University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Qualitative Evaluation of Peach and Nectarine Saplings Using Morphological Traits

Mitra Rahmati[1]✉ | Mahdi Rezaei[2] | Abdoreza Kavand[3] | Hossein Kari Dolatabad[4] | Maryam Khatib[5] | Mohammad Tabeei[6] | Reza Rezaee[7] | Mojtaba Alizadeh[8]

1. Corresponding Author, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: m.rahmati@areeo.ac.ir
2. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: meh.rezaee@areeo.ac.ir
3. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: ar_kavand@yahoo.com
4. Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: h.kari@areeo.ac.ir
5. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran. E-mail: khatib.m1383@gmail.com
6. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. E-mail: tabeei@gmail.com
7. West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran, Iran. E-mail: rezrezaee@yahoo.com
8. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: alizadeh.mo@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 20 July 2022

Received: 20 September 2022

Accepted: 11 October 2022

Published online: 21 March 2023

Keywords:

Seedling,

Vegetative rootstocks,

Sturdiness quotient,

Certified sapling.

ABSTRACT

Applying the Dickson quality index (DQI) is an efficient but destructive and time-consuming method for predicting sapling quality in nurseries.

Fast and low-cost prediction of the quality, establishment, and growing strength of fruit tree saplings in the orchard through the identification of morphological characteristics, which are so highly correlated with this index, is necessary for different stages of sapling production.

To evaluate the relationship between the morphological characteristics in peach and nectarine saplings, bare-root saplings of 16 commercial cultivars with three replicates from 10 nurseries, located in four provinces, were studied. The samples provided from two types of non-certified sapling, grafted on the seedling rootstocks, and certified sapling on the vegetative rootstocks during the transplanting seasons of 2020-2021. Sapling height, diameter above grafting line (DAGL), root length, number of roots and branches, shoot and root fresh and dry weights, height to diameter ratio, and DQI were evaluated, and simple correlations between them were estimated. The correlation coefficients were broken down into direct and indirect effects through path analysis, with DQI as the dependent variable.

The results showed that the average DQI for non-certified saplings, produced in different climates, was 14. The higher values were observed in areas with more than 3100 AGDD. In certified saplings, DQI reached to 47. Based on the results of the path analysis for DQI evaluation, the highest direct effect was related to the DAGL.

DAGL is the most efficient index in the quality assessment of the saplings, due to having the highest correlation with the DQI and most of the morphological traits.

Cite this article: Rahmati, M., Rezaei, M., Kavand, A., Kari Dolatabad, H., Khatib, M., Tabeei, M., Rezaee, R., Alizadeh, M. (2023). Qualitative Evaluation of Peach and Nectarine Saplings Using Morphological Traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (1), 1-18. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2022.345434.2044

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2022.345434.2044

Extended Abstract

Introduction

Applying the Dickson quality index (DQI) is an efficient but destructive and time-consuming method for predicting sapling quality in nurseries. Fast and low-cost prediction of the quality, establishment, and growing strength of fruit tree saplings in the orchard through the identification of morphological characteristics, which are so highly correlated with this index, is necessary for different stages of sapling production.

Materials and Methods

To evaluate the relationship between the morphological characteristics in peach and nectarine saplings, bare-root saplings of 16 commercial cultivars with three replicates from 10 nurseries, located in four provinces, were studied. The samples provided from two types of non-certified sapling, grafted on the seedling rootstocks, and certified sapling on the vegetative rootstocks during the transplanting seasons of 2020-2021. Sapling height, diameter above grafting line (DAGL), root length, number of roots and branches, shoot and root fresh and dry weights, height to diameter ratio, and DQI were evaluated, and simple correlations between them were estimated. The correlation coefficients were broken down into direct and indirect effects through path analysis, with DQI as the dependent variable.

Results and Discussion

The results showed that the average DQI for non-certified saplings produced in different climates was 14. The higher values occurred in areas with more than 3100 accumulated growth degree-days (AGDD). In certified saplings, DQI reached to 47, which is likely due to more biomass and higher sturdiness (less height to diameter ratio) of certified seedlings. These seedlings were grafted on GF 677 vigorous rootstocks. In addition, appropriate geographical location of certified nursery in case of AGDD might have been a factor in increasing the quality, and also the DQI of these seedlings. Seedling provided from certified nursery also have a better chance of being free from harmful pathogens including viruses, thereby may leading to seedlings with higher DQI. The linear relationship between seedling height and the number of branches is remarkable in case of fruit precocity. As the height of the sapling increases, the number of branches increases more than the number of roots, which results in photosynthetic capacity improvement. However, in stressful conditions, as the photosynthesis rate and plant growth decreases, the absorption of water by the newly developed roots does not compensate the seedling's transpiration, thereby the taller seedlings may die faster. Therefore, taller stone fruit seedlings will not necessarily be a better seedling after planting in the garden. Based on the results of the path analysis for DQI evaluation, the highest direct effect was related to the DAGL, which indicates the significance of this index in evaluating the quality of seedlings.

Conclusion

Standard seedlings have a healthy, developed root system without abnormal symptoms. In addition, the selection of peach and nectarine seedlings, which are thicker than 13.6 mm above the grafting line means direct selection of seedlings having more root and shoot dry weight, higher sturdiness quotient and DQI higher than the average. Such seedlings are likely to be more vigorous and of higher quality and will have a better establishment in the orchard. Among the evaluated morphological indices, DAGL is the most efficient index in the quality assessment of the saplings due to having the highest correlation with the DQI and most morphological traits.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۱

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

ارزیابی کیفی نهال‌های هلو و شلیل با استفاده از شاخص‌های مورفولوژیکی

میترا رحمتی[۱]✉ | مهدی رضائی[۲] | عبدالرضا کاوند[۳] | حسین کاری دولت آباد[۴] | مریم خطیب[۵] | محمد تابعی[۶] | رضا رضائی[۷] | مجتبی علیزاده[۸]

۱. نویسنده مسئول، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: m.rahmati@areeo.ac.ir

۲. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: meh.rezaee@areeo.ac.ir

۳. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: ar_kavand@yahoo.com

۴. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: h.kari@areeo.ac.ir

۵. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. رایانامه: khatib.m1383@gmail.com

۶. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. رایانامه: tabeei@gmail.com

۷. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران. رایانامه: rezrezaee@yahoo.com

۸. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: alizadeh.mo@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۶/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:

پایه بذری، پایه رویشی، شاخص تنومندی، نهال گواهی شده.

چکیده

به‌کارگیری شاخص دیکسون یک روش کارآمد، اما تخریبی و زمان‌بر برای پیش‌بینی کیفیت نهال در نهالستان‌ها محسوب می‌شود.

پیش‌بینی سریع و کم هزینه کیفیت، استقرار و قدرت رشد نهال درخت میوه در باغ از طریق شناسایی ویژگی‌های مورفولوژیکی که بیشترین همبستگی را با این شاخص داشته باشند، در مراحل مختلف تولید نهال ضروری است.

به منظور ارزیابی روابط بین شاخص‌های مورفولوژیکی نهال هلو و شلیل، نهال ریشه لخت ۱۶ رقم تجاری با سه تکرار از ۱۰ نهالستان واقع در چهار استان کشور مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه ها از دو گروه نهال پیوندی گواهی نشده روی پایه بذری و نهال پیوندی گواهی شده روی پایه رویشی در فصل جابجایی نهال طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ برداشت شد. ویژگی‌های نهال‌ها شامل ارتفاع، قطر، طول ریشه، تعداد ریشه و شاخه فرعی، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، نسبت ارتفاع به قطر و شاخص دیکسون ارزیابی، و همبستگی ساده بین آنها برآورد شد. ضرایب همبستگی از روش آنالیز مسیر و با در نظر گرفتن شاخص دیکسون به‌عنوان متغیر وابسته، به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شد.

بر اساس نتایج، میانگین شاخص دیکسون برای نهال‌های گواهی نشده تولید شده در اقلیم‌های مختلف برابر با ۱۴ و در مناطقی با درجه روز رشد تجمعی بیش از ۳۱۰۰ این شاخص بالاتر از میانگین بود. در نهال‌های گواهی شده مقدار این شاخص به ۴۷ رسید. بر اساس نتایج آنالیز مسیر در ارزیابی شاخص دیکسون، بالاترین اثر مستقیم مربوط به قطر نهال بالای محل پیوند بود.

قطر نهال به‌دلیل داشتن بالاترین همبستگی با شاخص دیکسون و اغلب خصوصیات مورفولوژیکی کارآمدترین شاخص در ارزیابی کیفی نهال است.

استناد: رحمتی، میترا؛ رضائی، مهدی؛ کاوند، عبدالرضا؛ کاری دولت‌آبادی، حسین؛ خطیب، مریم؛ تابعی، محمد؛ رضائی، رضا؛ و علیزاده، مجتبی (۱۴۰۲). ب ارزیابی کیفی نهالهای هلو و شلیل با استفاده از شاخصهای مورفولوژیکی. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۱)، ۱۸-۱. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2022.345434.2044

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2022.345434.2044

مقدمه

هلو و شلیل (*Prunus persica* L.) از زودرس‌ترین میوه‌های تابستانه هستند. ایران با ۳۹ هزار هکتار باغ هلو و شلیل و ۶۶۴ هزار تن تولید، جایگاه ششم را از لحاظ سطح زیر کشت و تولید جهانی به خود اختصاص داده است (FAO, 2020). میزان تولید این محصول در کشور طی چهار دهه گذشته ۱۴۰۰ درصد افزایش یافته که این میزان افزایش حاکی از اهمیت اقتصادی آن است.

