Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Ecology of Iranian Forests, Vol. 13, Issue 1, 2025 p: 43-53

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effects of Length, Diameter, and Position of Cuttings on the Initial Growth of Seedlings Obtained from Euphrates Poplar (*Populus Euphratica* Oliv*)* Cuttings

Hamid Taleshi[1] and Mostafa Moradi[2]

1- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran, (Corresponding author: hamidtaleshi@gmail.com)
2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran

Received:21 June, 2024 Revised: 24 August, 2024 Accepted: 9 October, 2024

Extended Abstract

Background: In light of the considerable expansion of the *Populus* genus over recent decades, numerous researchers from across the globe have directed their attention toward investigating a range of topics pertaining to this genus. This genus is of great importance not only in the wood and paper industry but also in the context of expanding green space in arid and semi-arid areas, where the species of this genus are of particular significance. Euphrates poplar is a distinctive woody species that thrives in arid and semi-arid regions, where it can also serve as a sand stabilizer, enhancing the feasibility of afforestation in such environments. The findings of this study may contribute to greater awareness of Euphrates poplar afforestation using cuttings, particularly given the prevalence of arid and semi-arid regions in Iran, as well as sandy dunes, which are often reforested using cuttings of other species. Consequently, this study may facilitate an expansion in the utilization of Euphrates poplar for afforestation, particularly through cuttings.

Methods: The objective of the present study was to evaluate the effects of length, diameter, and cutting position on the initial growth of Euphrates poplar seedlings. The study employed a completely randomized block design with five replications. The Euphrates poplar cuttings were procured from the riparian forests of the Maroon River, situated at a distance of 5 kilometers from Behbahan City. The cuttings were obtained from one to two-year-old woody branches of young to middle-aged trees with a breast height diameter of 15–25 cm, prior to the opening of the buds. The effects of the treatments on cutting length (at three levels: 15, 20, and 25 cm), cutting diameter (three levels of cuttings with diameters less than 0.1, 0.1-0.5, and 1.5-2.5 cm), and cutting position (three levels of the initial branch area (from 10 to 50 cm of the branch), the middle branch area (from 50 to 100 cm of the branch), and the terminal branch area (from 100 to 150 cm of the branch) were investigated on the characteristics of height, collar diameter, length of produced shoots, the number and length of secondary branches, the number and dry weight of leaves, dry weight of roots, dry weight of stems, and dry biomass of seedlings.

Results: The results of the analysis of the effects of cutting length, cutting diameter, and cutting position on the height and collar diameter of the Euphrates poplar seedlings showed that only cutting length influenced the height of the seedlings. The 20 cm cutting length treatment exhibited the lowest seedling height. Conversely, the cutting diameter treatment exhibited a notable impact on the collar diameter of the Euphrates poplar seedlings. The lowest collar diameter was observed in seedlings subjected to the cutting treatment with a diameter of less than 0.1 cm. Additionally, the analysis of variance revealed that the number and dry weight of leaves in Euphrates poplar seedlings were significantly influenced by the cutting position, with the highest number of leaves observed in seedlings where the cutting position was located in the initial area of the branch (10 to 50 cm from the branch). The results indicated that the cutting diameter treatment had a significant impact on the dry weight of the leaves of the seedlings. Cuttings with a diameter of 1.5-2.5 cm exhibited the highest dry weight of the leaves. The results of the analysis of variance demonstrated that none of the treatments, involving cutting length, cutting diameter, and cutting position, exerted a significant influence on the length of the produced shoots and the number and total length of secondary branches in the Euphrates poplar seedlings. The analysis of variance revealed that the cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments did not significantly affect the length of the produced shoots or the number and total length of secondary branches in the Euphrates poplar seedlings. However, the analysis did indicate that the cutting length treatment significantly affected the dry weight of the seedling roots. The highest root dry

Copyright ©2025 Taleshi and Moradi. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, 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.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

weight was observed in seedlings obtained from cuttings with a length of 25 cm. The analysis of variance revealed that the cutting length and cutting diameter treatments significantly impacted the stem dry weight of the Euphrates poplar seedlings. However, the cutting position exhibited no significant influence on the stem dry weight. The highest stem dry weight was observed in the treatment involving cuttings with lengths 25 and 15 cm. Additionally, the highest stem dry weight was measured in the treatment of cuttings with diameters 1.2-5.5 and 0.1-1.5 cm. The analysis of variance revealed that the cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments significantly affected the dry biomass of Euphrates poplar seedlings. Conversely, the cutting position treatment did not significantly affect the dry biomass. The highest dry biomass was observed in poplar seedlings obtained from cuttings with lengths of 25 and 15 cm, while the cutting treatment with diameters of 1.5-2.5 cm exhibited the highest dry biomass.

Conclusion: In this study, the optimal conditions for longitudinal and diametric growth were identified for cuttings with a length of 25 cm and diameters of 1.5-2.5 cm, which also exhibited the highest seedling stem dry weight. The results demonstrated that the cutting position had no discernible impact on the subsequent phases of longitudinal and diametric growth. However, the cutting position can significantly affect the number of leaves produced in the later stages of growth. Specifically, the closer the position of the cutting is to the connection point of the shoot to the mother trunk, the more leaves it will produce in the later stages. In general, the optimal Euphrates poplar cuttings exhibited diameters of 0.1-2.5 cm and a length of 25 cm. However, the cutting position was not a significant factor in relation to the cutting length and diameter as it did not have a notable impact on the root and stem biomass, leaf dry weight, number, and length of secondary branches. Given the plant's demonstrated resilience to drought and salinity, as well as its ability to thrive in high-temperature conditions, it can be considered a promising option for cultivation in arid and semi-arid regions, including sandy environments.

Keywords: Collar Diameter, Cutting Position, Cutting Treatments, Khuzestan, Root Dry Weight

How to Cite This Article: Taleshi, H., & Moradi, M. (2025). The Effects of Length, Diameter, and Position of Cuttings on the Initial Growth of Seedlings Obtained from Euphrates Poplar (*Populus Euphratica* Oliv*)* Cuttings**.** *Ecol Iran For*, 13(1), 43-53. DOI: 10.61186/ifej.2024.518

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

مقاله پژوهشی

تأثیر طول، قطر و محل قلمه‌گیری بر رشد اولیه نهال‌های حاصل از قلمه پده (*Populus euphratica* Oliv.)

