانی کنار تحت تیمارهای تورکینست و بندخاکی برای تیمار هر ۱۰ روز آبیاری به‌ترتیب ۲۵/۵ و ۲۶/۷ گزارش شد (Ameri and Keneshlou, 2014). در پژوهشی دیگر، اندازه زنده‌مانی کنار در چاله‌های بزرگ (۱×۱×۱ متر) بیشتر از ۹۰ درصد در دشت مهران، جنوب استان ایلام با اقلیم گرم و خشک گزارش شد (Ahmadi et al., 2014).

کهور ایرانی یکی از مهم‌ترین درختان در سیستم بیشه‌زراعی در مناطق خشک هندوستان است (Gupta, et al., 1998). این گونه در جنوب ایران به‌طور سنتی در مزارع کشاورزی نگهداری می‌شود و از آن برای

است (Karimi and Heidari, 2023). باتوجه به این چالش، برای افزایش موفقیت طرح‌های احیا و توسعه جنگل در مناطق خشک، استفاده از تکنیک‌های ذخیره آب باران ضرورت دارد (Ameri and Keneshlou, 2014; Ahmadi et al., 2014). از طرفی دیگر، برای عبور از چالش خشکی، آبیاری کمکی طرح‌های جنگلکاری به‌ویژه طی سال‌های اول و دوم اجرای این طرح‌ها، ضرورت دارد (Ameri and Keneshlou, 2014; Ahmadi et al., 2014).

این پژوهش با هدف تعیین اثرات روش‌های ذخیره آب باران، دور آبیاری و سال‌های آبیاری بر روی استقرار و زنده‌مانی نهال‌های سه گونه کنار، کهور ایرانی و کرت، در شهرستان تنگستان، استان بوشهر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش مجاور ایستگاه تحقیقاتی-آموزشی-ترویجی آبخوان‌داری کوثر ۳ در محدوده روستای کناری شهرستان تنگستان، استان بوشهر، در زمینی به مساحت ۱۰ هکتار با طول جغرافیایی $51^{\circ}16'58''$ و عرض جغرافیایی $28^{\circ}57'38.4''$ اجرا شد. نهال‌های مورد نیاز از سه گونه درختی کنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.، کهور ایرانی (*Prosopis cineraria* (L.) Druce) و کرت (*Acacia nilotica* (L.) Willd.) در نهالستان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان بوشهر، تولید شدند.

از نظر فیزیوگرافی محدوده اجرای طرح بر روی آبرفت‌های واریزه‌ای بادبزنی شکل (Alluvial-culluvial) سنگریزه و قلوه‌سنگ‌دار است. از نظر زمین‌شناسی این اراضی حاصل فرسایش حوزه‌های بالادست آن که شامل سازندهای پابده و آسماری-جهرم هستند (Sadeghi et al., 2008a). خاک محدوده این طرح جز سری خاک‌های برازجان، دارای بافت نسبتاً سبک (loam) تا سبک (شنی) با درجه اسیدی ۷/۵

تولید چوب، تغذیه دام، سایبان، حفاظت خاک و بهبود کیفیت خاک استفاده می‌شود (Sadeghi et al., 1998). این درخت دارای توان گیاه‌پالایی است (Maleki et al., 2023). دور آبیاری هر ۱۰ روز یکبار مناسب‌ترین دور آبیاری برای کهور ایرانی در بلوچستان گزارش شد. همچنین روش ذخیره نزولات آسمانی «بندخاکی» نسبت به تورکینست اثر بیشتری بر صفات رویشی این گونه داشت (Ameri and Keneshloo, 2014). زنده‌مانی نهال‌های کهور ایرانی در بیابان‌های گرم هند پس از شش و ۲۴ ماه از تاریخ جنگلکاری، به ترتیب ۹۰/۳ و ۷۵/۴ درصد گزارش شد (Puri and Kumar, 1995). زنده‌مانی این گونه در مناطق نیمه‌خشک پاکستان ۷۱ درصد گزارش شد (Sheikh, 1988).

کرت درختی چندمنظوره، در مناطق گرمسیری رویش دارد. در سیستم بیشه‌زراعی و جنگلداری شهری کاربرد دارد. از نظر تولید چوب، میوه، خوراک دام، صمغ عربی و تولیدات غیرچوبی مانند زیبایی‌شناختی، ایجاد سایه و پناهگاه حیات وحش و تعدیل آب و هوا، بهبود وضعیت خاک و گیاه‌پالایی کاربرد دارد (Amadou et al., 2020). همچنین این گونه به‌عنوان درختی مقاوم به شوری حتی در سنین نهال معرفی شد (Ramoliya and Pndey, 2002). افزایش زنده‌مانی نهال‌های این گونه تحت تیمارهای آغشتگی بستر کاشت به قارچ‌های آربسکولار (*Glomus intraradices*) تا ۸۵/۸ درصد در کشور هند گزارش شد (Ahlawat et al., 2022). همچنین قارچ‌های آربسکولار موجب افزایش رشد و شادابی نهال‌های *Acacia nilotica* شدند (Kaushik et al., 2000).

کمبود آب شیرین، کمبود و پراکنش نامناسب بارندگی در جنوب کشور از یک طرف و بالا بودن درجه حرارت محیط و تبخیر به‌ویژه در فصل تابستان از طرف دیگر، موجب بروز چالش بزرگ خشکی محیط شده

تا ۸/۱ و هدایت الکتریکی (EC) ۰/۶ تا ۶/۷ است (Fakhri and Rohiyan, 1997). از نظر پوشش گیاهی محدوده اجرای طرح جز رویشگاه‌های مخروطی کنارستان‌های جنوب ایران است که گیاهان مرتعی به‌همراه تک پایه‌های کنار در آن وجود دارد (Sadeghi et al., 2008a).

