

## Study of Pecan Cultivars and Genotypes (*Carya illinoensis*) Acclimation in Golestan Province Climate

M. Ghazaeian<sup>1\*</sup>, D. Hassani<sup>2</sup>, S. Zamani<sup>1</sup>, M. Adibi<sup>1</sup>

1- Seed and Plant Improvement Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Golestan, Gorgan, Iran

2- Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(\*- Corresponding author's Email: [m\\_ghazaeian58@yahoo.com](mailto:m_ghazaeian58@yahoo.com))

Received: 21 October 2024  
Revised: 16 November 2024  
Accepted: 01 December 2024  
Available Online: 01 December 2024

### How to cite this article:

Ghazaeian, M., Hasani, D., Zamani, S., & Adibi, M. (2025). Study of pecan cultivars and genotypes (*Carya illinoensis*) acclimation in Golestan province climate. *Journal of Horticultural Science*, 39(2), 345-357. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jhs.2024.90378.1385>

### Introduction

The Juglandaceae family includes about 50 species of 11 genera of which *Carya* (hickory tree), *Pterocarya* (wingnut tree), and *Juglans* are the major members. The pecan, *Carya illinoensis* is the most economically important member of the *Carya* genus and is the most valuable native North American nut crop. The *Carya* genus comprises 20 species.

### Materials and Methods

Golestan province is located in the northern temperate region between 37.2898° N, 55.1376° E from the Greenwich meridian and in the northern part of the country. The amount of precipitation reaches 200 mm in the northernmost part of the province and more than 700 mm in the southern parts of Alborz foothills. Temperature varies across different parts of the province, generally increasing from west to east and from south to north. The genotypes used in this project are G4, G3, G43, G63, which were selected and propagated from the elite trees available in the province after quantitative and qualitative evaluation, and the cultivars are Mahan and Comanche, which were propagated from grafted trees of the Dezful Research Center collection. Grafted seedlings were produced using the thermal cable technique and planted in the specified locations in the above 2 regions. Grafted trees from 4 elite genotypes of Golestan (G4, G3, G43, G63) plus Comanch and Mahan 2 commercial cultivars have been studied in randomized completely block design (RCBD) for 3 years in two regions. In the second phase of experiment, the fruit characters and yield evaluated based on pecan descriptor. The results were analyzed by SAS statistical software and the reactions of genotypes were evaluated in different places and during different years.

### Results and Discussion

This evaluation was conducted during the years 2021 to 2024 at Chalki research station of the Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in Gorgan and on the farmer's land located in Igder village, located 30 km from Gonbad city. Measurements were conducted on fruits harvested in 2022 and 2023. During both years, the Mahan cultivar did not produce a sufficient number of fruits in either region and was therefore excluded from the comparison. A significant effect of location and year was observed only for the fruit weight trait. Among the genotypes, G43 exhibited the highest fruit weight (11.75 g) and demonstrated vigorous growth with a broad canopy in both locations. However, fruit yield over the two years of evaluation



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2024.90378.1385>

showed no significant differences among the studied cultivars and genotypes across the two regions. Due to the results of the first phase, the maximum tree height was in Mahan (242.5 cm) and the lowest height in G63 (118.66 cm). The maximum canopy spread was in comanch (138.72 cm) and the lowest was in G63 (90.11 cm). There were significant differences between two regions. The length of the growing season among cultivars was 257 days in Gonbad and 237 to 247 days in Gorgan. Study of dichogamy during the years 2021-2022 in the cultivars and genotypes showed two cultivars Comanche and Mahan were protandry in Gorgan, while both cultivars showed protogyny in Gonbad. Also, 4 genotypes of the province (G3, G4, G43, G63) showed protogyny.