حمید طالشی[۱] و مصطفی مرادی[۲]

۱- استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران، (نویسنده مسوول: hamidtaleshi@gmail.com)
۲- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸
صفحه ۴۳ تا ۵۳

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: با توجه به سرعت رشد بالا در جنس صنوبر، در چند دهه گذشته محققین مختلف سراسر دنیا علاقه خاصی برای مطالعه جنبه‌های مختلف مرتبط با این جنس نشان داده‌اند. این جنس اهمیت بالایی نه‌تنها در صنعت چوب و کاغذ دارد، بلکه گونه‌های این جنس اهمیت بالایی در گسترش فضای سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارند. پده به‌عنوان یک گونه چوبی منحصربه‌فرد در مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته می‌شود که می‌تواند به‌عنوان تثبیت‌کننده شن نیز مورداستفاده قرار گیرد و باعث افزایش جنگل‌کاری در چنین اراضی شود. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌تواند باعث افزایش آگاهی در رابطه با جنگل‌کاری‌های پده با استفاده قلمه‌گیری شود. خصوصاً اینکه بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور و تپه‌های شنی دارای سطح آب زیرزمینی بالایی هستند که همواره به‌صورت قلمه‌کاری، با استفاده از دیگر گونه‌ها جنگل‌کاری می‌شوند. بنابراین، این مطالعه می‌تواند زمینه‌ساز افزایش استفاده از پده برای جنگل‌کاری خصوصاً از طریق کشت قلمه شود.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی تأثیر عوامل طول، قطر و محل قلمه‌گیری بر رشد اولیه نهال‌های پده در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام گرفت. قلمه‌های پده از حاشیه رودخانه مارون در پنج کیلومتری شهر بهبهان تهیه شدند. قلمه‌گیری قبل از باز شدن جوانه درختان انجام شد و قلمه‌ها از شاخه‌های خشبی یک تا دوساله درختان جوان تا میان‌سال با قطر برابرسینه ۲۵-۱۵ سانتی‌متر تهیه شدند. تأثیر تیمارهای طول قلمه (در سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر)، قطر قلمه (سه سطح قلمه‌های با قطر کمتر از ۱/۰، ۱/۵-۱/۰ و ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر) و محل قلمه‌گیری (سه سطح محدوده ابتدایی شاخه (۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری شاخه)، محدوده میانی شاخه (از ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری شاخه) و محدوده انتهایی شاخه (از ۱۰۰ تا ۱۵۰سانتی‌متری شاخه) بر ویژگی‌های ارتفاع، قطر یقه، طول جست‌های تولیدشده، تعداد و طول شاخه‌های فرعی، تعداد و وزن خشک برگ‌ها، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه و همچنین زی‌توده خشک نهال‌ها بررسی شدند.

یافته‌ها: نتایج تحلیل اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر ارتفاع و قطر یقه نهال‌های پده نشان داد که تنها طول قلمه بر ارتفاع نهال‌ها تأثیرگذار بود و تیمار طول قلمه ۲۰ سانتی‌متری به‌صورت معنی‌داری دارای کمترین ارتفاع نهال بود. از طرفی، تنها تیمار قطر قلمه دارای اثر معنی‌داری بر قطر یقه نهال‌های پده بود و کمترین قطر یقه نهال‌ها مربوط به تیمار قلمه با قطر کمتر از ۱/۰ سانتی‌متر بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر تعداد و وزن خشک برگ نهال‌های پده نشان داد که تنها تیمار محل قلمه‌گیری بر تعداد برگ‌ها در نهال‌های پده تأثیر معنی‌دار داشت و نهال‌هایی که محل قلمه‌گیری آن‌ها از محدوده ابتدایی شاخه (۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری شاخه) بود بیشترین تعداد برگ را داشتند. با توجه به نتایج، تنها تیمار قطر قلمه بر وزن خشک برگ نهال‌ها تأثیر معنی‌داری داشت و قلمه‌های با قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر بیشترین وزن خشک برگ را داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری تأثیر معنی‌داری بر طول جست‌های تولیدشده و تعداد و مجموع طول شاخه‌های فرعی در نهال‌های پده نداشتند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس برای اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر وزن خشک ریشه نهال، تنها تیمار طول قلمه بر وزن خشک ریشه تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به نهال‌های حاصل از قلمه‌هایی با طول ۲۵ سانتی‌متر بود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای طول قلمه و قطر قلمه بر وزن خشک ساقه نهال‌های پده تأثیر معنی‌داری داشتند اما محل قلمه‌گیری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه نهال‌ها نداشت و بیشترین وزن خشک ساقه نهال‌ها مربوط به تیمار قلمه‌های با طول ۲۵ و ۱۵ سانتی‌متر بود. همچنین، بیشترین وزن خشک ساقه نیز برای تیمار قلمه‌های با قطر ۵/۵-۱/۲ و ۱/۵-۱/۰ سانتی‌متر مشاهده شد. با توجه به نتایج تحلیل واریانس برای اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر زی‌توده خشک نهال‌های پده، تیمارهای طول و قطر قلمه تأثیر معنی‌داری بر زی‌توده خشک نهال‌های پده داشتند، در حالی که تیمار محل قلمه‌گیری تأثیر معنی‌داری بر زی‌توده خشک نداشت. نهال‌های پده حاصل از قلمه‌هایی با طول ۲۵ و ۱۵ سانتی‌متر، بیشترین زی‌توده خشک را داشتند و همچنین تیمار قلمه با قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشترین زی‌توده خشک را داشت.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه بهترین وضعیت رشد طولی و قطری برای قلمه‌های با طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر مشاهده شد که بیشترین وزن خشک ساقه نهال را نیز داشتند. همچنین نتایج نشان داد که محل قلمه‌گیری در پده تأثیر معنی‌داری در مراحل بعدی رشد طولی و قطری ندارد. با این‌وجود، محل قلمه‌گیری می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ‌های تولیدشده در مراحل بعدی رشد داشته باشد و هرچقدر محل قلمه‌گیری به محل اتصال جست به تنه مادری نزدیک‌تر باشد در مراحل بعدی تعداد برگ‌های بیشتری را تولید خواهد کرد. به‌طور کلی، بهترین قلمه‌های پده آن‌هایی بودند که دارای قطر ۲/۵-۱/۰ سانتی‌متر و طول ۲۵ سانتی‌متر بودند، اما محل قلمه‌گیری نسبت به طول و قطر قلمه اهمیت چندانی نداشت زیرا تأثیر معنی‌داری بر زی‌توده ریشه، ساقه، وزن خشک برگ، تعداد و طول شاخه‌های فرعی نداشت. با توجه به مقاومت پده به خشکی، شوری و دمای بالای محیط، قلمه‌کاری آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک و حتی تپه‌های شنی می‌تواند به‌عنوان یک گزینه مناسب موردتوجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تیمارهای قلمه، خوزستان، قطر یقه، محل قلمه‌گیری، وزن خشک ریشه

مقدمه

با توجه به سرعت رشد بالا در جنس صنوبر، در چند دهه گذشته محققین مختلف سراسر دنیا علاقه خاصی برای مطالعه جنبه‌های مختلف مرتبط با این جنس نشان داده‌اند (Komán *et al.*, 2023) و همواره سعی داشته‌اند تا جنبه‌های مختلف آن را بررسی کنند (Askarpur *et al.*, 2014; Naraghi & Izadpanah, 2000). این جنس اهمیت بالایی نه‌تنها در صنعت چوب و کاغذ دارد (Balatinecz *et al.*, 2001;