نهال یکی از بنیادی‌ترین نهاده‌های صنعت باغداری است. توجه به کیفیت این نهاده و استفاده از دانش روز برای بهینه سازی تولید نهال استاندارد تداوم تولید و ارتقای کیفیت محصولات باغی را تضمین نموده و بستری مناسب را برای دسترسی پایدار بهره‌برداران به این نهاده فراهم می‌آورد. با توجه به زمان‌بر بودن فرایند کاشت تا به بار نشستن نهال، اصالت رقم، نوع پایه، و سلامت نهال برای تضمین سرمایه‌گذاری در صنعت باغبانی حائز اهمیت است. شناسایی شاخص‌های مورفولوژیکی که امکان پیش‌بینی سریع و کم هزینه میزان استقرار و قدرت رشد نهال در باغ را فراهم می‌آورند در مراحل مختلف تولید نهال برای نهالستان‌ها و باغداران ضروری است (Lin *et al.*, 2019). این شاخص‌ها بازتابی از وضعیت فیزیولوژیکی نهال نیز هستند و برخلاف اغلب خصوصیات فیزیولوژیکی، مانند وضعیت تغذیه، آستانه تحمل به خشکی، سرما و ... که زودگذر بوده و به محض شروع به رشد شاخه، در نهال کمرنگ می‌شوند، ویژگی‌های مورفولوژیکی تا سال‌ها پس از کشت نهال در باغ، همچنان برای ارزیابی عملکرد درختان کارایی دارند (Grossnickle & MacDonald, 2018). ویژگی‌های مورفولوژیکی نهال شامل اندازه (ارتفاع، قطر تنه، سطح برگ، تعداد شاخه و ریشه فرعی، و طول ریشه)، وزن (بخش هوایی و ریشه) و شاخص‌های تنومندی (نسبت ارتفاع به قطر)، چوبی شدن و دیکسون می‌شوند که بسیاری از آنها با یکدیگر همبستگی معنی‌داری دارند، لذا به عنوان استانداردهای ارزیابی کیفیت نهال مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در حال حاضر نهال پیوندی هلو و شلیل روی پایه‌های بذری/رویشی و نهال گواهی شده عاری از ویروس با رویکرد بازار داخلی و صادرات در کشور تولید و عرضه می‌شود، اما در زمینه شاخص‌هایی که بتوانند کیفیت آنها را به‌صورت چشمی درجه‌بندی نماید اطلاعات اندکی وجود دارد. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی روابط بین ویژگی‌های مورفولوژیکی نهال با شاخص کیفی دیکسون است تا بتوان کیفیت نهال را در محل نهالستان ارزیابی کرده و در جهت بهینه‌سازی روش‌های تولید نهال در کشور گام برداشت. همچنین، ارزیابی کیفیت نهال هلو و شلیل تولید شده در استان‌های مختلف از دیگر اهداف این تحقیق بود.

پیشینه پژوهش

اندازه‌گیری شاخص کیفی دیکسون (Dickson *et al.*, 1960) ابزاری امیدبخش برای ارزیابی کیفیت نهال درختان میوه (Larson *et al.*, 2018; Bezarra *et al.*, 2018)، گیاهان زینتی (Lin *et al.*, 2019)، صیفی‌جات (Bantis *et al.*, 2019) و درختان جنگلی (Binotto *et al.*, 2010; Smirnakou *et al.*, 2017) محسوب می‌شود، اما این شاخص که تابعی از میزان و توزیع ماده خشک، ارتفاع و قطر نهال است روشی تخریبی و زمانبر در ارزیابی نهال محسوب می‌شود. بنابراین، شناسایی سایر خصوصیات مورفولوژیکی نهال که با این شاخص بیشترین همبستگی را داشته باشند و به روش‌های غیر تخریبی هم قابل ارزیابی باشند، مورد توجه محققین قرار گرفته است. ارتفاع، قطر، سطح برگ و تعداد شاخه جانبی از جمله این شاخص‌ها هستند. انتخاب ارقام برتر هلو با رویکرد تولید پایه‌های بذری تابعی از یکنواختی و سرعت سبز کردن بذر و بالاتر بودن وزن خشک و شاخص دیکسون آن پایه بذری است (Menegatti *et al.*, 2019). بررسی همبستگی بین ویژگی‌های مورفولوژیکی نهال ریشه لخت پنج گونه درخت میوه شامل گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.)، گردوی سیاه (*Juglans nigra* L.)، فندق (*Corylus colurna* L.)، گیلاس (*Prunus avium* L.) و بارانک (*Sorbus domestica* L.) حاکی از آن بود که تنها در گردوی سیاه، قطر نهال به عنوان بهترین شاخص برای ارزیابی کیفیت نهال است (Cirković-Mitrović *et al.*, 2015). در

سایر گونه‌ها، ارتفاع نهال با اغلب ویژگی‌های مورفولوژیکی به جز ارتفاع ریشه همبستگی بالاتری داشت و لذا، شاخص مناسب‌تری برای ارزیابی کیفیت این نهال‌ها بود. ارزیابی روابط همبستگی بین ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه و شاخهء نهال-های ۱۵ ماهه سه گونه از جنس پسته (*Pistacia*) شامل *P.vera*، *P. khinjuk* و *P. mutica* نشان داد که تنها صفت تعداد برگ نهال از لحاظ همبستگی با سایر ویژگی‌های مورفولوژیکی در بین این سه گونه مشترک بود (Baninasab & Mobli, 2008). کاربردی‌ترین روش غیر تخریبی ارزیابی قدرت رشد نهال پنتاس (*Pentas lanceolata*)، شاخص فیزیولوژیکی کلروفیل فلورسانس و شاخص مورفولوژیکی سطح برگ بود که بیشترین میزان همبستگی را با شاخص دیکسون داشت (Lin *et al*., 2019). در نهال غیر مثمر زبان گنجشک بین وزن، تعداد و طول ریشه‌های جانبی و شاخص دیکسون با میزان استقرار نهال در باغ همبستگی بالایی وجود دارد (Rahman *et al*., 2015). در نهال گل ساعتی (*Passiflora edulis*) نیز با توجه به همبستگی بالای بین شاخص دیکسون و قطر ساقه، از اندازه‌گیری قطر می‌توان به عنوان یک روش غیرتخریبی برای ارزیابی کیفیت نهال استفاده کرد (Posse *et al*., 2018). برای ارزیابی کیفیت نهال قهوه و اکالیپتوس از روش آنالیز مسیر برای بررسی روابط همبستگی بین چندین ویژگی مورفولوژیکی به طور همزمان استفاده شده است (Zuffo *et al*., 2017 ; Binotto *et al*., 2010).

روش‌شناسی پژوهش

مواد گیاهی

به منظور ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی نهال ارقام مختلف هلو و شلیل، نهال‌های ریشه لخت (bared-root) ۱۶ رقم تجاری هلو و شلیل با سه تکرار از ۱۰ نهالستان دارای مجوز تولید در چهار استان کشور با اقلیم‌های متفاوت، پس از تکمیل رشد در فصل جابجایی نهال طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ برداشت شدند و پس از انتقال به سردخانه در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور، سه نمونه، هر یک از مساحتی معادل یک مترمربع از هر نهالستان، برداشت و از میان نهال‌های برداشت شده از هر نمونه سه نهال به طور تصادفی انتخاب شد (Dickson *et al*., 1960). نهال‌ها در این مرحله فاقد برگ و جوانه فعال، دارای ریشه سالم و کافی و از دو گروه نهال گواهی نشده روی پایه بذری (دارای شناسه سفیدرنگ) و نهال گواهی شده روی پایه رویشی جی‌اف (GF677) (دارای شناسه آبی رنگ) انتخاب شدند. در این نهالستان‌ها، با توجه به اقلیم منطقه، کشت بذر پایه طی مهر تا آبان ماه، کاشت پایه‌های رویشی طی فروردین تا اردیبهشت ماه، پیوند ارقام تجاری روی پایه‌های بذری و رویشی مورد نظر طی مرداد تا شهریور ماه و عملیات سربرداری و جوشگیری نهال‌های پیوندی در اسفند و فروردین ماه سال بعد انجام شده بود. بنابراین، نهال‌های یکساله روی پایه‌های دوساله در پاییز سال بعد آماده جابجایی و فروش بودند. مشخصات نهال‌ها و محل جمع‌آوری آنها به شرح جداول ۱ و ۲ می‌باشد. بافت خاک این نهالستان‌ها لومی شنی و فاصله کاشت بین ردیف‌ها و روی ردیف‌ها به ترتیب ۹۰ سانتیمتر و ۱۰ الی ۱۵ سانتیمتر بود. تغذیه نهال‌ها شامل استفاده از کود فسفره در شروع ریشه‌دهی و کود ازته به صورت سرک بود. محاسبه درجه روز رشد هر منطقه بر اساس حداقل و حداکثر دمای روزانه منطقه و دمای پایه و دمای بحرانی رشد درخت هلو، به ترتیب، ۷/۵ درجه و ۳۸/۵ درجه سانتیگراد محاسبه شد (Marra *et al*., 2002).