برای احداث بندهای خاکی و کنتورفارو، طبق نقشه و روش پژوهش محل قرار گرفتن بندهای خاکی و کنتورفارو به‌عنوان عامل اصلی بر روی خطوط اندازه پیاده شد. برای پیاده کردن نقشه، از دوربین نقشه‌برداری تئودولیت، متر، ژالون، ریسمان بنایی، شاخص و پیکه‌های چوبی استفاده شده است. سپس به‌کمک بولدوزر عامل اصلی بر روی زمین اجرا شد. ارتفاع بندهای خاکی در این طرح یک متر و عرض آنها ۱/۵ متر عمق کانال آبیگر آن ۵۰ سانتی‌متر بود. پس از احداث بندهای خاکی و کنتورفارو (به عمق ۴۰ سانتی‌متر و به طول کرت فرعی) مرز کرت‌های فرعی نیز مشخص شد. همچنین در سرتاسر محدوده اطراف طرح برای قرق منطقه، به‌کمک بولدوزر خاکریزی به ارتفاع ۲/۵ متر احداث شد. در هر کرت فرعی ۳۶ نهال از هرگونه کشت شد. از نیمه دوم فروردین ماه هر سال نیز عملیات آبیاری نهال‌ها با دوره‌های آبیاری ۲۵ روزه و ۳۵ روزه شروع و تا آخر آبان ماه انجام شد. در کنار این اقدامات، عملیات مراقبت و نگهداری نیز انجام شد.

آماربرداری از نهال‌ها انجام و اندازه زنده‌مانی و مرگ آنها اندازه‌گیری و در فرم‌های مربوطه ثبت شد. برای محاسبه درصد زنده‌مانی از رابطه ۱ استفاده شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad 100 \times \frac{\text{تعداد زنده نهال}}{\text{تعداد کل نهال‌ها}} = \text{درصد زنده‌مانی زنده}$$

پس از وارد کردن داده‌ها در صفحات گسترده نرم‌افزار اکسل برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد. برای مقایسه میانگین زنده‌مانی از آزمون توکی استفاده شد.

برای بررسی دوره‌های ترسالی (Wet priod) و خشکسالی (Dry period) محل اجرای طرح، از روش میانگین متحرک یا لغزان بارش سالانه استفاده شد. میانگین متحرک در پایه‌های زمانی سه ساله محاسبه شد (Mahdavi, 2002). برای این منظور از داده‌های ایستگاه هواشناسی برازجان (نزدیکترین ایستگاه) استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس دوطرفه اثر تیمارهای مختلف بر اندازه زنده‌مانی گونه‌های گیاهی کشت‌شده در طرح، در جدول ۱ ارائه شده است. اثرات متقابل ذخیره نزولات آسمانی، دورآبیاری و سال‌های آبیاری بر اندازه زنده‌مانی گونه‌های کشت‌شده در طرح معنی‌دار بود (Sig. = 0.009). اما اثر متقابل دیگر تیمارها معنی‌دار نبود (سطح معنی‌داری بزرگتر از ۰/۰۵).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس دوطرفه اثر تیمارهای مختلف بر روی اندازه زنده‌مانی گونه‌ها

Table 1. Results of two-ways analysis of effect of different treatments on survival of species

Sig.	F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of squares	d f	منبع تغییرات Source of variation
0.06 ^{ns}	2.79	0.6	1.2	2	گونه گیاهی × ذخیره نزولات Plant species × Rainwater storage
0.06 ^{ns}	2.78	0.6	1.2	2	گونه گیاهی × دور آبیاری Plant species × Irrigation interval
0.1 ^{ns}	2.28	0.5	1	2	گونه گیاهی × سال‌های آبیاری Plant species × Irrigation years
0.2 ^{ns}	1.62	0.3	0.7	2	گونه گیاهی × ذخیره نزولات × دور آبیاری Plant species × Rainwater storage × Irrigation interval
0.3 ^{ns}	1.21	0.3	0.5	2	گونه گیاهی × ذخیره نزولات × سال‌های آبیاری Plant species × Rainwater storage × Irrigation years
0.8 ^{ns}	0.22	0.1	0.1	2	گونه گیاهی × دور آبیاری × سال‌های آبیاری Plant species × Irrigation interval × Irrigation years
0.0009*	4.73	1	2	2	گونه گیاهی × ذخیره نزولات × دور آبیاری × سال‌های آبیاری Plant species × Rainwater storage × Irrigation interval × Irrigation years

ns: در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. *: در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

ns: not significant at the 5% level; *: significant at the 5% level.

نتایج مقایسه میانگین زنده‌مانی گونه‌های
کشت‌شده در جدول ۲ آورده شده است. تفاوت بین
میانگین زنده‌مانی گونه‌های مذکور در جدول معنی‌دار
بود (Sig. = 0.0, $\alpha=0.05$).