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

Savita *et al.,* 2001)، بلکه گونه‌های این جنس اهمیت بالایی در گسترش فضای سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک خصوصاً در مناطقی که سطح سفره آب زیرزمینی بالا است دارد. پده به‌عنوان یک گونه چوبی منحصربه‌فرد در مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته می‌شود که می‌تواند به‌عنوان تثبیت‌کننده شن نیز مورد استفاده قرار گیرد (Rajput *et al.,* 2016) و باعث افزایش درختکاری در چنین اراضی شود. ازآنجایی‌که در بسیاری از مناطق کشور سطح سفره آب زیرزمینی بالا است و شرایط بوم‌شناسی نیز مناسب رشد پده (*Populus euphratica*)، به‌عنوان یکی از جنس‌های صنوبر، است، به‌نظر می‌رسد آگاهی از شیوه مناسب قلمه‌گیری می‌تواند شانس موفقیت جنگل‌کاری با این گونه را افزایش دهد.

از دیرباز، استفاده از گونه‌هایی مانند کهور آمریکایی (*Prosopis juliflora*) برای جنگل‌کاری در جنوب ایران مرسوم بوده است. با این‌حال، به‌دلیل مهاجم بودن و غیربومی بودن این گونه (Dakhil *et al.,* 2021; Razavi Nattaj *et al.,* 2020)، این موضوع بحث‌های زیادی را در میان محققین به‌دنبال داشته است. ازاین‌رو، استفاده از گونه‌های بومی با توان مقابله با شرایط نامساعد محیطی، مانند گرمای هوا و شوری خاک، اولویت بالاتری دارد. پده (*Populus euphratica*)، به‌عنوان گونه‌ای با توانایی سازگاری بالا در خاک‌های شنی، شور (Daneshvar *et al.,* 2006) و گرمای بالای محیط شناخته می‌شود. البته در کنار توانایی‌های بالایی که این گونه دارد، زادآوری آن نسبت به چرای دام حساس است و چرای بیش از حد می‌تواند باعث تخریب جنگل‌های پده شود (Säumel *et al.,* 2011). پده به‌عنوان یکی از گونه‌های بومی کشور همواره در تپه‌های شنی و مکان‌هایی که سطح سفره آب زیرزمینی بالا است، رشد کرده و توده‌هایی را تشکیل داده‌است. شایان ذکر است که این گونه به‌عنوان یک گونه خوب در جنگل‌کاری مناطق بیابانی در چین معرفی شده‌است (Tuo *et al.,* 2021) اگرچه مطالعات متعددی در رابطه با تحمل به شوری اکوتیپ‌های مختلف پده در رابطه با شوری (Calagari, Salehi Shanjani, *et al.,* 2017; Tavakoli Neko *et al.,* 2018)، اثرات شوری بر رشد پده (Daneshvar *et al.,* 2006; Mohammadi *et al.,* 2013; Tavakoli Neko *et al.,* 2018) و حتی رشد و ریشه‌زایی کلون‌های مختلف پده در محیط کشت هیدروپونیک صورت گرفته‌است (Ahmadloo *et al.,* 2018)، اما تاکنون مطالعه‌ای رابطه با قلمه‌گیری از پده و بررسی عوامل مؤثر بر موفقیت نهال‌های حاصل از قلمه‌ها صورت نگرفته‌است.

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که ویژگی‌های مورفولوژیکی پده در پرووانس‌های مختلف در ایران متفاوت بوده‌اند (Calagari *et al.,* 2010; Hesami *et al.,* 2019) که نشان‌دهنده سازگاری این گونه در شرایط محیطی مختلف ایران است. با این وجود، اهمیت این گونه به حدی بوده‌است که مطالعات مختلفی در رابطه با دورگ‌گیری (Ahmadloo *et al.,* 2021; Mirzaie-Nodoushan *et al.,* 2017) و تکثیر جنسی (Calagari, Mirzaie Nodoushan, *et al.,* 2017) و غیر جنسی (Calagari, Salehi Shanjani, *et al.,* 2017; Shahrzad & Emam, 2012) آن صورت پذیرفته‌است.

با توجه به این‌که تاکنون مطالعه‌ای در رابطه با تأثیر طول، قطر و محل قلمه‌گیری بر رشد اولیه نهال‌های حاصل از قلمه پده در کشور صورت نگرفته‌است، در این پژوهش به این موضوع پرداخته می‌شود. اطلاعات به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌تواند باعث افزایش آگاهی در رابطه با جنگل‌کاری‌های پده با استفاده قلمه‌گیری شود. خصوصاً این‌که بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور و تپه‌های شنی داری سطح آب زیرزمینی بالایی هستند که همواره به‌صورت قلمه‌کاری، با استفاده از دیگر گونه‌ها، جنگل‌کاری می‌شوند. بنابر این، این مطالعه می‌تواند زمینه‌ساز افزایش استفاده از پده برای جنگل‌کاری خصوصاً از طریق کشت قلمه شود.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش

این مطالعه در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان در جنوب شرقی استان خوزستان با طول جغرافیایی″ ۲۵ ′۱۰ °۵۰ و عرض جغرافیایی ″۵۳ ′۳۸ °۳۰ انجام شد. بهبهان دارای ارتفاع از سطح دریا ۳۰۰ متر و بارش سالانه ۳۵۰ میلی‌متر با میانگین دمای سالانه ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد است و بر اساس روش دومارتن با ضریب خشکی ۱۰/۴ دارای اقلیم نیمه‌خشک است. این شهرستان براساس روش آمبرژه با ضریب ۳۱/۷۲ در محدوده اقلیم خشک قرار می‌گیرد (Askarpur *et al.,* 2014).