## Conclusions

This project, conducted over both vegetative and reproductive phases, evaluated elite pecan germplasm within the province. The objective was to utilize the region's existing genetic potential and to compare it with commercially available cultivars in the country, with the goal of identifying and promoting superior genotypes for the establishment and expansion of new orchards in Golestan Province. The results of the two phases of this research showed that some of the introduced genotypes have the ability to compete with the existing commercial cultivars, which will require further investigation in the years of peak fruiting and maturity of the tree. The length of the growing season among cultivars was 257 days in Gonbad area and 237 to 247 days in Gorgan. Also, the effects of drought conditions in Golestan province during 2021-2022 should be included in the relative determination of the results. As a summary, based on the evaluation of these two phases and considering the growth and fruiting conditions, two genotypes G4, G43 and G63 can be considered as promising genotypes for development.

## Acknowledgement

The authors consider it necessary to appreciate the support of Horticultural Sciences Research Institute (HSRI) and Golestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center in the implementation of this project.

**Keywords:** Adaptability, Climate change, Gorgan, Juglandaceae, Pollination

## مطالعه خصوصیات میوه و عملکرد تعدادی از ژنوتیپ‌های برتر و ارقام پکان (*Carya illinoensis*) در شرایط آب‌وهوایی استان گلستان

مینا غزایی یان<sup>۱\*</sup> - داراب حسنی<sup>۲</sup> - صدیقه زمانی<sup>۱</sup> - محمد ادیبی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱

### چکیده

پکان با نام علمی *Carya illinoensis* متعلق به خانواده Juglandaceae است. پکان نیاز سرمایی پایینی داشته و شرایط گرم را به‌خوبی تحمل کرده و محصولی تجاری و با ارزش تولید می‌نماید. در فاز اول آزمایش، درختان پیوندی پکان شامل چهار ژنوتیپ برتر استان گلستان ('G3', 'G4', 'G43', 'G63') و دو رقم تجاری 'ماهان' و 'کومانچ' در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو منطقه در استان گلستان به‌مدت سه سال مورد ارزیابی قرار گرفتند و خصوصیات رویشی مورد مطالعه قرار گرفتند. در فاز دوم آزمایش، خصوصیات و عملکرد میوه براساس دسکریپتور پکان بررسی شد. اثر مکان و سال تنها بر صفت وزن میوه معنی‌دار گردید. بر این اساس، بیشترین وزن میوه در ژنوتیپ 'G43' (۱۱/۷۵ گرم) بود. ژنوتیپ 'G43' در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هر دو منطقه دارای میزان رشد قوی‌تر بوده و حجم تاج بالاتری نشان داد. براساس نتایج حاصله، از نظر عملکرد در میان ژنوتیپ‌های استان و رقم موجود، بالاترین عملکرد در سال دوم و متعلق به ژنوتیپ G43 (۱/۶۲ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) و پس از آن 'G63' (با میزان ۱/۱۷ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) و کمترین عملکرد در رقم کومانچ (با میزان ۰/۸ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) بوده است. همچنین از نظر وزن میوه نتایج نشان داد که ژنوتیپ 'G43' در گرگان در سال دوم بیشترین وزن میوه (۱۲/۲ گرم) را داشته است. همچنین این ژنوتیپ از نظر ابعاد میوه دارای بیشترین طول میوه (۴/۲۲ سانتی‌متر) می‌باشد. ژنوتیپ 'G4' در گرگان در سال دوم دارای کمترین وزن میوه (۵/۷۴ گرم) بوده است. مقایسه میانگین درصد مغز نشان داد که ژنوتیپ‌های 'G3' و 'G4' اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار می‌گیرند. بیشترین درصد مغز در ژنوتیپ‌های 'G3' (۵۳/۴ - ۵۳/۳۱ درصد) و 'G4' (۵۴/۸۳ - ۵۵/۴۳ درصد) در هر دو مکان و هر دو سال می‌باشد. در این صفت، ژنوتیپ‌های 'G43' و 'G63' و رقم کومانچ تفاوت معنی‌داری نداشته و هر سه در یک گروه قرار گرفتند. براساس نتایج فاز اول اجرای طرح، بیشترین ارتفاع در رقم ماهان (۲۴۲/۵ سانتی‌متر) و کمترین در ژنوتیپ 'G63' (۱۱۸/۶۶ سانتی‌متر) بود. همچنین کمترین گسترش تاج در ژنوتیپ 'G63' (۹۰/۱۱ سانتی‌متر) و بیشترین در رقم کومانچ (۱۳۸/۷۲) به دست آمد. اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه از نظر تأثیر بر صفات رویشی به دست آمد. طول فصل رشد در بین ارقام در منطقه گنبد ۲۵۷ روز و در گرگان از ۲۳۷ تا ۲۴۷ روز متفاوت بود. براساس ارزیابی این دو فاز و با در نظر گرفتن شرایط رشد و باردهی، دو ژنوتیپ 'G4'، 'G43' و 'G63' می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش جهت توسعه مد نظر قرار داده شوند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، سازگاری، گردوسانان، گرده‌افشانی، گرگان