جدول ۲- مقایسه بین میانگین زنده‌مانی گونه‌ها

Table2- Comparison of mean value of species survival

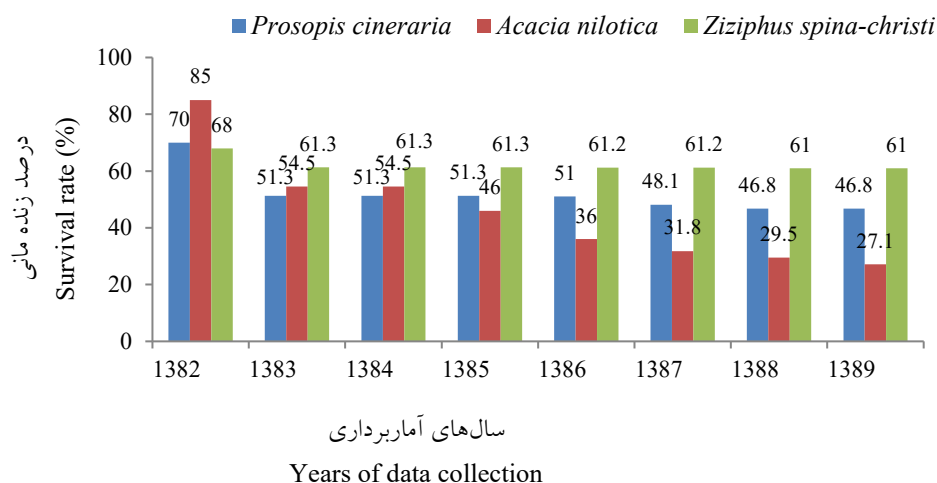
حدود اطمینان ۹۵ درصد Confidence interval = 95%		سطح معنی‌داری Significant level	خطای آزمایش Error	تفاوت میانگین‌ها Difference of means	تیمار Treatment
حد بالا Upper	حد پایین Lower				
-0.3	-0.41	0.000	0.022	0.36*	آکاسیا × کنار <i>A. nilotica</i> × <i>Z. spina-christi</i>
-0.06	-0.017	0.000	0.022	0.12*	کهور × کنار <i>Prosopis cineraria</i> × <i>Z. spina-christi</i>
0.29	0.19	0.000	0.022	0.24*	کهور × آکاسیا <i>Prosopis cineraria</i> × <i>A. nilotica</i>

*: در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

*: significant at the 5% level.

نسبت به سال شروع طرح روند کاهشی داشت. از سال چهارم تا سال نهم، روند مرگ‌ومیر دو گونه کنار و کهور کاهش یافته و اندازه زنده‌مانی آنها تقریباً ثابت ماند ولی گونه آکاسیا تا سال ۱۳۸۹ مرگ‌ومیر چشمگیر داشت به‌طوری‌که زنده‌مانی آن به ۲۷/۱ کاهش یافت.

تغییرات درصد زنده‌مانی گونه‌های مورد بررسی در طول سال‌های اجرای طرح روند کاهشی داشت (شکل ۱). زنده‌مانی همه گونه‌ها در سه سال اول طرح تغییرات چشمگیری داشتند ولی در مجموع روند استقرار گونه‌ها کاهشی بود. درصد زنده‌مانی گونه‌ها

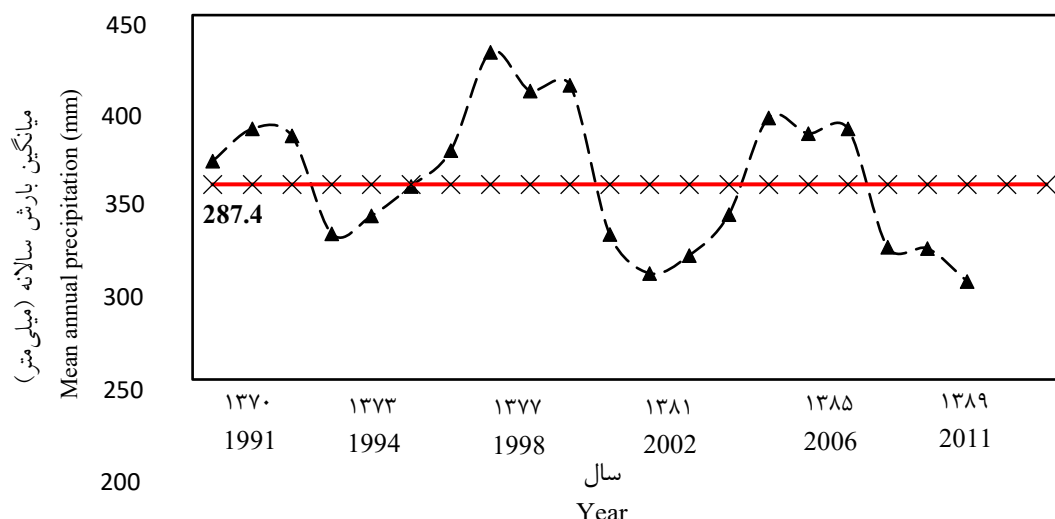


شکل ۱- تغییرات زنده‌مانی درختان، سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۹

Figure 1. Changes in tree survival, 2003-2010

۷۹-۷۶ بود. در این بازه زمانی دوره خشکسالی شامل سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۱ بود. سال ۱۳۸۲-۸۳ یک دوره خشکسالی کوتاه بود. از سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۶، میانگین متحرک سالانه بیشتر از میانگین بارش سالانه بود که نشان دهنده یک دوره ترسالی بود. و بازه زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ یک دوره خشکسالی بود.

براساس آمار و اطلاعات موجود میانگین بارندگی درازمدت ایستگاه برازجان برابر ۲۸۷/۴ میلی‌متر برآورد گردید. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود سال‌های مورد بررسی به دو گروه شامل قبل از اجرای طرح (۱۳۷۰-۱۳۸۱) و بعد از اجرای طرح (۱۳۸۲-۱۳۸۹) می‌باشند. در طی دوره قبل از اجرای طرح دو دوره ترسالی شامل سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۲ و سال‌های

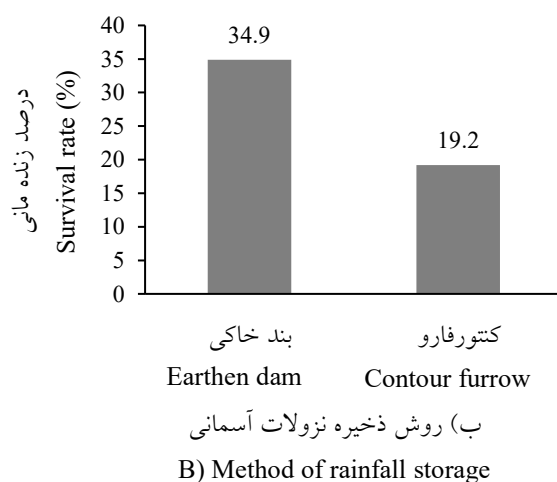


شکل ۲- تغییرات میانگین بارش سالیانه طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۹، ایستگاه هواشناسی برازجان (خط قرمز پیوسته: میانگین بارش سالانه، خط مشکی ناپیوسته: میانگین متحرک سه ساله بارش)