محل تهیه قلمه‌های پده

قلمه‌های پده از حاشیه رودخانه مارون در پنج کیلومتری شهر بهبهان تهیه شدند. قلمه‌گیری قبل از باز شدن جوانه درختان انجام شد و قلمه‌ها از شاخه‌های خشبی یک تا دو ساله درختان جوان تا میان‌سال با قطر برابرسینه ۲۵-۱۵ سانتی‌متر تهیه شدند. تا حد امکان سعی شد که قلمه‌گیری از درختانی انجام شود که فاصله یکسانی تا رودخانه داشتند و قلمه‌ها از نظر تراکم جوانه بر روی آن‌ها تفاوت چندانی نداشته باشند و دارای شادابی مطلوبی باشند. قلمه‌ها بلافاصله به محل آزمایش منتقل و در سه تیمار طول قلمه‌ها، قطر قلمه‌ها و محل قلمه‌گیری تقسیم‌بندی شدند. تیمار طول قلمه در سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر، تیمار قطر قلمه در سه سطح قلمه‌های با قطر کمتر از ۱/۰، ۱/۵-۱/۰ و ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر، و تیمار محل قلمه‌گیری در سه سطح محدوده ابتدایی شاخه (۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری شاخه)، محدوده میانی شاخه (از ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری شاخه) و محدوده انتهایی شاخه (از ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری شاخه) بودند. تیمارهای مختلف قلمه‌گیری تهیه‌شده از عرصه طبیعی در گلدان‌های پلی‌اتیلنی با خاک کاملاً یکنواخت (۵۰ درصد رس، ۴۰ درصد شن و ۱۰ درصد کود دامی کاملاً پوسیده) کاشته شدند و برای همه گلدان‌ها یکسان در نظر گرفته شد. تیمارهای مختلف قلمه‌گیری به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با پنج تکرار به اجرا در آمد. از نهال‌ها به‌مدت چهار ماه نگهداری و مراقبت شد و در این مدت به‌صورت منظم تا ظرفیت زراعی آبیاری شدند.

ویژگی‌های مورد بررسی در نهال‌ها

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

ویژگی‌های مورد بررسی شامل ارتفاع نهال‌ها، قطر یقه (در محل اتصال جست‌های ایجادشده به قلمه مادری)، طول جست‌های تولیدشده، تعداد شاخه‌های فرعی، طول شاخه‌های فرعی، تعداد برگ، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و همچنین زی‌توده خشک نهال‌ها بودند. برای به‌دست آوردن وزن خشک، اندام‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه قرار گرفتند و سپس وزن شدند.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در این مطالعه، نخست برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و برای بررسی همگنی داده‌ها از آزمون لون استفاده شد. سپس برای انجام مقایسات کلی اثر هریک از تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها از تجزیه واریانس سه‌طرفه و برای انجام مقایسات چندگانه از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر ارتفاع و قطر یقه نهال‌های پده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارهای مورد بررسی، تنها طول قلمه بر ارتفاع نهال‌ها تأثیرگذار بود (جدول ۱). نتایج آزمون دانکن نشان داد که بیشترین ارتفاع نهال مربوط به قلمه‌های با طول ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر بود (جدول ۷). هرچند بین ارتفاع نهال‌ها در تیمارهای مربوط به قلمه‌های با طول ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما تیمار طول قلمه ۲۰ سانتی‌متری در انتهای دوره مورد مطالعه، به‌صورت معنی‌داری دارای کمترین ارتفاع نهال بود (جدول ۷). میانگین ارتفاع نهال برای تیمارهای با قطر قلمه کمتر از ۱/۰ سانتی‌متر، ۱/۵-۱/۰ و ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر به‌ترتیب ۵۶/۵۰، ۵۳/۵۶ و ۵۰/۴۳ سانتی‌متر بود و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (جدول ۱). هم‌چنین، میانگین ارتفاع نهال‌ها برای تیمارهای با محل قلمه‌گیری ابتدایی، میانی و انتهایی به‌ترتیب ۵۵/۵۲، ۵۵/۰۵ و ۴۷/۵۰ سانتی‌متر بود که هیچ تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت (جدول ۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها تیمار قطر قلمه دارای اثر معنی‌داری بر قطر یقه نهال‌های پده بود و تیمارهای طول و محل قلمه‌گیری اثر معنی‌داری بر روی قطر یقه نهال‌ها در انتهای دوره رشد نداشتند (جدول ۱). کمترین قطر یقه نهال‌ها مربوط به تیمار قلمه با قطر کمتر از ۱/۰ سانتی‌متر بود (جدول ۷).

نتایج این مطالعه نشان داد که طول قلمه و قطر یقه قلمه‌ها می‌توانند تأثیر معنی‌داری بر رشد بعدی نهال‌های پده داشته باشند. هر چه طول قلمه بلندتر و قطر قلمه بزرگ‌تر باشد در مرحله بعدی، رشد طولی و قطری بهتری را خواهد داشت. این یافته‌ها همسو با یافته‌های نایدو و جونز (Naidu & Jones, 2009) هستند که عنوان کردند قلمه‌های اکالیپتوس با طول کوتاه کمترین نرخ ریشه‌زایی، کمترین تعداد برگ و کمترین زی‌توده را داشتند. اما در مطالعه احمد و همکاران (Ahmad *et al.,* 2011) بر روی توت (*Morus alba*) بیشترین وزن خشک، تر، قطر و طول ریشه مربوط به قلمه‌های با طول کوچک (پنج سانتی‌متری) بود. بنابر این، می‌توان این‌گونه بیان کرد که قلمه‌های با طول و قطر بیشتر رشد بهتری خواهند داشت (Haile *et al.,* 2011; Malele *et al.,* 2021).

اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر تعداد و وزن خشک برگ نهال‌های پده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها تیمار محل قلمه‌گیری بر تعداد برگ‌ها در نهال‌های پده تأثیر معنی‌دار دارد و دیگر تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد برگ‌ها در انتهای دوره اندازه‌گیری تأثیر معنی‌داری ندارند (جدول ۲). در آزمون دانکن نیز نهال‌هایی که محل قلمه‌گیری آن‌ها از محدوده ابتدایی شاخه (۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری شاخه) بود بیشترین تعداد برگ (۸۵/۰۰) را داشتند (جدول ۷).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تنها تیمار قطر قلمه بر وزن خشک برگ نهال‌ها تأثیر معنی‌داری داشت و تیمارهای طول قلمه و محل قلمه‌گیری اثر معنی‌داری بر وزن خشک برگ نهال‌های پده نداشتند (جدول ۲). این نتایج ناهمسو با یافته‌های صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.,* 2012) است که عنوان کردند طول قلمه عامل مؤثر و معنی‌دار بر تعداد برگ در *Capparis spinosa* بود. قلمه‌های با قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر بیشترین وزن خشک برگ را داشتند که از این لحاظ با قلمه‌های با قطر ۱/۵-۱/۰ میلی‌متری تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۷).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع و قطر یقه نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 1. Analysis of variance for the height and collar diameter of seedlings among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	مجموع مربعات Sum of Squares		درجه آزادی df		میانگین مربعات Mean Square		آماره F		معنی‌داری Sig.	
	ارتفاع Height	قطر یقه Collar Diameter	ارتفاع Height	قطر یقه Collar Diameter	ارتفاع Height	قطر یقه Collar Diameter	ارتفاع Height	قطر یقه Collar Diameter	ارتفاع Height	قطر یقه Collar Diameter
طول قلمه Cutting length	3222.349	3.003	2	2	1611.174	1.501	6.775	1.789	0.002**	0.173ns
قطر قلمه Cutting diameter	434.952	5.500	2	2	217.476	2.750	0.914	3.277	0.405ns	0.043*
محل قلمه‌گیری Cutting position	1076.117	0.543	2	2	538.058	0.271	2.262	0.323	0.110ns	0.725ns
تکرار Block	1392.564	1.138	4	4	348.141	0.285	1.464	0.339	0.220ns	0.851ns
طول قلمه×قطر قلمه Length* Diameter	784.209	6.427	4	4	196.052	1.607	0.824	1.914	0.513ns	0.116ns
طول قلمه×محل قلمه‌گیری Length* Position	155.045	3.722	4	4	38.761	0.930	0.163	1.109	0.957ns	0.358ns
قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Diameter*Position	1230.811	12.295	4	4	307.703	3.074	1.294	3.662	0.279ns	0.388ns
طول قلمه×قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Length*Diameter*Position	426.644	4.263	6	6	71.107	0.711	0.299	0.847	0.963ns	0.538ns
خطا Error	19976.536	70.504	84	84	237.816	0.839				
کل Total	350893.25	1358.755	113	113						

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری

*, ** and ns: significant differences at the probability levels of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.

اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر طول جست‌های تولیدشده در نهال‌های پده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد هیچ‌کدام از تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر طول جست‌های ایجادشده در نهال‌ها نداشتند (جدول ۳). میانگین طول جست‌های نهال‌ها در تیمارهای مختلف بین ۲۹/۱۳ تا ۴۲/۹۶ سانتی‌متر بود (جدول ۷).

اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر تعداد و مجموع طول شاخه‌های فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارهای موردمطالعه بر تعداد و مجموع طول شاخه‌های فرعی تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). تعداد شاخه‌های فرعی در تیمارهای مختلف بین ۱/۲ تا ۲ شاخه بود که هیچ‌کدام از تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی نداشتند. همچنین، مجموع طول شاخه‌های فرعی نیز بین ۷/۷۶ تا ۱۶/۷۳ سانتی‌متر بود که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۷). این یافته‌ها همسو با یافته‌های آریز و همکاران (Ariez *et al.,* 2020) است که عنوان کردند طول قلمه عاملی برای تعداد شاخه‌های فرعی است و هرچه طول قلمه بیشتر باشد تعداد شاخه‌های فرعی نیز بیشتر می‌شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس تعداد و وزن خشک برگ‌های نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 2. Analysis of variance for the number and dry weight of seedling leaves among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	مجموع مربعات Sum of Squares		درجه آزادی df		میانگین مربعات Mean Square		آماره F F		معنی‌داری Sig.	
	تعداد برگ Number of leaves	وزن خشک برگ Dry weight of leaves	تعداد برگ Number of leave	وزن خشک برگ Dry weight of leaves	تعداد برگ Number of leaves	وزن خشک برگ Dry weight of leaves	تعداد برگ Number of leaves	وزن خشک برگ Dry weight of leaves	تعداد برگ Number of leaves	وزن خشک برگ Dry weight of leaves
طول قلمه Cutting length	7400.78	11.446	2	2	3700.34	5.723	2.153	1.850	0.122ns	0.164ns
قطر قلمه Cutting diameter	907.066	20.676	2	2	453.53	10.338	0.264	3.342	0.769ns	0.040*
محل قلمه‌گیری Cutting position	11342.00	5/845	2	2	5671.00	2.922	3.300	0.945	0.042*	0.393ns
تکرار Block	7324.72	17.197	4	4	1831.18	4.299	1.066	1.390	0.379ns	0.244ns
طول قلمه×قطر قلمه Length* Diameter	8184.966	22.517	4	4	2046.24	5.629	1.191	1.820	0.321ns	0.133ns
طول قلمه×محل قلمه‌گیری Length* Position	2087.98	8.391	4	4	521.995	2.098	0.304	0.678	0.875ns	0.609ns
قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Diameter*Position	1648.24	13.745	4	4	412.060	3.436	0.240	1.111	0.915ns	0.375ns
طول قلمه×قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Length*Diameter* Position	12365.848	12.961	6	6	2060.97	2.160	1.199	0.698	0.315ns	0.652ns
خطا Error	144340.55	259.848	84	84	1718.340	3.093				
کل Total	780091.00	3089.00	113	113						

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.

*, ** and ns: significant differences at the probability levels of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین طول جست‌های نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 3. Analysis of variance for the mean length of seedling shoots among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	آماره F F	معنی‌داری Sig.
Cutting length (طول قلمه)	2006.645	2	1003.323	2.783	0.068^{ns}
Cutting diameter (قطر قلمه)	50.515	2	25.257	0.070	0.932^{ns}
Cutting position (محل قلمه‌گیری)	291.806	2	145.903	0.405	0.668^{ns}
Block (تکرار)	868.465	4	217.116	0.602	0.662^{ns}
طول قلمه×قطر قلمه Length* Diameter	2022.046	4	505.511	1.402	0.240^{ns}
طول قلمه×محل قلمه‌گیری Length* Position	987.235	4	246.809	0.685	0.605^{ns}
قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Diameter*Position	2012.952	4	503.238	0.396	0.242^{ns}
طول قلمه×قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Length*Diameter*Position	1612.199	6	268.700	0.745	0.615^{ns}
خطا Error	30281.091	84	360.489		
کل Total	179922.511	113			

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.

*, ** and ns: significant differences at the probability levels of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.

جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین تعداد و طول شاخه‌های فرعی نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 4. Analysis of variance for the mean number and length of seedling lateral branches among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	مجموع مربعات Sum of Squares		درجه آزادی df		میانگین مربعات Mean Square		آماره F F		معنی‌داری Sig.	
	تعداد شاخه‌های فرعی Number of lateral branches	طول شاخه‌های فرعی Length of lateral branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of lateral branches	طول شاخه‌های فرعی Length of lateral branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of lateral branches	طول شاخه‌های فرعی Length of lateral branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of lateral branches	طول شاخه‌های فرعی Length of lateral branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of lateral branches	طول شاخه‌های فرعی Length of lateral branches
طول قلمه Cutting length	12.597	1893.259	2	2	6.299	946.630	0.922	1.147	0.402^{ns}	0.323^{ns}
قطر قلمه Cutting diameter	10.719	2204.710	2	2	5.359	1102.355	0.784	1.335	0.460^{ns}	0.269 ^{ns}
محل قلمه‌گیری Cutting position	1.055	225.103	2	2	0.528	112.552	0.077	0.136	0.926^{ns}	0.873 ^{ns}
تکرار Block	93.278	10032.714	4	4	23.319	2508.178	3.412	3.038	0.012*	0.022 *
طول قلمه×قطر قلمه Length* Diameter	32.134	4795.279	4	4	8.034	1198.820	1.175	1.452	0.328^{ns}	0.224 ^{ns}
طول قلمه×محل قلمه‌گیری Length* Position	22.672	1175.571	4	4	5.668	293.893	0.829	0.356	0.510^{ns}	0.839 ^{ns}
قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Diameter*Position	8.484	1862.485	4	4	2.121	465.621	0.310	0.564	0.870^{ns}	0.689 ^{ns}
طول قلمه×قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Length*Diameter*Position	18.978	3403.386	6	6	3.163	567.231	0.463	0.687	0.834^{ns}	0.661 ^{ns}
خطا Error	574.089	69342.381	84	84	6.834	825.505				
کل Total	1000.000	115189.618	113	113						

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.