اندازه‌گیری‌ها

ویژگی‌های مورفولوژیکی نهال‌ها طی دو سال پی در پی همزمان با فصل جابجایی نهال اندازه‌گیری شد. برخی ویژگی‌ها شامل ارتفاع نهال از سطح خاک تا جوانه انتهایی، قطر طوقه (قطر نهال در محل اتصال ریشه به تنه)، قطر نهال بالای خط پیوند (قطر نهال در فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر بالاتر از سطح خاک) و تعداد شاخه جانبی با روش‌های غیر تخریبی اندازه‌گیری

شدند. سایر صفات از جمله طول بلندترین ریشه، تعداد ریشه فرعی (ریشه‌های طویلتر از ۵ سانتیمتر)، وزن تر و خشک شاخساره (بخش هوایی) و ریشه، نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه و همچنین، شاخص کیفی دیکسون به روش‌های تخریبی اندازه‌گیری شدند. قطر طوقه با استفاده از کولیس و طول ریشه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. سپس، به منظور تعیین وزن تر و خشک، بخش هوایی از محل طوقه از ریشه جدا شده و پس از توزین، بخش هوایی و ریشه نهال به صورت جداگانه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت خشک و مجددا با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. نسبت ارتفاع به قطر نهال، یا به عبارت دیگر شاخص تنومندی، بر حسب سانتیمتر به میلیمتر محاسبه شد (Dickson *et al*., 1960). برای اندازه گیری شاخص کیفی دیکسون (DI) از رابطه ۱ استفاده شد (Dickson *et al*., 1960):

رابطه ۱)

$$DI = \frac{\text{وزن خشک نهال}\,(g)}{\frac{\text{ارتفاع}\,(cm)}{\text{قطر}\,(mm)} + \frac{\text{وزن خشک بخش هوایی}\,(g)}{\text{وزن خشک ریشه}\,(g)}}$$

جدول ۱- محل نمونه‌برداری، مشخصات نهال و تعداد نهالستان‌های هلو و شلیل در استان های مورد بررسی

استان	شهر	نوع نهال/پایه	نام رقم	تعداد نهالستان
البرز	کرج	استاندارد/بذری هلو	انجیری، البرتا، رفعتی	۱
	نظرآباد	استاندارد/بذری هلو	انجیری، شمس، البرتا، جی اچ هیل، ردگلد	۱
خراسان رضوی	مشهد	استاندارد/بذری هلو	البرتا، سفید و قرمز، کیوتا	۱
	چناران	استاندارد/بذری هلو	انجیری، سفید و قرمز، زعفرانی، کیوتا	۱
آذربایجان غربی	خوی	استاندارد/بذری هلو	انجیری، البرتا، ردگلد	۱
	اشنویه	استاندارد/بذری هلو	انجیری، البرتا، ردگلد	۱
اصفهان	دامنه	استاندارد/بذری هلو	انجیری، زعفرانی، کاردی، کیوتا، ردگلد	۱
	مبارکه	استاندارد/بذری هلو	انجیری، زعفرانی، بلخی، ردگلد	۱
	کرون	استاندارد/بذری هلو	انجیری، زعفرانی، ردگلد	۱
	شهرضا	گواهی شده/رویشی جی اف ۶۷۷	دیکسی رد، ردگلد	۱

(منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۲- مشخصات اقلیمی محل‌های نمونه‌برداری نهال‌های هلو و شلیل طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ .

شهر	زیست اقلیم	ارتفاع (متر)	میانگین دمای هوای سالانه (درجه سانتیگراد)	میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد)	بارش سالانه (میلیمتر)	درجه روز رشد تجمعی
کرج	نیمه خشک سرد	۱۳۱۲	۱۶/۰	۴۸/۶	۳۱۷/۶	۳۹۰۸
نظرآباد	خشک سرد	۱۱۹۵	۱۵/۱	۵۳/۵	۱۵۷/۴	۳۱۹۱
مشهد	خشک سرد	۹۹۲	۱۶/۲	۴۹/۱	۲۱۵/۰	۴۰۰۵
چناران	خشک سرد	۱۱۷۶	۱۶/۴	۴۸/۶	۱۹۰/۲	۳۲۴۶
خوی	نیمه خشک معتدل	۱۱۰۳	۱۴/۰	۵۳/۵	۲۱۵/۶	۳۳۲۷
اشنویه	نیمه خشک سرد	۱۴۷۰	۱۳/۰	۵۴/۸	۵۴۳/۴	۲۶۲۴
دامنه	خشک معتدل	۲۳۰۰	۱۱/۸۶	۴۳/۰	۳۱۶/۵	۲۴۱۴
مبارکه	خشک سرد	۱۷۴۵	۱۷/۸	۳۱/۲	۱۰۱/۳	۴۴۶۴
کرون	نیمه خشک سرد	۲۹۳۲	۱۲/۷	۴۱/۵	۲۶۲/۲	۲۴۲۹
شهرضا	خشک سرد	۱۸۲۵	۱۷/۰	۳۲/۲	۱۴۳/۸	۳۸۰۹

(منبع: یافته‌های تحقیق)

تجزیه و تحلیل آماری

پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، همبستگی ساده (پیرسون) بین خصوصیات مورفولوژیکی و شاخص‌های کیفی اندازه‌گیری شده، با استفاده از نرم افزار آماری آر (R) ارزیابی و ضرایب همبستگی از روش آنالیز مسیر با استفاده از مجموعه لاوان (Lavaan) (Rosseel, 2012) و در نظر گرفتن شاخص دیکسون، به عنوان متغیر وابسته، به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شد (Binotto *et al.*, 2010; Zuffo *et al.*, 2017).

آنالیز رگرسیون خطی چندگانه شاخص دیکسون به عنوان تابعی از متغیرهای مستقل قابل اندازه‌گیری به روش غیرتخریبی شامل ارتفاع نهال، قطر بالای محل پیوند و نسبت ارتفاع به قطر انجام شد تا مشخص شود از میان متغیرهای غیر تخریبی اندازه‌گیری شده کدامیک قویترین همبستگی را با این شاخص دارد تا امکان ارزیابی سریعتر نهال در نهالستان فراهم شود. برای انتخاب بهترین مدل رگرسیون، از شاخص‌های بیشترین ضریب تعیین تعدیل شده ($Adjusted\ R^2$)، کمترین ضریب تغییرات (Coefficient of variations) و کمترین خطای استاندارد برآورد (Standard error of estimate) (رابطه ۲) استفاده شد (Binotto *et al.*, 2010).

رابطه ۲)

$$Sy.x = \sqrt{\frac{1}{n-k}\sum_{j=1}^{N}\left(y_j - y_j^s\right)^2}$$

در رابطه ۲، Sy.x خطای استاندارد برآورد، y_i مقدار واقعی، y_i^s مقدار مشاهده شده، و n-k درجه آزادی رگرسیون است. این شاخص میانگین اختلاف بین داده‌های واقعی و تخمین زده شده را نشان می‌دهد. هرچه میزان این شاخص کمتر باشد پیش‌بینی مدل دقیق‌تر است.

یافته‌های پژوهش

شاخص دیکسون

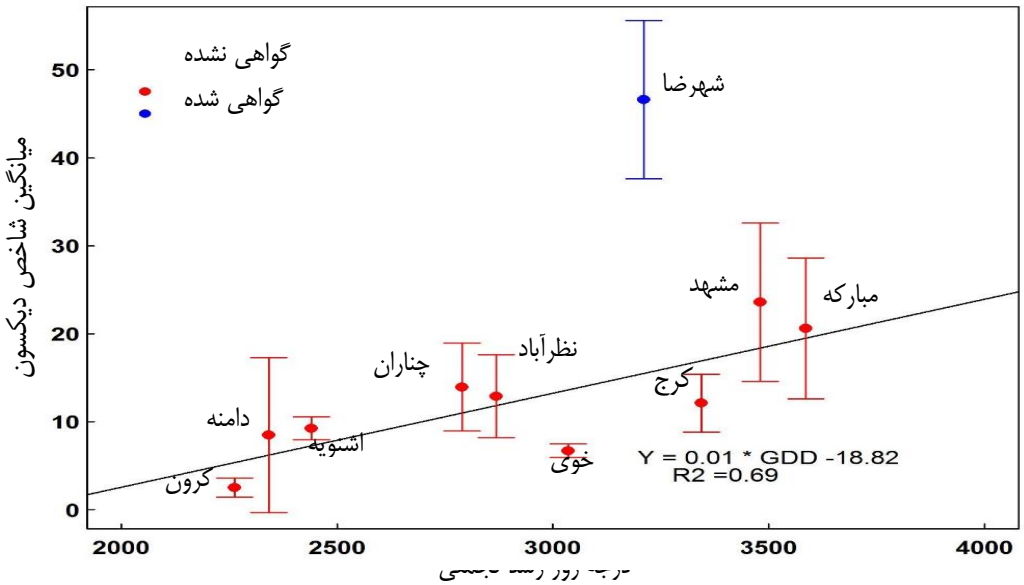
شاخص دیکسون در نهال‌های هلو و شلیل گواهی نشده پیوندی روی پایه بذری در نهالستان‌های مختلف، بین ۰/۷ تا حدود ۴۷ و در نهال‌های گواهی شده پیوندی روی پایه رویشی بین ۱۸ تا ۷۶ متغیر بود (جدول ۳). با توجه به شکل ۱، مقدار این شاخص با افزایش درجه روز رشد تجمعی در مناطق مختلف کشور به صورت خطی افزایش یافت و در نهالستان‌های واقع در مناطقی با درجه روز رشد تجمعی بیش از ۳۱۰۰ مانند شهرستان‌های مبارکه و مشهد مقدار آن از میانگین اندازه‌گیری شده در این تحقیق، حدود ۱۴ برای نهال‌های گواهی نشده، بالاتر بود (شکل ۱). متوسط شاخص دیکسون برای نهال‌های گواهی شده حدود ۴۷ و به صورت چشمگیری بیشتر از نهال‌های گواهی نشده بود (شکل ۱ و جدول ۳).