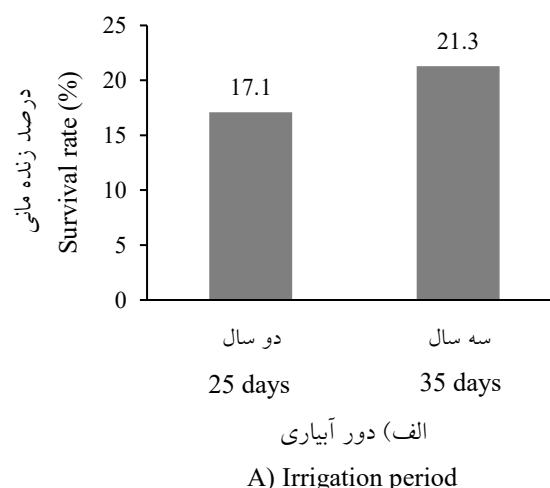
Figure 2. Variations in mean annual precipitation during the years 1991–2011, Borazjan meteorological station (Solid red line: mean annual precipitation; dashed black line: 3-year moving average precipitation)

اثر بیشتر این تکنیک بر زنده‌مانی نهال‌ها بود (شکل ۳-ب). با افزایش تعداد سال‌های آبیاری از دو سال به سه سال نیز اندازه زنده‌مانی نهال‌ها افزایش یافت (شکل ۳-ج).

همان‌طورکه در شکل ۳ می‌توان مشاهده کرد با کاهش فاصله بین دور آبیاری از ۳۵ روز به ۲۵ روز اندازه زنده‌مانی نهال‌ها افزایش یافت (شکل ۳-الف). همچنین زنده‌مانی بیشتر نهال‌ها پشت بندخاکی بیانگر



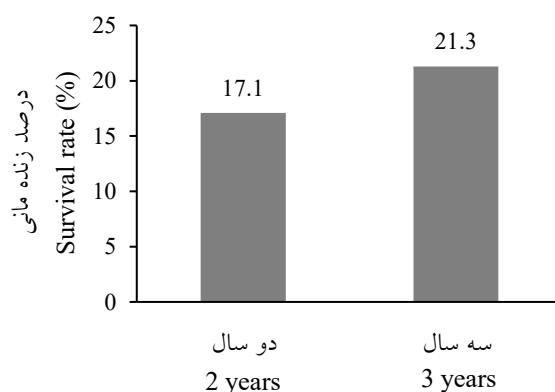
ب) روش ذخیره نزولات آسمانی
B) Method of rainfall storage



الف) دور آبیاری
A) Irrigation period

شکل ۳- زنده‌مانی کرت (*Acacia nilotica*) تحت تیمارهای مختلف: دور آبیاری (الف)، روش ذخیره نزولات آسمانی (ب) و سال‌های آبیاری (ج)

Figure 3. Survival of *Acacia nilotica* under different treatments: (a) irrigation interval, (b) rainwater harvesting method, and (c) irrigation years



ج) سال‌های آبیاری
c) Years of irrigation

ادامه شکل ۳.

Continued figure 3.

بحث

نویسندگان). اما یافته‌های این پژوهش، از نظر زنده‌مانی کنار و کشور ایرانی با یافته‌های Ameri and Keneshlou (2014) در تناقض بود. به‌طوری‌که زنده‌مانی کشور ایرانی از کنار بیشتر بود و دلیل آن را کیفیت خاک محل جنگلکاری در استان سیستان و بلوچستان اعلام کردند. بافت سنگین خاک محل اجرای طرح مانع ریشه‌دوانی کنار شد اما چنین خاکی امکان استقرار و زنده‌مانی کشور ایرانی را نسبت به کنار بیشتر فراهم کرد.

زنده‌مانی حدود ۴۶ درصدی برای کشور ایرانی این پژوهش با یافته‌های Ameri and Keneshlou (2014) که (۴۳ تا ۴۷/۳ درصد) مطابقت داشت. نتایج این پژوهش نشان دادند که دور آبیاری ۲۵ روز یک بار و تا سه سال آبیاری نتایج بهتری از نظر زنده‌مانی کشور ایرانی به همراه خواهد داشت. Ameri and Keneshlou (2014) دور آبیاری هر ۱۰ روز یکبار را برای استقرار و رشد کشور ایرانی توصیه کردند. آنان گزارش کردند که هرچه فاصله بین دور آبیاری افزایش یافت؛ اندازه زنده‌مانی نهال‌ها کاهش یافت. در این آزمایش هم با افزایش دور آبیاری از ۲۵ به ۳۵ روز اندازه زنده‌مانی هر سه گونه کاهش یافت (شکل ۳-الف).

نتایج این پژوهش نشان داد که هر سه گونه مورد آزمایش قابلیت استقرار و رشد در جنوب ایران را دارند، اما نتایج سه گونه متفاوت بود. نتایج این پژوهش با زنده‌مانی ۶۲ درصدی کنار بیانگر برتری این گونه در عرصه جنگلکاری نسبت به کشور ایرانی و کرت بود. کشور ایرانی در رتبه دوم از نظر استقرار و زنده‌مانی قرار داشت. برتر بودن کنار از نظر زنده‌مانی نسبت به دو گونه دیگر می‌تواند مربوط به سرشت و نیاز آبی آنها در زمان استقرار نهال در عرصه باشد. به‌طوری‌که پراکنش کشور ایرانی و آکاسیا در محل آبگیرهای طبیعی و یا گوراب‌های انسان‌ساز در جنوب ایران مشاهده شد. کنار علاوه بر این که در مسیر آبراهه‌ها و آبگیرها رویش دارد، در عرصه‌های غیرآبگیر هم در طبیعت مشاهده شد. پراکندگی این سه گونه در طبیعت جنوب ایران (در وضعیت‌های مختلف از نظر در دسترس بودن آب باران) نشان داد که کنار مقاومت بیشتری نسبت به دو گونه دیگر در برابر شرایط خشک محیطی دارد. زیرا کنار در عرصه‌هایی که امکان جمع‌آوری آب باران هم وجود نداشت، استقرار و رویش طبیعی داشت (مشاهدات