*, ** and ns: significant differences at the probability levels of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.

اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه نهال

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تنها تیمار طول قلمه بر وزن خشک ریشه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۵). بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به نهال‌های حاصل از قلمه‌هایی با طول ۲۵ سانتی‌متر بود که با نهال‌های حاصل از قلمه‌هایی با طول ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین تفاوت معنی‌داری بین قلمه‌های با طول‌های ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر در رابطه با وزن خشک ریشه مشاهده نشد (جدول ۷).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای طول قلمه و قطر قلمه بر وزن خشک ساقه نهال‌های پده تأثیر معنی‌داری داشتند اما محل قلمه‌گیری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک نهال‌ها نداشت (جدول ۵). بر اساس آزمون دانکن، بیشترین وزن خشک ساقه نهال‌ها مربوط به تیمار قلمه‌های با طول ۲۵ و ۱۵ سانتی‌متر بود که با قلمه‌های ۲۰ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۷). همچنین، بیشترین وزن خشک ساقه برای تیمار قلمه‌های با قطر ۵/۵-۱/۲ و ۱/۵-۱/۰ سانتی‌متر مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با قلمه‌های با قطر کمتر از ۱/۰ سانتی‌متر بود (جدول ۷).

به‌نظر می‌رسد طول قلمه، محل قلمه‌گیری و قطر قلمه تأثیر معنی‌داری بر تعداد و طول شاخه‌های فرعی ندارد. با این وجود، طول قلمه می‌تواند بر وزن خشک ریشه حاصل از قلمه‌ها تأثیرگذار باشد. به این صورت که هرچه طول قلمه کوچک‌تر (۱۵ سانتی‌متر) و یا خیلی بزرگ (۲۵ سانتی‌متر) باشد وزن خشک ریشه نیز در مراحل بعدی رشد بیشتر خواهد شد، در حالی‌که قطر قلمه و محل قلمه‌گیری نمی‌توانند اثری بر وزن خشک ریشه داشته باشند. با توجه به اینکه پده در بین گونه‌های صنوبر کمترین نرخ ریشه‌زایی را دارد (Ahmadloo *et al.,*

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

2018)، به‌نظر می‌رسد می‌توان با انتخاب طول مناسب قلمه امکان ریشه‌زایی پده را نیز افزایش داد. خصوصاً اینکه می‌توان با انتخاب قلمه‌های بلندتر هم امکان ریشه‌زایی را افزایش داد و این که در محل‌هایی که سفره آب زیرزمینی بالا است با انتخاب قلمه‌های بلندتر امکان استقرار قلمه‌های پده را نیز بیشتر کرد. اگرچه محل قلمه‌گیری می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر طول عمر قلمه‌ها، وزن خشک برگ و ریشه داشته باشد (Solkin, 2018). قطر قلمه در صنوبرها یک عامل کلیدی در افزایش وزن خشک ساقه و برگ‌ها است (Banj Shafiei *et al.,* 2017). در مطالعه بانج شفیعی و همکاران (Banj Shafiei *et al.,* 2017) مشخص شد که قطر قلمه می‌تواند به‌صورت معنی‌داری وزن خشک برگ را در مراحل بعدی رشد تحت تأثیر قرار دهد. هرچقدر قطر قلمه بیشتر باشد (۱/۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر) وزن خشک برگ‌های تولیدشده نیز بیشتر خواهد شد.

جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین وزن خشک ریشه و ساقه نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 5. Analysis of variance for the mean dry weight of seedling roots and stems among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	مجموع مربعات Sum of Squares		درجه آزادی df		میانگین مربعات Mean Square		آماره F F		معنی‌داری Sig.	
	وزن خشک ریشه Dry weight of root	وزن خشک ساقه Dry weight of stem	وزن خشک ریشه Dry weight of root	وزن خشک ساقه Dry weight of stem	وزن خشک ریشه Dry weight of root	وزن خشک ساقه Dry weight of stem	وزن خشک ریشه Dry weight of root	وزن خشک ساقه Dry weight of stem	وزن خشک ریشه Dry weight of root	وزن خشک ساقه Dry weight of stem
طول قلمه Cutting length	77.145	15.183	2	2	38.573	7.591	4.235	3.868	0.018*	0.025*
قطر قلمه Cutting diameter	46.318	17.638	2	2	23.159	8.819	2.542	4.493	0.08 ns	0.014*
محل قلمه‌گیری Cutting position	48.701	6.484	2	2	24.350	3.242	2.673	1.652	0.07 ns	0.198ns
تکرار Block	266.098	8.026	4	4	66.525	2.007	7.303	1.022	0.000**	0.401ns
طول قلمه×قطر قلمه Length* Diameter	20.467	5.824	4	4	5.117	1.456	0.562	0.742	0.691ns	0.566ns
طول قلمه×محل قلمه‌گیری Length* Position	36.650	4.752	4	4	9.162	1.188	1.006	0.605	0.409ns	0.660ns
قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Diameter*Position	44.830	7.677	4	4	11.207	1.919	1.230	0.978	0.304ns	0.424ns
طول قلمه×قطر قلمه×محل قلمه‌گیری Length*Diameter*Position	80.846	0.876	6	6	13.474	0.146	1.479	0.074	0.195ns	0.998ns
خطا Error	765.161	164.857	84	84	9.109	1.963				
کل Total	3760.333	1920.413	113	113						

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.

*, ** and ns: significant differences at the probability levels of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.

اثر تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری بر زی‌توده خشک نهال‌های پده

با توجه به نتایج تحلیل واریانس، تیمارهای طول و قطر قلمه تأثیر معنی‌داری بر زی‌توده خشک نهال‌های پده داشتند، درحالی‌که تیمار محل قلمه‌گیری تأثیر معنی‌داری بر زی‌توده خشک نداشت (جدول ۶). بر اساس آنالیز دانکن، نهال‌های پده حاصل از قلمه‌هایی با طول ۲۵ و ۱۵ سانتی‌متر، بیشترین زی‌توده خشک را داشتند (جدول ۷). همچنین، تیمار قلمه با قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشترین زی‌توده خشک را داشت (جدول ۷).