جدول ۳- آمار توصیفی صفات مورفولوژیکی نهال‌های گواهی نشده و گواهی شده هلو و شلیل در نهالستان‌های مختلف.

نوع نهال	مشخصات مورفولوژیکی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار
گواهی نشده	قطر نهال بالای محل پیوند (میلیمتر)	۳/۱	۲۵/۰	۱۴/۲	۴/۲
	ارتفاع (سانتیمتر)	۶۹/۰	۲۴۶/۰	۱۶۲/۰	۳۸/۹
	نسبت ارتفاع به قطر (سانتیمتر به میلیمتر)	۷/۲	۲۴/۴	۱۲/۱	۳/۳
	وزن خشک شاخساره (گرم)	۸/۰	۴۰۵/۰	۱۲۷/۴	۸۲/۷
	وزن خشک ریشه (گرم)	۷/۰	۱۷۵/۰	۵۷/۱	۲۸/۴
	نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه	۰/۹	۴/۳	۲/۲	۰/۸
	تعداد ریشه	۲/۰	۲۲/۰	۱۰/۴	۴/۸
	تعداد شاخه	۱/۰	۴۵/۰	۱۵/۷	۱۱/۲
	طول ریشه	۱۰/۰	۶۰/۰	۳۲/۴	۱۱/۲
	شاخص دیکسون	۰/۷	۴۶/۷	۱۴/۱	۹/۲

نوع نهال	مشخصات مورفولوژیکی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار
گواهی شده	قطر نهال بالای محل پیوند (میلیمتر)	۱۵/۸	۲۷/۸	۲۱/۴	۴/۰
	ارتفاع (سانتیمتر)	۱۰۰/۰	۲۰۰/۰	۱۶۹/۵	۳۶/۲
	نسبت ارتفاع به قطر (سانتیمتر به میلیمتر)	۵/۹	۹/۷	۸/۰	۱/۵
	وزن خشک شاخساره (گرم)	۹۱/۰	۴۹۵/۰	۳۱۱/۷	۱۲۹/۳
	وزن خشک ریشه (گرم)	۵۷/۰	۲۹۷/۰	۱۷۱/۳	۸۸/۲
	نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه	۱/۲	۲/۷	۱/۹	۰/۵
	تعداد ریشه	۴/۰	۲۳/۰	۱۲/۲	۸/۶
	تعداد شاخه	۱۱/۰	۳۸/۰	۲۳/۲	۱۱/۴
	طول ریشه	۵۳/۰	۶۰/۰	۵۷/۶	۳/۶
	شاخص دیکسون	۱۸/۷	۷۵/۳	۴۸/۲	۱۹/۳

(منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۱– رابطه بین درجه روز رشد با شاخص دیکسون در نهال‌های گواهی نشده و گواهی شده هلو و شلیل. هر نقطه میانگین ۹ اندازه‌گیری و خطوط عمودی نشانگر خطای معیار میانگین‌ها است. (منبع: یافته‌های تحقیق)

قطر نهال

قطر نهال گواهی نشده هلو و شلیل بین ۳ تا ۲۵ میلیمتر و در گواهی شده بین ۱۶ تا ۲۸ میلیمتر متغیر بود (جدول ۳). بر اساس استاندارد ملی تولید نهال، قطر نهال گواهی نشده گروه محصولی هسته‌دارها باید بیشتر از ۱۰ میلیمتر باشد (Rahmati *et al.*, 2020)، اما قطر نهال‌های اندازه‌گیری شده در مناطق دامنه و کرون کمتر از ۸ میلیمتر بود. دمای هوای این مناطق نیز کمتر از ۲۴۰۰ درجه روز رشد بود (شکل ۱). ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های مورفولوژیکی قابل ارزیابی به صورت چشمی، شامل قطر، ارتفاع، نسبت ارتفاع به قطر، تعداد شاخه و ریشه با شاخص دیکسون و سایر خصوصیات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده حاکی است که از میان این شاخص‌ها قطر نهال در بالای محل پیوند با تعداد بیشتری از فاکتورهای رشدی نهال همبستگی معنی‌دار داشت (جدول ۴). این شاخص بیشترین همبستگی را به ترتیب با وزن خشک کل، وزن خشک شاخساره، شاخص دیکسون، نسبت ارتفاع به قطر، وزن خشک ریشه و ارتفاع نهال داشت که در مورد همه صفات نامبرده به جز برای نسبت ارتفاع به قطر مثبت بود (جدول ۴).

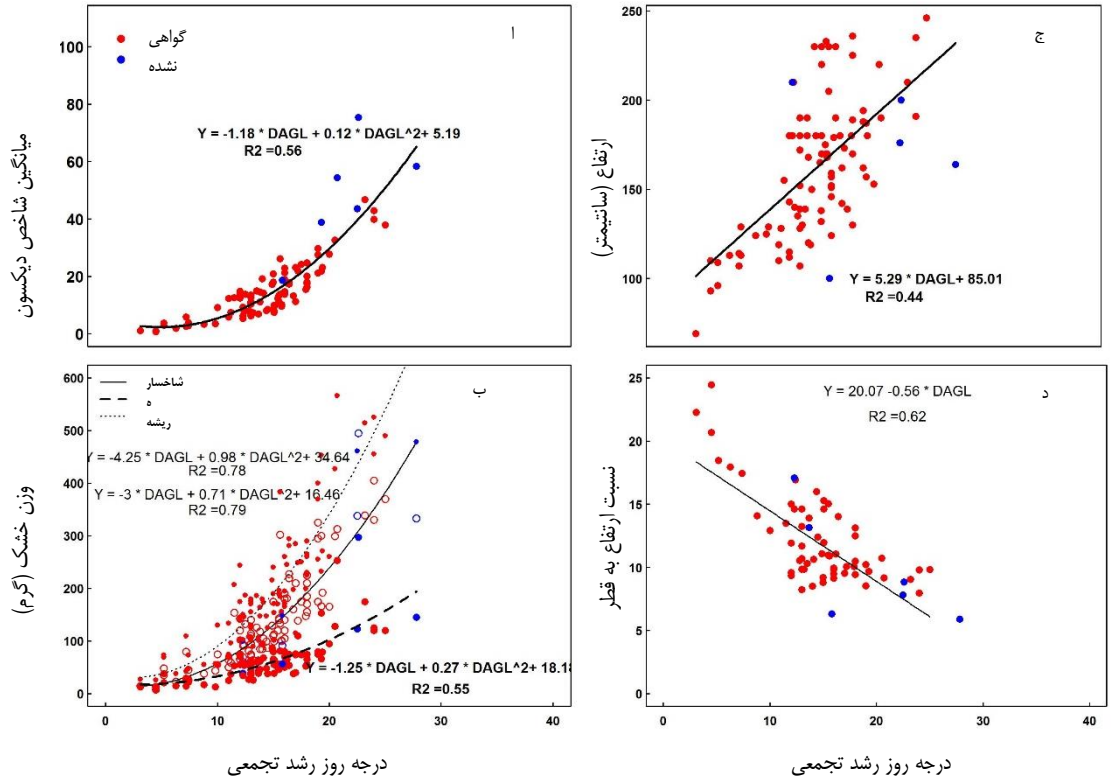
جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون (r^2) بین شاخص کیفی دیکسون و سایر خصوصیات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در نهال‌های هلو و شلیل

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱- شاخص دیکسون	۱								
۲- نسبت ارتفاع به قطر	**-۰/۶۱**	۱							
۳- تعداد شاخه	۰/۴۱	-۰/۲۱	۱						
۴- وزن خشک کل	**۰/۹۶**	-۰/۵۳	۰/۴۹	۱					
۵- وزن خشک ریشه	**۰/۹۳**	-۰/۴۹	۰/۳۷	**۰/۹۱**	۱				
۶- وزن خشک شاخساره	**۰/۹۲**	-۰/۵۱	۰/۵۲	**۰/۹۸**	**۰/۸۱**	۱			
۷- ارتفاع	۰/۳۵	-۰/۰۷	**۰/۷۰**	۰/۵۱	۰/۳۸	۰/۵۳	۱		
۸- قطر طوقه	**۰/۷۶**	**-۰/۶۸**	۰/۳۵	**۰/۷۷**	**۰/۶۹**	**۰/۷۶**	۰/۵۰	۱	
۹- قطر بالای محل پیوند	**۰/۸۲**	**-۰/۷۴**	۰/۵۶	**۰/۸۳**	**۰/۷۰**	**۰/۸۴**	**۰/۶۲**	**۰/۸۶**	۱

بین قطر نهال در بالای محل پیوند با شاخص دیکسون و وزن خشک نهال رابطه غیر خطی درجه دو (Quadratic) وجود داشت (شکل‌های ۲. الف و ب). بیشترین میزان افزایش در شاخص دیکسون در نهال‌های قطورتر از ۱۰ میلیمتر مشاهده شد. با افزایش قطر نهال در بالای خط پیوند، روند افزایشی به ترتیب در وزن خشک کل نهال، وزن خشک شاخساره و ریشه و شاخص دیکسون مشهود بود (شکل‌های ۲. الف وب).