1993). همچنین Hemmatt (1996) گزارش کرد که کرت با زنده‌مانی ۷۳ درصد و ۸۶ درصد به ترتیب در قصر شیرین کرمانشاه و اراضی حاشیه رودخانه کارون در استان خوزستان مناسب کاشت و توسعه در جنوب کشور بود. در پژوهشی دیگر Osonubi et al. (1992) دریافتند که تنش خشکی موجب کاهش زنده‌مانی کرت شد که این موضوع نشان‌دهنده حساسیت این گونه به تنش خشکی است. از این‌رو، از آنجایی که حدود ۶۶ درصد از بازه زمانی اجرای این پژوهش با خشکسالی مواجه بود، اندازه زنده‌مانی کرت کاهش یافت. گذشته از اینکه بررسی‌های قبلی نشان‌داد که نیاز آبی کرت ۱۲۴۸ میلی‌متر در سال است و در مناطق خشک این گیاه کمبود آب خود را از طریق جذب توسط ریشه از خاک جبران می‌کند (Khanzada et al., 1998). از این‌رو، در خاک‌های با ظرفیت نگهداری آب کم (خاک‌های سبک) این گیاه با تنش خشکی مواجه می‌شود. نکته دیگر در استقرار و زنده‌مانی کرت همزیستی این گونه با قارچ‌های آربسکولار گزارش شد. به‌طوری که زنده‌مانی و استقرار این درخت در خاک‌های آغشته به قارچ آربسکولار (*Glomus intraradices*) در کشور هند تا ۸۵/۸ درصد افزایش یافت که از این نکته برای استقرار و زنده‌مانی بهتر کرت می‌توان استفاده کرد (Ahlawat et al., 2022). برای گونه‌ای دیگر از جنس آکاسیا (*Acacia farnesiana*) افزایش زنده‌مانی آن از ۱۸ به ۴۸ درصد به ترتیب برای نهال‌های تلقیح‌نشده و تلقیح‌شده با قارچ آربسکولار در مناطق خشک گزارش شد (Monroy et al., 2007). همچنین افزایش رشد و شادابی نهال‌های کرت بر اثر تلقیح نهال‌ها با قارچ‌های آربسکولار گزارش شد (Kaushik et al., 2000). یکی از عوامل مهم در استقرار گونه‌های گیاهی،

طی سال‌های ۱۳۸۰-۸۳ و سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۸۹ (حدود ۶۶ درصد از طول مدت اجرای طرح)، میانگین متحرک سالانه کمتر از میانگین بارش سالانه بود که نشان‌دهنده دوره خشکسالی بود (شکل ۲). بروز خشکسالی طی سال‌های اولیه طرح، استقرار و زنده‌مانی اولیه نهال‌ها را تحت تنگنای خشکی قرار داد. باوجود اینکه نهال‌ها یک دوره خشکسالی ۶ ساله را پشت سر گذاشتند ولی میانگین زنده‌مانی کل آنها حدود ۴۶ درصد که بیشینه آن حدود ۶۳ درصد برای کنار و کمینه آن حدود ۲۷ درصد برای آکاسیا، قابل پذیرش بود. Ameri and Keneshlou (2011) گزارش کردند که گونه کرت (چش) در منطقه دشتیاری سیستان و بلوچستان تحت تیمار ۱۰ روز آبیاری از زنده‌مانی بالایی (۷۴/۸-۳۱ درصد) برخوردار بود که حد بالایی آن (۷۴/۸) بیش از دو برابر از اندازه زنده‌مانی این گونه در این پژوهش بیشتر بود که دلیل آن می‌تواند به بروز خشکسالی و دور آبیاری مربوط شود که در این پژوهش هر ۲۵ و ۳۵ روز آبیاری انجام شد، ولی Ameri and Keneshlou (2011) گزارش کردند که آکاسیا هر ۱۰ روز آبیاری شد و هرچه فاصله آبیاری افزایش یافت اندازه مرگ‌ومیر آکاسیا افزایش یافت؛ به‌طوری که زنده‌مانی آکاسیا تحت تیمار هر ۳۰ روز آبیاری ۳۱ درصد و به نتایج این پژوهش نزدیک بود. نکته دیگر درمورد استقرار و زنده‌مانی کرت مربوط به بافت خاک است. محل اجرای طرح دارای بافت سبک (لومی شنی) همراه با سنگریزه و قلوه سنگ بود (Fakhri and Rohiyan, 1997). به‌طوری که بررسی‌های قبلی نشان دادند که استقرار و رشد کرت و کهور ایرانی در خاک‌های با بافت نیمه‌سنگین و سنگین به دلیل قابلیت نگهداری آب بیشتر نسبت به خاک‌های سبک، بهتر بود (Ameri and Keneshlou, 2011; 2014; Drake;)