در این مطالعه، بهترین وضعیت رشد طولی و قطری برای قلمه‌هایی با طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر مشاهده شد که بیشترین وزن خشک ساقه نهال را نیز داشتند. همچنین، نتایج ما نشان داد که محل قلمه‌گیری در پده تأثیر معنی‌داری در مراحل بعدی رشد طولی و قطری ندارد. با این وجود، محل قلمه‌گیری می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ‌های تولیدشده در مراحل بعدی رشد را داشته باشد. هر چقدر محل قلمه‌گیری به محل اتصال جست به تنه مادری نزدیک‌تر باشد در مراحل بعدی تعداد برگ‌های بیشتری را تولید خواهد کرد. در این مطالعه، محل قلمه‌گیری تنها بر تعداد برگ‌های تولیدشده تأثیر داشت و بر دیگر متغیرهای مورد بررسی، شامل وزن خشک ریشه و ساقه، زی‌توده، تعداد شاخه‌ها و طول شاخه‌ها، تأثیر معنی‌داری نداشت. اما در مطالعه سالکین (Solkin, 2018) مشخص شد که قلمه‌هایی که از محل بالای ساقه انتخاب شده باشند نسبت به قلمه‌های میانی و ابتدایی ساقه شرایط رویشی ساقه، برگ و ریشه بهتری دارند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین زی‌توده خشک کل برای نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 6. Analysis of variance for the mean total dry biomass of seedlings among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	آماره F F	معنی‌داری Sig.
طول قلمه Cutting length	240.552	2	120.276	5.213	0.007**
قطر قلمه Cutting diameter	238.044	2	119.022	5.159	0.008**
محل قلمه گیری Cutting position	141.216	2	70.608	3.060	0.052^{ns}
تکرار Block	254.628	4	63.657	2.759	0.033*
طول قلمه×قطر قلمه Length* Diameter	31.392	4	7.848	0.340	0.850^{ns}
طول قلمه×محل قلمه گیری Length* Position	100.164	4	25.041	1.085	0.369^{ns}
قطر قلمه×محل قلمه گیری Diameter*Position	159.719	4	39.930	1.731	0.151^{ns}
طول قلمه×قطر قلمه×محل قلمه گیری Length*Diameter*Position	98.201	6	16.367	0.709	0.643^{ns}
خطا Error	1938.112	84	23.073		
کل Total	23385.448	113			

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.

*, ** and ns: significant differences at the probability levels of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.

جدول ۷- نتایج آزمون دانکن برای ویژگی‌های موردبررسی در نهال‌ها بین تیمارهای طول قلمه، قطر قلمه و محل قلمه‌گیری

Table 7. Duncan's test results for the investigated characteristics of seedlings among cutting length, cutting diameter, and cutting position treatments

ویژگی‌های موردبررسی در نهال‌ها Investigated characteristics in seedlings	تیمارها Treatments طول قلمه (سانتی‌متر) Cutting length (cm)			قطر قلمه (سانتی‌متر) Cutting diameter (cm)			محل قلمه گیری Cutting position		
	۱۵ 15	۲۰ 20	۲۵ 25	< ۱ < 1	۱-۱/۵ 1.0-1.5	۱/۵-۲/۵ 1.5-2.5	ابتدایی (از ۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری) Beginning (10-10 cm)	میانی (از۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری) Middle (50-100 cm)	انتهایی (از ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری) Ending (100-150 cm)
ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	57.36^{a}	45.18^{b}	57.14^{a}	56.50^{a}	53.56^{a}	50.43^{a}	55.52^{a}	55.05^{a}	47.50^{a}
قطر یقه (سانتی‌متر) Collar diameter (mm)	3.70^{a}	3.03^{a}	3.29^{a}	2.96^{b}	3.39^{a}	3.56^{a}	3.25^{a}	3.35^{a}	3.41^{a}
تعداد برگ Number of leaves	61.00^{a}	73.00^{a}	79.00^{a}	77.00^{a}	68.00^{a}	71.00^{a}	85.00^{a}	65.00^{b}	63.00^{b}
وزن خشک برگ‌ها (گرم) Dry weight of leaves (gr)	4.67^{a}	4.69^{a}	5.27^{a}	4.50^{b}	4.69^{ab}	5.43^{a}	5.10^{a}	4.89^{a}	4.64^{a}
طول جست‌های تولید شده (سانتی‌متر) Produced shoot length (cm)	42.96^{a}	29.13^{a}	33.95^{a}	34.35^{a}	34.15^{a}	36.34^{a}	36.07^{a}	36.96^{a}	30.61^{a}
تعداد شاخه‌های فرعی Number of lateral branches	1.12^{a}	2.00^{a}	1.14^{a}	1.55^{a}	1.62^{a}	1.12^{a}	1.57^{a}	1.33^{a}	1.31^{a}
مجموع طول شاخه‌های فرعی (سانتی‌متر) Length of lateral branches (cm)	8.20^{a}	20.06^{a}	10.73^{a}	15.28^{a}	16.73^{a}	7.76^{a}	14.61^{a}	13.19^{a}	10.58^{a}
وزن خشک ریشه (گرم) Dry weight of root (gr)	4.45^{ab}	3.84^{a}	5.41^{a}	4.24^{a}	4.29^{a}	5.23^{a}	5.03^{a}	4.91^{a}	4.59^{a}
وزن خشک ساقه (گرم) Dry weight of stem (gr)	3.91^{ab}	3.40^{b}	4.24^{a}	3.44^{b}	3.75^{ab}	4.32^{a}	4.00^{a}	3.93^{a}	3.66^{a}
زی‌توده خشک کل (گرم) Total dry biomass (gr)	13.02^{ab}	11.93^{b}	14.91^{a}	12.17^{b}	12.73^{b}	14.98^{a}	14.13^{a}	13.73^{a}	11.82^{a}

حروف کوچک مشابه در هر ردیف برای هر تیمار نشان می‌دهد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد.

Similar lowercase letters in each row for each treatment indicate no statistically significant differences between them.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که بهترین قلمه‌های پده آن‌هایی بودند که قطر ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متری و طول ۲۵ سانتی‌متر داشتند. اما محل قلمه‌گیری نسبت به طول و قطر قلمه اهمیت چندانی نداشت زیرا تأثیر معنی‌داری بر زی‌توده ریشه، ساقه، وزن خشک برگ، تعداد و طول شاخه‌های فرعی نداشت.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

References

Ahmad, I. T., Siddiqui, M., Ahmad, K. R., Kashif, M., & Butt, T. M. (2011). Root growth of Morus alba as affected by cutting size and low polythene tunnel. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants,* 1(1), 38-41.

Ahmadloo, F., Calagari, M., Salehi, A., & Goodarzi, G. R. (2018). Investigation of rooting and growth characteristics of poplar clones in hydroponic and soil cultures. *Journal of Forest Science*, *64*(5), 207-215.