بین قطر نهال بالای محل پیوند با قطر طوقه بالای ریشه، ارتفاع، و شاخص تنومندی آن رابطه خطی وجود داشت (شکل‌های ۲. ج و د). بر اساس شکل ۱، هر میلیمتر افزایش قطر نهال در بالای محل پیوند منتج به افزایش حداقل ۱ سانتیمتر ارتفاع نهال و ۰/۵۶ در شاخص تنومندی نهال می‌شود.

نسبت ارتفاع به قطر بالای محل پیوند در نهال گواهی نشده هلو و شلیل در نهالستان‌های کشور بین ۷ تا ۲۴ (به طور میانگین ۱۲) و در نهال‌های گواهی شده بین ۶ تا حدود ۱۰ (میانگین ۸) بود (جدول ۳). بیشتر از ۷۰ درصد واریانس نسبت ارتفاع به قطر نهال توسط قطر و کمتر از ۱ درصد آن توسط ارتفاع نهال توصیف می‌شود (جدول ۴).



شکل ۲– رابطه بین قطر نهال بالای محل پیوند با الف) شاخص کیفی دیکسون، ب) وزن خشک شاخساره، ریشه و کل، ج) ارتفاع نهال و د) نسبت ارتفاع به قطر نهال بالای محل پیوند در نهال‌های ریشه لخت هلو و شلیل. (منبع: یافته‌های تحقیق)

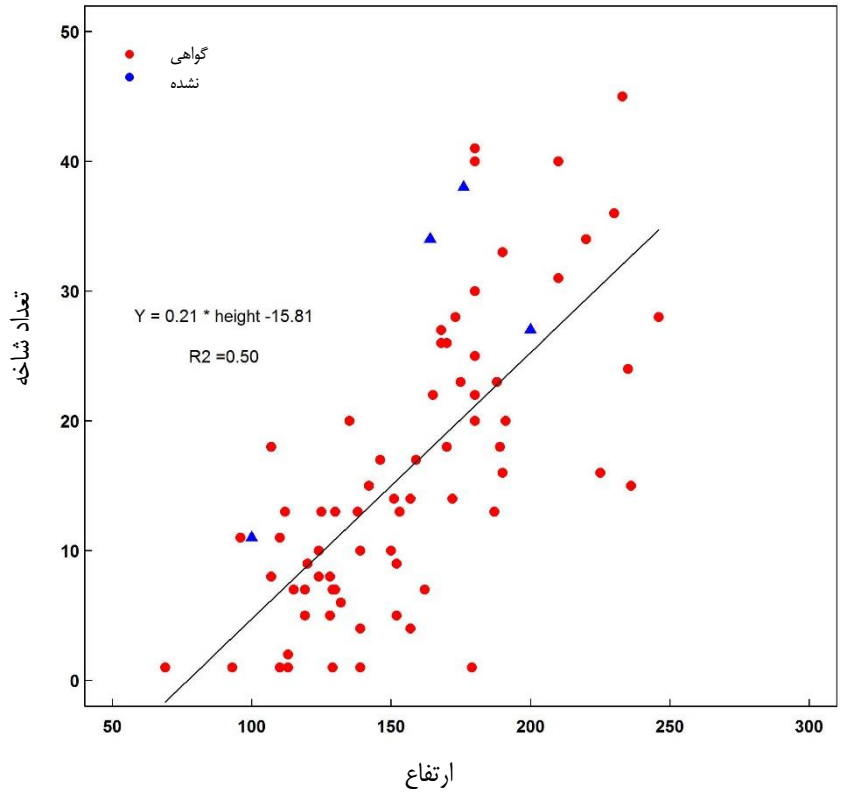
ارتفاع نهال

ارتفاع نهال گواهی نشده آماده جابجایی هلو و شلیل در نهالستان‌های مختلف بین ۶۹ تا ۲۴۶ سانتیمتر و در نهال‌های گواهی شده بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر بود (جدول ۳). این شاخص، به عنوان دیگر صفت قابل ارزیابی به صورت چشمی در نهالستان با تعداد شاخه در نهال همبستگی بالایی داشت (جدول ۴ و شکل ۳)، اما میزان همبستگی آن با شاخص دیکسون، هرچند از نظر آماری معنی‌دار بود، ناچیز بود (جدول ۴). شکل ۳ رابطه خطی ارتفاع با تعداد شاخه در نهال‌های ریشه لخت هلو و شلیل را نشان می‌دهد.

طول ریشه، تعداد ریشه و شاخه فرعی

طول بلندترین ریشه در نهال‌های گواهی نشده هلو و شلیل در نهالستان‌های بررسی شده بین ۱۰ تا ۶۰ سانتیمتر و در نهال‌های گواهی شده بین ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر بود (جدول ۳).

تعداد شاخه جانبی در نهال‌های گواهی نشده هلو و شلیل بین ۱ تا ۴۵ عدد و در نهال‌های گواهی شده بیش از ۱۱ عدد بود (جدول ۳). تعداد ریشه نهال‌های گواهی نشده و گواهی شده بین ۱ تا ۲۳ عدد متغیر بود. این دو شاخص مورفولوژیکی با هیچیک از خصوصیات مورفولوژیکی و شاخص‌های اندازه‌گیری شده در نهالستان‌های هلو و شلیل همبستگی نداشتند.



شکل ۳- رابطه بین ارتفاع نهال با تعداد شاخه جانبی در نهال‌های ریشه لخت هلو و شلیل. (منبع: یافته‌های تحقیق)

وزن خشک شاخساره و ریشه

وزن خشک شاخساره و ریشه نهال‌های گواهی نشده آماده جابجایی هلو و شلیل در نهالستان‌های مختلف کشور به ترتیب بین ۸ تا ۴۰۰ گرم و ۷ تا ۱۷۵ گرم بود. در نهال‌های گواهی شده، وزن خشک شاخساره و ریشه به ترتیب بین ۹۱ تا ۴۹۵ گرم و ۵۷ تا ۲۹۷ گرم بود. شاخص وزن خشک شاخساره و ریشه نهال هلو و شلیل با شاخص دیکسون و صفات قابل ارزیابی به صورت چشمی، مانند قطر، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۳). نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه در نهال‌های گواهی نشده بین ۰/۹ تا ۴/۳ و در نهال‌های گواهی شده بین ۱/۲ تا ۲/۷ متغیر بود (جدول ۳).

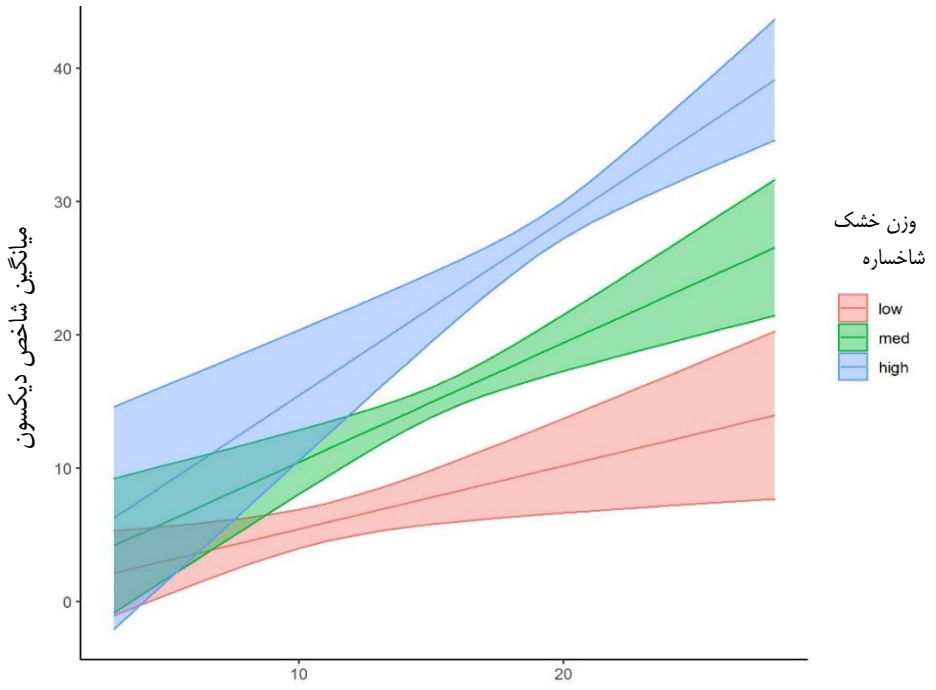
آنالیز مسیر برای شاخص دیکسون

نتیجه آنالیز مسیر برای شاخص دیکسون نشان داد که بالاترین اثرات مستقیم برای صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده مربوط به اثر مستقیم قطر نهال بالای محل پیوند (۰/۲۴) بود (جدول ۵)، ضمن اینکه همبستگی بالایی بین شاخص دیکسون با شاخص قطر نهال بالای محل پیوند (۰/۸۲) وجود داشت (جدول ۴). بین ارتفاع نهال با شاخص کیفیت دیکسون همسبستگی معنی‌دار، اما پایینی وجود داشت (۰/۳۵). اثر مستقیم ارتفاع بر شاخص دیکسون نیز بسیار کم و ناچیز بود (جدول ۵)، اما اثر غیر مستقیم ارتفاع بر شاخص دیکسون از طریق تاثیر بر قطر نهال بالای محل پیوند و نیز نسبت ارتفاع به قطر نهال چشمگیر بود (جدول ۵). همچنین، اثر غیرمستقیم وزن خشک شاخساره بر شاخص دیکسون از طریق تاثیر بر قطر نهال بالای محل پیوند و نیز نسبت ارتفاع به قطر نهال شاخص بود (جدول ۵).