تأمین رطوبت مورد نیاز آنهاست، در این طرح، تکنیک‌های بندخاکی و کتورفارو به کار رفت. اگرچه آزمون آماری نشان داد که روش‌های ذخیره نزولات آسمانی بر استقرار و زنده‌مانی نهال‌ها اثر معنی‌داری نداشت ولی نهال‌های کشت‌شده پشت بند خاکی با زنده‌مانی $57/2$ درصد برتری بیشتری نسبت به کتورفارو با زنده‌مانی $42/8$ درصدی داشت (شکل ۳-ب). این نتایج با یافته‌های Ameri and Keneshlou (2014) مطابقت دارد. آنان گزارش کردند که نهال‌های کنار و کهور ایرانی کشت‌شده پشت بندهای خاکی اندازه زنده‌مانی بیشتری نسبت به روش تورکینست داشتند. همین‌طور (Ghasemi et al. 2011) گزارش کردند که درختان کرت کشت‌شده پشت بندخاکی از رشد و شادابی مناسبی برخوردارند و هر چه بافت خاک ریزتر شد، عملکرد این درخت از نظر تولید تاج پوشش افزایش یافت. در یک آزمایش دیگر زنده‌مانی بیشتر کنار در چاله‌های بزرگتر ($1 \times 1 \times 1$ متر) نسبت به چاله‌های کوچکتر ($30 \times 30 \times 30$ سانتی‌متر) گزارش شد. دلیل زنده‌مانی بیشتر کنار در چاله‌های بزرگتر، ظرفیت بیشتر آبگیری آنها نسبت به چاله‌های کوچک‌تر و تأمین رطوبت بیشتر مورد نیاز گیاه گزارش شد (Ahmadi et al., 2014). اما (Ameri and Keneshlou 2011) گزارش کردند که تیمار ذخیره نزولات به دو روش بندخاکی و تورکینست اثر معنی‌داری بر زنده‌مانی کرت نداشت. ولی نتایج این پژوهش نشان داد که سه عامل دور، سال آبیاری و روش ذخیره نزولات آسمانی بر زنده‌مانی کهور ایرانی، آکاسیا و کنار اثر متقابل و معنی‌داری داشتند (جدول ۱). یعنی هرچه امکان تأمین رطوبت مورد نیاز این گونه‌ها بیشتر فراهم شد اندازه زنده‌مانی آنها افزایش یافت.

در این پژوهش، از دور آبیاری کمکی ۲۵ روز و ۳۵ روز

یک‌بار استفاده شد و تفاوت معنی‌داری بین اندازه زنده‌مانی نهال‌های کشت‌شده تحت دو دور آبیاری مذکور که به ترتیب $50/7$ و $49/3$ درصد بود مشاهده نشد. ولی از آنجایی که دور آبیاری ۲۵ روزه نتایج بهتری را نشان داد از این‌رو می‌توان گفت که دور آبیاری ۲۵ روزه از ۳۵ روزه مناسب‌تر است. Ameri and Keneshlou (2011, 2014) دریافتند که هرچه دور آبیاری کاهش یافت اندازه زنده‌مانی کنار، کهور ایرانی و کرت (چش) افزایش یافت و دور آبیاری ۱۰ روزه نتایج بهتری داشت.

از نظر تغییرات اندازه زنده‌مانی نهال‌ها برای گونه‌های مختلف و در سال‌های متوالی اجرای طرح، همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود برای هر سه گونه کشت‌شده طی هشت سال آماربرداری زنده‌مانی آنها روند نزولی داشت. به عبارت دیگر درصد تجمعی مرگ‌ومیر نهال‌ها افزایش یافت. ولی برای گونه کنار از سال ۱۳۸۳ نرخ مرگ‌ومیر کاهش یافت؛ به‌طوری‌که بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ درصد زنده‌مانی از ۱۰۰ درصد به $62/7$ درصد رسید. ولی طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ درصد زنده‌مانی ثابت ($62/7$ درصد) ماند (شکل ۱). اما برای گونه کهور هم تا سال ۱۳۸۸ روند کاهشی زنده‌مانی تا اندازه $46/8$ درصد ادامه یافت و پس از آن طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در همین سطح ثابت ماند. همچنین برای گونه آکاسیا اندازه درصد زنده‌مانی از آغاز اجرای طرح تا سال ۱۳۸۹ کاهش چشمگیری داشت و تا اندازه ۲۷ درصد در سال ۱۳۸۹ کاهش یافت ولی سرعت مرگ‌ومیر کاهش یافت؛ به‌طوری‌که درصد زنده‌مانی آن از $31/8$ درصد در سال ۱۳۸۷ به ۲۷ درصد در سال ۱۳۸۹ رسید و نشان‌دهنده نزدیک شدن به نقطه ثبات در مسیر استقرار نهال‌های این گونه بود. روند کاهشی زنده‌مانی نهال‌های کهور ایرانی با نتایج Puri

(al., 2010).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که استقرار و زنده‌مانی گونه‌های مورد آزمایش نیاز به عملیات حمایتی مانند آبیاری کمکی و ذخیره باران دارد. هر چه فاصله بین دور آبیاری کاهش (از ۳۵ روز به ۲۵ روز یکبار) و تعداد سال‌های آبیاری افزایش یابد (از دو سال به سه سال) اندازه زنده‌مانی نهال‌ها افزایش یافت. از این‌رو، هر سه گونه برای استقرار و رشد در عرصه جنگلکاری نیاز به آبیاری کمکی دارند. به همین منظور آبیاری کمکی و اجرای عملیات ذخیره باران به هنگام کاشت نهال‌ها الزامی است. همچنین بند خاکی در زمینه ذخیره نزولات آسمانی عملکرد بهتری نسبت به کنتورفارو داشت.

همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای ذخیره نزولات آسمانی، سال‌های آبیاری و دور آبیاری اثرات متقابل مثبتی بر زنده‌مانی نهال‌های هر سه گونه داشتند. بررسی منابع علمی نیز اثر مثبت تلقیح نهال‌ها با قارچ‌های آربسکولار را تأیید کرد. از این‌رو، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اجرای طرح‌های جنگلکاری به همراه تکنیک‌های مذکور و با دور آبیاری و سال‌های آبیاری مناسب، از موفقیت بیشتری برخوردار خواهد بود. بررسی‌های بیشتر در زمینه روش‌های حمایتی برای استقرار و رشد اولیه نهال‌ها برای افزایش موفقیت پروژه‌های جنگلکاری پیشنهاد شد.