Ahmadloo, F., Ghamari Zare, A., Calagari, M., Salehi, A., & Salehi Vajdeh Nazari, M. (2021). Evaluation of inter and intra-specific hybridization of clones of Populus nigra and P. deltoids. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, *8*(4), 370-359. [In Persian]

Ariez, M., Salari, H., & Bhat, N. (2020). A study on effects of cutting length on rooting of populous nigra tree, common agroforestry species of Afghanistan. *North Asian International Research Journal of Sciences, Engineering and I.T*, *6*(3), 1-12.

Askarpur, M. R., Sayad, E., & Taleshi, H. (2014). Relationship between Soil Macrofauna Tamarisk and Euphrates Poplar in Riparian Forest of Maroon River, Khuzestan Province. *Ecology of Iranian Forest*, *2*(4), 12-18.

Balatinecz, J. J., Kretschmann, D. E., & Leclercq, A. (2001). Achievements in the utilization of poplar wood–guideposts for the future. *The Forestry Chronicle*, *77*(2), 265-269.

Banj Shafiei, A., Beygi Heidarlou, H., Pato, M., & Moradzadeh Azar, N. (2017). Effect of Poplar cutting diameter on some vegetative characteristics of seedlings (Populus nigra L. 62/154). *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, *6*(2), 29-40.

Calagari, M., Ghasemi, R., & Bagheri, R. (2010). Growth comparison of Populus euphratica Oliv. provenances in research station of Karadj, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *18*(1), 69-76.

Calagari, M., Mirzaie Nodoushan, H., Asadi, F., & Salehi Shanjani, P. (2017). Evaluation of progenies of sexual reproduction of Populus euphratica provenances using leaf morphology and Isoenzyme markers. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, *25*(2), 247-258.

Calagari, M., Salehi Shanjani, P., & Banj Shafiei, S. (2017). Growth comparison of two poplar species (Populus alba and Populus euphratica) and their hybrid in the saline and non-saline soils. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *30*(1), 143-154.

Dakhil, M. A., El-Keblawy, A., El-Sheikh, M. A., Halmy, M. W. A., Ksiksi, T., & Hassan, W. A. (2021). Global invasion risk assessment of Prosopis juliflora at biome level: Does soil matter? *Biology*, *10*(3), 203.

Daneshvar, H., Modirrahmati, B., & Kiani, A. R. (2006). Effect of different levels of NaCl and CaCl2 on growth and leaf, branch and root elements of Populus euphratica cutting. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *14*(1), 28-20.

Haile, G., Gebrehiwot, K., Lemenih, M., & Bongers, F. (2011). Time of collection and cutting sizes affect vegetative propagation of Boswellia papyrifera (Del.) Hochst through leafless branch cuttings. *Journal of Arid Environments*, *75*(9), 873-877.

Hesami, S. M., Calagari, M., & Kahrizsangi, G. E. (2019). Study of growth and morphological characteristics of Euphrates poplar (Populus euphratica Oliv.) provenances in Shahid Fozveh experimental nursery. *Forest Research and Development*, *5*(3), 483-496.

Komán, S., Németh, R., & Báder, M. (2023). An Overview of the Current Situation of European Poplar Cultures with a Main Focus on Hungary. *Applied Sciences*, *13*(23), 12922.

Malele, J., Kleynhans, R., Prinsloo, G., & Matsiliza-Mlathi, B. (2021). Optimizing the cutting production of Greyia radlkoferi. *South African Journal of Botany*, *142*, 293-298.

Mirzaie-Nodoushan, H., Khosravan, S., Ghamari Zare, A., & Ebrahimi, M. (2017). Investigation of rooting ability of poplar interspecific hybrids (Populus alba x P. euphratica) through apical meristem culture. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, *24*(2), 59-71.

Mohammadi, A., Calagari, M., Ladan-Moqaddam, A. R., & Mirakhori, R. (2013). Investigation on growth and physiological characteristics of Populus euphratica Oliv. Provenances at Garmsar desert station. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *21*(1), 115-125.

Moradi, M., Imani, F., Naji, H. R., Moradi Behbahani, S., & Ahmadi, M. T. (2017). Variation in soil carbon stock and nutrient content in sand dunes after afforestation by Prosopis juliflora in the Khuzestan province (Iran). *iForest-Biogeosciences and Forestry*, *10*(3), 585.

Moradi, M., Naji, H. R., Imani, F., Behbahani, S. M., & Ahmadi, M. T. (2017). Arbuscular mycorrhizal fungi changes by afforestation in sand dunes. *Journal of Arid Environments*, *140*, 14-19.

Naidu, R., & Jones, N. (2009). The effect of cutting length on the rooting and growth of subtropical Eucalyptus hybrid clones in South Africa. *Southern Forests*, *71*(4), 297-301.

Naraghi, T., & Izadpanah, M. (2000). A sexual regeneration of aspen (populs tremula) by tissue culture.

Rajput, V. D., Minkina, T., Yaning, C., Sushkova, S., Chapligin, V. A., & Mandzhieva, S. (2016). A review on salinity adaptation mechanism and characteristics of Populus euphratica, a boon for arid ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 36(6), 497-503.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]

Razavi Nattaj, G. A.-S., Fallah, A., & Hodjati, S. M. (2020). The Incremental Assessment, Mixture Effect, Soil of Eucalyptus Camaldolensis (Dehn) and Prosopis Juliflora (Sw.) DC Plantations in Laleh Forest Park of Dezful. *Ecology of Iranian Forest*, *8*(15), 53-61.

Sadeghi, H., Taghvaei, M., & Miri, M. B. (2012). Response of the length, dry weight of stem cutting and number of leaves of (*Capparis spinosa* L.) as affected by stem cutting type and IBA concentrations. *Ecology, Environment and Conservation*, *18*(2), 403-408.

Säumel, I., Ziche, D., Yu, R., Kowarik, I., & Overdieck, D. (2011). Grazing as a driver for Populus euphratica woodland degradation in the semi-arid Aibi Hu region, northwestern China. *Journal of Arid Environments*, *75*(3), 265-269.

Savita, G., Singh, S., Luxmi, C., & Rai, A. (2001). Wood and paper properties of poplar clones. *Indian Pulp & Paper Technical Association*, *13*(4), 35-38.

Shahrzad, S., & Emam, M. (2012). Micropropagation of Populus euphratica and P. alba hybrids by tissue culture. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, *19*(2), 327-336.

Solkin, S. (2018). Effect of nodes position on the growth and yield of stem cutting of Sambiloto (Andrographis paniculata). *Nusantara Bioscience*, *10*(4), 226-231.

Tavakoli Neko, H., Shirvany, A., Assareh, M., Naghavi, M., Pessarakli, M., & Pourmeidani, A. (2018). Effects of NaCl on growth, yield and ion concentration of various *Populus euphratica* Oliv. ecotypes in Iran. *Desert*, 23(2), 189-198.

Tuo, F., Gao, B., & Dong, Z. (2021). Technological Breakthrough for the Afforestation of Populus euphratica in the Mu Us Desert in China. *Sustainability*, *13*(24), 13900.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.518]