جدول ۵– اثرات م ستقیم (حروف در شت) و غیرم ستقیم حا صل از آنالیز م سیر بین شاخص دیک سون با سایر صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در نهال‌های هلو و شلیل. (منبع: یافته‌های تحقیق)

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱– ارتفاع	**۰/۰۲**	۱۰/۶۵	۲/۰۰	۰/۰۰	−۰/۲۰	۸/۷۳
۲– قطر بالای محل پیوند	۰/۰۵	**۰/۲۴**	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	−۰/۷۱
۳– تعداد ریشه	۰/۰۸	۰/۰۰	**۰/۰۱**	−۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۰
۴– وزن خشک شاخساره	۰/۰۰	۱۵/۷۶	−۲/۴۱	**۰/۰۱**	۱/۰۱	۷/۰۴
۵– وزن خشک ریشه	−۰/۲۵	۰/۰۰	۲/۱۰	۰/۳۹	**۰/۰۱**	۰/۰۰
۶– نسبت ارتفاع به قطر	۰/۰۶	−۱/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	**۰/۱۲**
R^2			۰/۹۸			

با توجه به شکل ۴، شیب رابطه خطی شاخص دیکسون با قطر نهال با افزایش وزن خشک شاخساره افزایش یافت. با توجه به بالاتربودن شیب رابطه خطی بین شاخص دیکسون با قطر نهال برای نهال‌های سنگین‌تر نسبت به نهال‌های کم وزن‌تر می‌توان نتیجه گرفت که هر چقدر نهال وزن خشک بیشتری داشته باشد افزایش قطر تاثیر مثبت بیشتری بر افزایش این شاخص و در نتیجه افزایش کیفیت نهال خواهد داشت.



شکل ۴– رابطه بین شاخص دیکسون با تغییرات قطر نهال برای سه کلاس مختلف نهال هلو و شلیل با وزن خشک شاخساره متفاوت: low، med و high به‌ترتیب، میانگین – انحراف معیار، میانگین، و میانگین + انحراف معیار وزن خشک نهال. (منبع: یافته‌های تحقیق)

بهترین مدل رگرسیون برای پیش‌بینی شاخص کیفیت دیکسون به کمک ارزیابی صفات مورفولوژیکی قابل اندازه‌گیری به صورت چشمی در نهالستان‌ها مدل ۱ بود که هر سه شاخص قطر نهال بالای خط پیوند، ارتفاع و نسبت ارتفاع به قطر نهال را در محاسبه مورد توجه قرار داده بود (جدول ۶). نامناسب ترین مدل‌ها برای پیش‌بینی شاخص دیکسون مدل‌های ۳ و ۴ بودند

که شاخص قطر نهال بالای محل پیوند را در نظر نگرفته بودند (جدول ۶). استفاده از شاخص قطر نهال به تنهایی یا در نظر گرفتن هر دو شاخص قطر و ارتفاع نهال برای پیش‌بینی کیفیت تفاوتی ایجاد نکرد (جدول ۶).

جدول ۶- ضریب تغییر، ضریب تعیین تعدیل شده و خطای استاندارد برآورد روابط بین شاخص دیکسون با صفات مورفولوژیکی قابل ارزیابی در نهالستان‌های هلو و شلیل.

معادلات	درصد ضریب تغییر	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد	امتیاز			جمع امتیازات
				درصد ضریب تغییر	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد	
E1	۰/۳۷	۰/۷۷	۶/۲۱	۵	۵	۵	۱۵
E2	۰/۴۳	۰/۷۲	۹/۹۴	۴	۴	۲	۱۰
E3	۰/۵۹	۰/۴۵	۹/۶۸	۲	۲	۳	۷
E4	۰/۷۵	۰/۱۱	۱۲/۲۸	۱	۱	۱	۳
E5	۰/۴۵	۰/۶۷	۷/۴۱	۳	۳	۴	۱۰

(منبع: یافته‌های تحقیق)

E1) DI = -40.70 - 0.20 * height + 4.53 * DAGL + 2.00 * HD
E2) DI = -10.21 - 0.09 * height + 2.80 * DAGL
E3) DI = 25.77 + 0.10 * height - 2.20* HD
E4) DI = -13.22 + 0.05 * height
E5) DI = -17.93 + 2.33 * DAGL

بحث

شاخص دیکسون بازتابی از شاخص تنومندی نهال و توازن بیوماس شاخساره و ریشه نهال است که پتانسیل بالقوه نهال جهت استقرار و رشد آتی آن را تعیین می‌کند (Gallegos-Cedillo *et al*., 2021 ; Lin *et al*., 2019). از آنجا که بر اساس نتایج بدست آمده، با افزایش درجه روز رشد تجمعی در نهالستان‌های گواهی نشده هلو و شلیل واقع در مناطق اقلیمی مختلف مقدار این شاخص به صورت خطی افزایش یافت، لذا امکان پیش‌بینی مقدار آن با استفاده از شاخص درجه روز رشد تجمعی، از زمان پیوند تا زمان برداشت، وجود دارد. با توجه به آنکه درجه حرارت تاثیر مستقیمی روی رشد و نمو و زمان شکستن رکود جوانه برگ دارد، از شاخص درجه روز رشد تجمعی برای شبیه‌سازی الگوی رشد نهال استفاده می‌شود (Kamata *et al*., 2020).

میانگین شاخص دیکسون اندازه‌گیری شده برای نهال‌های گواهی شده ارقام مختلف هلو و شلیل در این تحقیق حدود ۴۷ و به صورت چشمگیری بیشتر از نهال‌های گواهی نشده (حدود ۱۴) بود. به نظر می‌رسد دلیل این اختلاف بیوماس بیشتر و شاخص تنومندی قویتر نهال‌های گواهی شده باشد. نهال‌های گواهی شده روی پایه رویشی جی‌اف ۶۷۷ پیوند شده بودند. پایه‌های هیبرید هلو – بادام مانند جی‌اف ۶۷۷، در مقایسه با پایه‌های بذری هلو در نهال‌های گواهی نشده، به دلیل قدرت رشد بالاتر منجر به افزایش رشد پیوندک، رسیدن سریعتر درخت به مرحله فیزیولوژیکی گلدهی و بهبود عملکرد درخت می‌شوند (Bussi *et al*., 2002). علاوه بر این، نهالستان تولیدکننده نهال‌های گواهی شده در شهرستان شهرضا با دمای بالاتر از ۳۱۰۰ درجه روز رشد واقع شده که خود می‌تواند به عنوان عاملی در افزایش کیفیت نهال و شاخص دیکسون این نهال‌ها باشد. یکی از مشخصات نهال‌های گواهی شده عاری بودن آنها از عوامل بیماری‌زای خسارت‌زا ازجمله ویروس‌ها می‌باشد. وجود ویروس می‌تواند رشد نهال را محدود نموده و بر شاخص دیکسون تاثیر گذار باشد. حذف ویروس از سیب رقم عباسی (Karimpour *et al*., 2021) و گلابی رقم نطنز (Karimpour *et al*., 2020) رشد را به ترتیب تا ۳/۹ و ۱/۹ برابر افزایش داد.

قطر نهال هلو و شلیل به‌دلیل داشتن بالاترین همبستگی با شاخص دیکسون و اغلب خصوصیات مورفولوژیکی، کارآمدترین شاخص در ارزیابی کیفی نهال هلو و شلیل بود. این نتایج بر اساس همبستگی معنی‌دار شاخص قطر با سایر شاخص‌های رشدی

نهال پیشتر در نهال گردوی سیاه، قهوه، گل ساعتی و اکالیپتوس گزارش شده است (Posse *et al*., 2018; Cirković-Mitrović *et al*., 2015; Dardengo *et al*., 2013; Binotto *et al*., 2010). با افزایش قطر نهال در بالای خط پیوند، روند افزایشی به ترتیب در، وزن خشک کل نهال، وزن خشک شاخساره و ریشه و شاخص دیکسون مشهود بود. مدل‌های ریاضی نشان داده‌اند که بین وزن خشک نهال در زمان جابجایی با افزایش رشد آن در باغ در سال اول همبستگی زیادی وجود دارد (Levy & McKay, 2003). بنابراین، می‌توان پیش‌بینی کرد که نهال قطورتر در زمان کاشت در باغ، وزن خشک بیشتری در سال اول کاشت خواهد داشت.