(Kumar and 1995) مطابقت دارد. آنان گزارش کردند

که زنده‌مانی نهال‌های کهور ایرانی شش ماه پس از کاشت در عرصه، ۹۰/۳ درصد و بعد از ۲۴ ماه به ۷۵/۴ درصد کاهش یافت. همچنین کاهش زنده‌مانی و رشد گونه‌ای دیگر کهور (*Prosopis alba*) نیز در مناطق نیمه خشک گزارش شد. رشد نهال‌های تلقیح‌شده با قارچ‌های آربسکولار در شرایط نهالستان و تحت استرس خشکی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. زنده‌مانی کم این گونه در پژوهش حاضر به بررسی بیشتر نیاز دارد. در این راستا بررسی‌ها نشان دادند که بازسازی پتانسیل تلقیح میکوریزی خاک، یک گام کلیدی در برنامه‌های احیاء پوشش گیاهی برای محیط‌های نیمه‌خشک است (Caravaca et al., 2005; Chen et al., 2018). غنای گونه‌ای بالای قارچ‌های آربسکولار (۳۶ گونه) زیر تاج کهور ایرانی گزارش شد (Verma et al., 2008). اثر قارچ‌های همزیست با کهور در استقرار و رشد نهال‌های این جنس گزارش شد. زنده‌مانی گونه‌ای از کهور (*Prosopis laevigata*) از ۱۹ به ۵۴ درصد به‌ترتیب برای نهال‌های تلقیح‌نشده و تلقیح‌شده با قارچ میکوریزی آربسکولار در مناطق خشک و در شرایط کاشت در عرصه گزارش شد (Monroy, et al., 2007). اثر مثبت تلقیح نهال‌ها با قارچ آربسکولار بر افزایش زنده‌مانی نهال‌های جنس کنار نیز گزارش شد (Thioye, et al., 2018; Al-Qarawi, et

References

- Adgaba, N.; Alghamdi, A.; Shenkute, A.; Sammoudr, R.; Hegazy, S.; Ansari, MJ.; Tour, A., Age structure, regeneration-gap of *Ziziphus spina-christi* populations and implications for its conservation. *Journal of Food, Agriculture & Environment* **2013**, (3&4), 2220-2226.
- Ahlawat, KS.; Dhanda, SK.; Chugh, R.; Mehta, SK.; Sirohi, C.; Dalal, V.; Poonia, P., Impact of different *Glomus* species on growth and

survival of *Acacia nilotica* seedlings. *International Journal of Plant & Soil Science* **2022**, (18), 74-81.

- Ahmadi, R.; Fathi, H.; Nouri-Nejad, J.; Jafarzadeh, AA., Effects of planting-hole size, composting animal manure and sack on survival and growth of *Eucalyptus camaldulensis*, *Ziziphus spina-christi* and *Pistacia atlantica* planted in Mehran Plain, Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* **2014**, 5(2), 63-71.

- Al-Qarawi, AA.; Alshahrani, TS., Growth response of two species of *Zizyphus* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences* **2010**, (21), 109-22.
- Amadou, I.; Soulé, M.; Salé, A., An overview on the importance of *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del.: A review. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* **2020**, (5), 12-8.
- Ameri, AA.; Keneshlou, H., Effects of irrigation intervals and water storage methods on survival and growth characteristics of *Acacia nilotica*. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2011**, 19 (3), 421-431. (In Persian)
- Ameri, AA.; Keneshlou, H., Effects of rain storage method and irrigation interval on growth and primary establishment of *Prosopis cineraria* and *Zizyphus spina-christi* at south of Baluchestan. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2014**, 21 (4), 756-767. (In Persian)
- Bahrainy, S.H.; Maknoon, R., Sustainable urban development: from thought to action. *Ecology* **2001**, 27 (27), 41-60. (In Persian)
- Bahru, T.; Eshete, A.; Mulatu, Y.; Kebede, Y.; Mohammed, O.; Dejene, T.; Tadesse, W., Effects of provenance on seed germination, early survival and growth performance of *Zizyphus Spina-Christi* (L.) Desf. a multipurpose wild fruit species in Ethiopia. Forest and Environment Research: THE 1ST Technology Dissemination Workshop. Presented at forest and environment research institute, Ethiopia, Amada, Ethiopia, November 26th-27th, 2015.
- Caravaca, F.; Alguacil, MM.; Barea, JM.; Roldán, A., Survival of inocula and native AM fungi species associated with shrubs in a degraded Mediterranean ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry* **2005**, 37 (2), 227-233.
- Chen, M.; Arato, M.; Borghi, L.; Nouri, E.; Reinhardt, D., Beneficial services of arbuscular mycorrhizal fungi—from ecology to application. *Frontiers in plant science* **2018**, 9, 1270, 1-14.
- Drake, H. *Trees for dry land.*; Oxford and IBH Publishing: New Delhi, Bombay, Calcutta, 1993; Pp 370.
- Fakhri, F.; Roohiyan, M.H., *Supplementary studies of flood harvesting plan and aquifer feeding of Tangestan*, Iran. Vol. 2., Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Technical report. Bushehr, Iran, 1997, Pp 120. (In Persian)
- Farrokhzade, N.; Ravanbakhsh, H.; Moshki, A.; Mollashahi, M., The natural regeneration establishment and diversity of different 50-year-old plantation types in Sorkhe-Hesar Forest Park. *Forest Research and Development* **2017**, 4 (1), 43-57. (In Persian)
- Ghasemi, A.; Heydari, H.; Azadfar, D.; Jafari, A., The Effect of soil physico-chemical properties on Gum Arabica (*Acacia Arabica*, Wild Var. *Nilotica*) vegetative characteristics (a case study at Kosar 3, flood water spreading station, in Tangestan, Bushehr Province). *Journal of Wood And Forest Products* **2011**, 18 (1), 105-116. (In Persian)
- Gupta, G. N.; Singh, G.; Kachwaha, G. R., Performance of *Prosopis cineraria* and associated crops under varying spacing regimes in the arid zone of India. *Agroforestry Systems* **1998**, 40 (2), 149-157.
- Heydari, M.; Shabanian, N.; Zeinivand-Zadeh, M.; Mirzaei, J., Analysis of understory plant composition in hardwoods and conifers plantations and their relation to soil characteristics. *Forest Research and Development* **2015**, 1 (2), 155-166. (In Persian)
- Hemmati, A., Final results of *Eucalyptus* and *Acacia* species adaptation in Kermanshah province (Qasre Shirin). Research Institute of Forests and Rangelands publications, Tehran, Iran, 1996; No. 152, Pp 64. (In Persian)
- Karimi, M.; Heidari, S., Variability and trend of changes in the severity-area of drought and wet in Iran. *Journal of Natural Environmental Hazards* **2023**, 12 (36), 129-153.
- Khanzada, A. N.; Morris, J. D.; Ansari, R.; Slavich, P. G.; Collopy, J. J., Groundwater uptake and sustainability of *Acacia* and *Prosopis* plantations in Southern Pakistan. *Agricultural Water Management* **1998**, 36 (2), 121-139.
- Kaushik, J.C.; Parmod, D.; Rakesh, K., Impact of *Glomus mosseae* inoculation on root pathogens in *Acacia nilotica* and *Dalbergia sissoo* seedlings. *Indian Journal of Forestry* **2000**, 23 (3), 238-240.
- Mahdavi, M. *Applied Hydrology*. Vol. 1, Tehran university press: Tehran, Iran, 2002, PP 159-229. (In Persian)