با توجه به همبستگی ضعیف ارتفاع نهال به عنوان دیگر صفت قابل ارزیابی به صورت چشمی در نهالستان با شاخص دیکسون به نظر می‌رسد که این شاخص مورفولوژیکی برای ارزیابی کیفیت نهال‌های هلو و شلیل در زمان برداشت چندان کارآیی نداشته باشد. ارتفاع نهال نشان‌دهنده ظرفیت فتوسنتری و سطح تعرق نهال است که با رشد نهال همبستگی بالایی دارد، اما با استقرار آن در مناطق خشک و یا شرایط اقلیمی نامناسب ارتباطی ندارد (Thompson, 1985). در نهالستان گردوی سیاه نیز مشاهده شد که ارتفاع نهال با شاخص دیکسون همبستگی نداشت (Jacobs *et al*., 2006). در نهال اکالیپتوس نیز شاخص نسبت ارتفاع به وزن خشک بخش هوایی در ارزیابی کیفی این نهال کارآمد است (Gomes *et al*., 2002) ، به طوری‌که هر چقدر این نسبت کمتر باشد، میزان چوبی شدن نهال بیشتر و در نتیجه درصد استقرار آن بالاتر خواهد بود. در نهال اکالیپتوس، به جای استفاده تنها از شاخص ارتفاع می توان از شاخص نسبت ارتفاع به قطر نیز استفاده نمود که کارایی آن در ارزیابی کیفیت این نهال ثابت شده است (Binotto *et al*,. 2010).

از سوی دیگر، بین ارتفاع نهال ریشه لخت هلو و شلیل با تعداد شاخه‌های آن رابطه خطی وجود داشت. تولید نهال شاخه‌دار از جهت تسریع باردهی یکی از اهداف تولیدکنندگان نهال محسوب می‌شود. به نظر می‌رسد با افزایش ارتفاع، تعداد شاخه نسبت به تعداد ریشه افزایش بیشتری یافته، لذا سطح فتوسنتزی بهبود می‌یابد. هرچند، در شرایط تنش‌زا با کاهش میزان فتوسنتز و رشد گیاه، به خصوص نهال بلندتر، به دلیل اینکه جذب آب توسط ریشه تازه توسعه یافته جبران تعرق گیاه را نمی‌کند، نهال سریعتر از بین می‌رود (Grossnickle & South, 2017). با توجه به این مورد، نهال هسته‌دار بلند قامت‌تر لزوما نهال بهتری پس از کشت در باغ نخواهد بود.

بین طول ریشه با شاخص دیکسون همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. این شاخص مورفولوژیکی از آن جهت که نشان‌دهنده سطح جذب ریشه است، در ارزیابی کیفی نهال اهمیت زیادی دارد (Thompson, 1985). ریشه طویلتر بقای بهتر نهال را در شرایط نامساعد محیطی ضمانت می‌کند (Grossnickle & MacDonald, 2018؛ Aimi *et al*., 2021). با در نظر گرفتن اینکه، دو شاخص مورفولوژیکی تعداد ریشه و شاخه با هیچیک از خصوصیات مورفولوژیکی و شاخص‌های اندازه گیری شده در نهالستان همبستگی نداشت به نظر می‌رسد که بررسی این فاکتورها به تنهایی در ارزیابی کیفی نهال‌های هلو و شلیل در نهالستان‌ها از لحاظ کیفیت نهال و رشد آتی آن در باغ کارایی نداشته باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود سایر شاخص‌های رشدی نهال، مانند قطر و ارتفاع، هم در کنار آن مورد ارزیابی قرار بگیرند. اطلاعات ضد و نقیضی مبنی بر اهمیت و نقش توسعه سیستم ریشه ای نهال در استقرار و رشد آتی نهال در زمین اصلی وجود دارد (Grossnickle & Ivetic, 2022). برای مثال، از آنجایی که ممکن است تعداد زیادی ریشه فرعی، در مقایسه با تنها یک ریشه اصلی، طول و سطح جذب کمتری داشته باشند انتخاب تعداد ریشه به عنوان تنها عامل تعیین کننده کیفیت نهال چندان دقیق نیست (Thompson, 1985).

وزن خشک شاخساره و ریشه از جمله ویژگی‌های مورفولوژیکی محسوب می‌شود که در نهالستان‌ها به صورت تخریبی قابل اندازه‌گیری است. وزن ریشه از آن جهت که با قطر نهال همبستگی دارد شاخصی از رشد و بقای نهال محسوب می‌شود، هر چند که در نهال‌های جنگلی وزن خشک شاخساره و قطر طوقه بالای ریشه شاخص‌های بهتری جهت ارزیابی کیفی نهال‌ها محسوب می‌شوند (Thompson, 1985). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن و طول ریشه‌های جانبی با شاخص دیکسون و میزان استقرار نهال ریشه لخت زبان گنجشک در مزرعه ثابت شده است (Rahman *et al*., 2015). نسبت وزن خشک

بخش هوایی به ریشه از آن جهت که تعادل بین سطح تبخیر و تعرق نهال با سطح جاذب آب را تعیین می‌کند در ارزیابی نهال‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر اساس نتایج این پژوهش، از آنجاکه این شاخص مورفولوژیکی با شاخص دیکسون و هیچیک از صفات دیگر همبستگی قابل توجهی نداشت، به نظر می رسد که در نظر گرفتن آن به تنهایی در ارزیابی نهال‌های ریشه لخت هلو و شلیل در زمان جابجایی کارآیی نداشته باشد.

نتیجه آنالیز مسیر برای شاخص دیکسون نیز نشان داد که بالاترین اثرات مستقیم برای صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در نهال‌های ریشه لخت هلو و شلیل مربوط به اثر مستقیم قطر نهال بالای محل پیوند بود. میزان قابل توجه این اثر مستقیم بیانگر اهمیت بالای این شاخص در ارزیابی کیفیت نهال‌ها محسوب می‌شود. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققان مطابقت داشت. به طوری که، در نهال قهوه وزن خشک کل نهال و قطر ساقه روی شاخص کیفی دیکسون اثر مستقیم داشت (Dardengo *et al*., 2013). در نهال اکالیپتوس شاخص‌های وزن خشک شاخساره و وزن خشک ریشه بیشترین اثرات مستقیم را روی شاخص کیفی دیکسون داشتند، اما سایر متغیرها مانند ارتفاع و قطر طوقه نهال بیشترین اثرات غیر مستقیم را روی این شاخص داشتند (Binotto *et al*., 2010). Zuffo *et al*. (2017) نشان دادند که در ارزیابی شاخص دیکسون نهال گل مور (*Delonix regia*) ویژگی‌های مورفولوژیکی از جمله قطر طوقه، وزن خشک شاخساره و ریشه، وزن خشک کل و نیز حجم ریشه اثر مستقیم داشتند. تعریف مدل‌های رگرسیونی مختلف برای پیش بینی مقدار شاخص دیکسون بر اساس ارزیابی مشخصات مورفولوژیکی که به صورت چشمی در نهالستان قابل ارزیابی باشند حاکی از آنست که بهترین حالت وقتی است که هر سه شاخص قطر نهال بالای خط پیوند، ارتفاع و نسبت ارتفاع به قطر نهال را در محاسبه دخیل نمود. مدل رگرسیونی که Binotto et al. (2010) برای ارزیابی کیفیت نهال اکالیپتوس بدست آوردند نیز حاکی از کارآمد بودن شاخص های مورفولوژیکی غیر تخریبی، شامل قطر و ارتفاع نهال و نیز شاخص تعداد روز پس از کاشت نهال برای ارزیابی شاخص کیفی دیکسون بود.

نتیجه‌گیری

استقرار و رشد آتی نهال در باغ تابع استفاده از نهالی است که از لحاظ سن، خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی امکان رسیدن به حد مطلوبی از رشد و استقرار را داشته باشد. بر اساس استاندارد ملی احداث نهالستان و تولید نهال گروه محصولی هسته‌دار، نهال استاندارد نهالی است که پایه دوساله و پیوندک یکساله (۲+۱) داشته و دارای گستره مشخصی از قطر، ارتفاع و حجم ریشه باشد. بر اساس نتایج این تحقیق، علاوه بر در نظر داشتن سیستم ریشه سالم، توسعه یافته و بدون علائم غیر طبیعی می‌توان گفت که انتخاب نهال‌های هلو و شلیل قطورتر از ۱۳/۶ میلیمتر در بالای محل پیوندبه معنی انتخاب مستقیم نهال‌هایی است که وزن خشک ریشه، شاخه و بیوماس بیشتری داشته، شاخص تنومندی آنها قویتر بوده و شاخص دیکسون بالاتری از میانگین دارند. این نهال ها احتمالا پر رشدتر بوده، کیفیت بالاتری داشته و استقرار بهتری در باغ خواهند داشت، زیرا از میان شاخص‌های مورفولوژیکی ارزیابی شده، شاخص قطر نهال در بالای محل پیوند با تعداد بیشتری از فاکتورهای رشد همبستگی مثبت و معنی‌دار را نشان داد.