- Maleki, S.; Jems, H.; Derikvand, S.; Nasiri, A., Evaluation of heavy metal pollution levels in leaves, soil and dust samples of *Prosopis cineraria* Druce (L.) in the Bandar Abbas. *Forest Research and Development* **2023**, 9 (1), 95-114. (In Persian)
- Monroy-Ata, A.; Estevez-Torres, J.; García-Sánchez, R.; Ríos-Gómez, R., Plant establishment through the use of mycorrhizae and resource Island in a disturbed xerophytic scrub. *Botanical Sciences* **2007**, (80S), 49-57.
- Osonubi, O.; Bakare, O. N.; Mulongoy, K., Interactions between drought stress and vesicular-arbuscular mycorrhiza on the growth of *Faidherbia albida* (syn. *Acacia albida*) and *Acacia nilotica* in sterile and non-sterile soils. *Biology and Fertility of Soils* **1992**, 14 (3), 159-165.
- Puri, S.; Kumar, A., Establishment of *Prosopis cineraria* (L.) Druce in the hot deserts of India. *New forests* **1995**, (9), 21-33.
- Rahi, GR.; Bahreini, F.; Khosroshahi, M.; Biabani, L., The effect of drought on dust storm frequency (case study: Bushehr province). *Journal of Water and Soil Conservation* **2022**, 29 (1), 31-51.
- Ramoliya, P. J.; Pandey, A. N., Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival of seedlings of *Acacia nilotica*. *Botánica complutensis* **2002**, (26), 105-119.
- Sadeghi, SM., Rashidi, J., Fakhri, F., *Ecological investigation on natural sites of Prosopis specigera in Bushehr province (Kangan)*. Final report of research project, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research Center, Bushehr, Iran, 1998, Pp 44. (In Persian)
- Sadeghi, SM.; Fakhri, F.; Kazerooni, H.; Hosaini, SH. *Assigning suitable irrigation cycle for Ziziphus spina-christi, Acacia farnesiana and Eucalyptus camaldulensis in Bushehr province*. Final report of research project, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research Center, Bushehr, Iran, 2001, Pp 33. (In Persian)
- Sadeghi, SM.; Jafary, A.; Farrar, N., Aquifer: a coordinate effort in line with regeneration of the konar stands (*Ziziphus spina-christi* (L.) Wild.) in southern Iran. *Acta horticulture*, **2008a**, (840), 73-78.
- Sadeghi, SM.; Javanshir, K.; Namiranian, M.; Lotfian, H., Ecological investigation on Christ-thorn (*Ziziphus Spina-Christi* L.) in Bushehr province. *Acta Horticulture* **2008b**, 840, 189-196.
- Sadeghi, SM.; Karampour, F.; Dashtizadeh, M.; Farrar, N. Chemical compounds, medicinal properties and medical, food and bio-environmental applications of Christ-thorn. In *Biological characteristics of Christian thorn trees in Iran*; Assareh, MH. Ed., Research Institute of Forests and Rangelands publications: Tehran, Iran, 2009; pp 269-330. (In Persian)
- Sadeghi, SM.; Sardabi, H.; Kazerooni, H.; Sharifi, MA.; Farrar, N.; Rashvand, S., Investigation on adaptability and performance of industrial *Eucalyptus* species in Dashtestan, Bushehr province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2018**, 26 (2), 264-275. (In Persian)
- Saied, A. S.; Gebauer, J.; Hammer, K.; Buerkert, A., *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd.: a multipurpose fruit tree. *Genetic resources and crop evolution* **2007**, 55 (7), 929-937.
- Sheikh, MI., New species for afforestation in semi-arid lands. *Pakistan Journal of Forestry* **1988**, 38 (4), 249-254.
- Thioye, B.; Mania, S.; Kane, A.; Ndiaye, C.; Soule, AO.; Fall, D.; Duponnois, R.; Sylla, SN.; Bâ, AM., Growth response of different species of *Ziziphus* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. In: *Root Biology (Soil Biology)*, vol 52. 1th ed. Giri, B.; Prasad, R.; Varma, A., (Eds), Springer: Cham 2018, PP 501-519.
- Verma, N.; Tarafdar, JC.; Srivastava, KK.; Panwar, J., Arbuscular mycorrhizal (AM) diversity in *Prosopis cineraria* (L.) Druce under arid agroecosystems. *Agricultural Sciences in China* **2008**, 7 (6), 754-761.