شاخص کیفی دیکسون با افزایش درجه روز رشد در مناطق مختلف کشور به صورت خطی افزایش یافت. میانگین این شاخص برای نهال‌های گواهی نشده روی پایه بذری ۱۴ بود که در مناطقی با درجه روز رشد بیش از ۳۱۰۰، از جمله مبارکه، مشهد و طرقبه میزان شاخص دیکسون بیشتر از میانگین بود. پایین‌ترین کیفیت نهال‌ها، بر اساس شاخص دیکسون، در نهالستان‌های مورد ارزیابی مناطق دامنه و کرون استان اصفهان با کمترین شاخص درجه روز رشد تجمعی مشاهده شد که قطری کمتر از ۱۰ میلیمتر داشتند. متوسط این شاخص برای نهال‌های گواهی شده به صورت چشمگیری بالاتر از نهال‌های پایه بذری بود که به نظر می‌رسد به دلیل القای رشد و بیوماس بیشتر تحت تاثیر استفاده از پایه‌های رویشی جی‌اف ۶۷۷ و نسبت ارتفاع به قطر کمتر این نهال‌ها باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به خاطر حمایت مالی از طرح پژوهشی مصوب شماره ۰-۰۸-۰۸-۰۰۱-۰۰۰۰۵۸ مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال که این مقاله مستخرج از آن طرح است تشکر و قدر دانی می‌کنند.

منابع

رحمتی، میترا، کمالی، آیدین؛ خوشکام، صغری؛ همتی، مرتضی؛ علیزاده، مجتبی؛ کاوند، عبدالرضا و رضائی، مهدی (۱۳۹۹) بازنگری استاندارد ملی احداث نهالستان و تولید نهال میوه‌های هسته‌دار. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. مشاهده در تاریخ ۱۴۰۱/۰۵/۱۹. از

https://spcri.ir/page-Main/fa/0/form/pId1635

REFERENCES

Aimi, S. C., Araujo, M. M., Tabaldi, L. A., Barbosa, F. M., Lima, M. S., & Costella, C. (2021). Different shading intensities interfere with the growth of *Myrocarpus frondosus* Allemao seedlings in the nursery? *Floresta*, 51(1), 137-145.

Baninasab, B., & Mobli, M. (2008). Morphological attributes of root systems and seedling growth in three species of *Pistacia*. *Silva Lusitana*, 16, 175-181.

Bantis, F., Koukounaras, A., Siomos, A., Menexes, G., Dangitsis, C., & Kintzonidis, D. (2019). Assessing quantitative criteria for characterization of quality categories for grafted watermelon seedlings. *Horticulturae*, 5(16), 1-10.

Bezerra, M. A. F., Pereira, W. E., Bezerra, F. T. C., Cavalcante, L. F., & Medeiros, S. A. (2018). Nitrogen as a mitigator of salt stress in yellow passion fruit seedlings. *Semina Ciencias Agrarias*, 40(2), 611-622.

Binotto, A. F., Lucio, A. D., & Lopes, S. J. (2010). Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Cerne*, 16(4), 457-464.

Bussi, C., Besset, J., & Girard, T. (2002). Effects of peach or hybrid rootstocks on growth and cropping of two cultivars of peach trees (Emeraude and Zephyr). *Fruits*, 57, 249–255.

Cirkovic-Mitrovic, T., Ivetic, V., Vilotic, D., Brašanac-Bosanac, L., & Popovic, V. (2015). Relation between morphological attributes of five wild fruit tree species seedlings in Serbia. In: Proceedings of *International conference Reforestation Challenges*. 03-06 June, Belgrade, Serbia, pp. 68-77.

Dardengo, M. C. J. D., Sousa, E. F., Reis, E. F., & Gravina, G. A. (2013). Growth and quality of conilon coffee seedlings produced at different containers and shading levels. *Coffee Science*, 8(4), 500-509.

Davis, A. S., & Jacobs, D. F. (2005). Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to out planting performance. *New Forests*, 30, 295–311.

Dickson, A., Leaf, A. A., & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, 3610-3613.

Fernandez, L., Auca, E. C., Milhomem, C. A., Schwartz, G., Agurto, J. J. M., & Corvera-Gomringer, R. (2020). Growth and quality of seedlings produced under different environmental conditions. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 38589-38603.

FAO, (2020). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Gallegos-Cedillo, V. M., Diánez, F., Nájera, C., & Santos, M. (2021). Plant agronomic features can predict quality and field performance: a bibliometric analysis. *Agronomy*, 11, 2-23.

Gomes J. M., Couto L. C., Leite, H. G., Xavier, A., & Garcia, S.L.R. (2002). Morphological parameters quality for the evaluation of *Eucalyptus grandis* seedlings. *Revista Arvore*, 26, 655-664.

Grossnickle, S. C., & Ivetic V. (2022). Root system development and field establishment: effect of seedling quality. *New Forests*, https://doi.org/10.1007/s11056-022-09916-y16.

Grossnickle, S. C., & MacDonald, J. E. (2018). Why seedlings grow: influence of plant attributes. *New Forests*, 49, 1–34.
Grossnickle, S. C., & South, D. B. (2017). Seedling quality of southern pines: influence of plant attributes. *Tree Planters' Notes*, 60(2), 29-40.
Jacobs, D. F., Woeste, K. E., Wilson, B. C., & McKenna, J. R. (2006). Stock quality of black walnut (*Juglans nigra*) seedlings as affected by half-sib seed source and nursery sowing density. *Acta Horticulture*, 705, 375-381.
Kamata, N., Igarashi, Y., Nonaka, K., Ogawa, H., & Kasahara, H. (2020). Analyzing the leafing phenology of *Quercus crispula* Blume using the growing degree days model. *Journal of Forest Research*, 25(3), 147-154.
Karimpour, S., Davarynejad, G., ZakiAghl, M., and Safarnejad, M. R. (2020). In vitro thermotherapy and thermo-chemotherapy approaches to eliminate some viruses in *Pyrus communis* L. cv. 'Natanz'. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(6): 1645-1653.
Karimpour, S., Davarynejad, G., ZakiAghl, M., Safarnejad, M. R., Martinez-Gomez, P., and Rubio, M. (2020). Rapid assessment of sanitary and physiological state of thermotherapy-treated apple shoots by chlorophyll content evaluation. *European Journal of Horticultural Sciences*, 86(2): 205-211.
Larson, L. C. S. R., Boliani, A. C., Santo, T. L. E., Teodoro, P. E., & Costa, E. (2018). Substrates, emergence and seedling quality of *Hymenaea stigonocarpa* (JATOBA) in protected cultivation. *Bioscience Journal*, 34(3), 615-622.
Levy, P. E., & McKay, H. M. (2003). Assessing tree seedling vitality tests using sensitivity analysis of a process based growth model. *Forest Ecological Management*, 183, 77–93.
Lin, K. H., Wu, C. W., & Chang, Y. S. (2019). Applying dickson quality index, chlorophyll fluorescence, and leaf area index for assessing plant quality *of Pentas lanceolate*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1), 169-176.
Marra, F. P., Inglese, P., Dejong, T. M., & Johnson, R. S. (2002).Thermal time requirement and harvest time forecast for peach cultivars with different fruit development periods. *Acta Horticulturae*, 592, 523-529.
Mello, B. F. F. R., Trevisan, M. V., & Steiner, F. (2016). Quality of cucumber seedlings grown in different containers. *Revista de Agricultura Neotropical*, 3(1), 33–38.
Menegatti, R. D., Souza, A. G., & Bianchi, V. J. (2019). Estimating genetic divergence between peach rootstock cultivars using multivariate techniques based on characteristics associated with seeds. *Genetics and Molecular Research*, 18(3), 1-10.
Posse, R. P., Valani, F., Gonçalves, A. M., Oliveira, E. C., Louzada, J. M., Quartezani, W. Z., & Leite, M.C. (2018). Growth and quality of yellow passion fruit seedlings produced under different irrigation depths. *Journal of Experimental Agriculture International*, 22(4), 1-11.
Rahman, M. S., Tsitsoni, T., Tsakaldimi, M., & Ganatsas, P. (2015). Field performance of *Fraxinus ornus* bareroot plants to drought stress. In: Proceedings of *International conference Reforestation Challenges*. 03-06 June, Belgrade, Serbia, pp. 164-174.
Rahmati, M., Kamali, A., Khoshkam, S., Zeinanlu, A. A., Hemmati, M., Alizadeh, M., Kavand A. R., & Rezaie, M., (2020). National standard for nursery establishment and production of stone fruit seedlings. Retrieved August, 10, 2022, from https://spcri.ir/page-Main/fa/0/form/pId19. **(**In Persian**)**
Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1–36.
Saour, G. (2005). Morphological assessment of olive seedlings treated with kaolin-based particle film and biostimulant. *Advanced Horticultural Science*, 19(4), 193-197.
Smirnakou, S., Ouzounis, T., & Radoglou, K. M. (2017). Continuous spectrum LEDs promote seedling quality traits and performance of *Quercus ithaburensis* var. *macrolepis*. *Frontiers in Plant Science*, 8, 188.

Thompson, B. (1985). Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking. In: Proceedings of *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. 16-18 Oct. Oregon State University, Corvallis, USA, pp. 59-71.
Zuffo, A.M., Steiner, F., Busch, A., Júnior, J.M., Fonseca, W.L., Zambiazzi, E.V., Mendes, A.E.S., Borges, I. M. M., Godinho, S. H. M., & Pinto, A. R. S. (2017). Size of containers in the production of flamboyant seedlings. *Journal of Agricultural Science*, 9(12), 99-109.