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(Email: [m\\_ghazaeian58@yahoo.com](mailto:m_ghazaeian58@yahoo.com))

(\*)- نویسنده مسئول

## مقدمه

خانواده گردوسانان یا Juglandaceae دارای هفت جنس و حدود ۶۰ گونه می‌باشد. جنس جوگلانز (*Juglans*) و کاریا (*Carya*) از جمله مهم‌ترین جنس‌های این خانواده می‌باشند که دارای ارزش تجاری و اقتصادی هستند (Ui et al., 2023). پکان با نام علمی *Carya illinoensis* متعلق به جنس کاریا می‌باشد که نیاز سرمایی پایینی داشته و شرایط گرم منطقه را به‌خوبی تحمل کرده و در مقایسه با گردوی ایرانی، محصول مناسب با کیفیت بالایی تولید می‌نماید (Badyal & Upadhayay, 2004). توسعه کشت درخت پکان در مناطق گرم استان از جهات مختلفی می‌تواند اهمیت داشته باشد. در درجه اول به‌عنوان یکی از محصولات گروه خشکبار با ارزش غذایی بالا در مناطق گرم است. هر ۱۰۰ گرم مغز پکان دارای ۶۸۷ کیلوکالری انرژی به‌همراه ۳-۵ درصد آب، ۹/۲ درصد پروتئین، ۷۲ درصد اسیدچرب، ۱۵ درصد کربوهیدرات، ۲/۲ درصد فیبر و مجموعه‌ای غنی از ویتامین‌های خانواده ب شامل B1، B2 و B6 و ویتامین A و C و املاح معدنی مثل کلسیم، آهن، فسفر، سدیم و پتاسیم می‌باشد (Johnson, 1997; Rajaram et al., 2001).

با توجه به خصوصیات مطلوبی که این درخت داشته است، برنامه‌های گسترش کشت آن طی سال‌های گذشته در نقاط مختلف جهان از جمله چین (Rui et al., 2015)، برزیل (Fronza et al., 2018)، هندوستان (Badyal & Upadhayay, 2004)، اسپانیا (Aleta & Ninot, 1993)، ترکیه (Tuzcu et al., 1993) و ایتالیا (Tamponi, 1990) صورت گرفته است.

در برزیل، سطح زیر کشت پکان در سال ۲۰۰۸ برابر ۱۶۱۴ هکتار با میانگین عملکرد ۱۴۳۳ کیلوگرم در هر هکتار بوده است. در سال ۲۰۱۵ سطح زیر کشت پکان به ۳۱۲۹ هکتار و میانگین عملکرد ۵۲۰۱ کیلوگرم در هر هکتار رسیده است (Rui et al., 2015).

ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2002) مناطق توسعه پکان در چین را براساس خصوصیات اقلیمی، خاک‌شناسی و نیازهای رشدی و کارایی گیاه پکان طبقه‌بندی نمود. این مناطق بین ۲۵ تا ۳۵ درجه شمالی و ۱۰۰ تا ۱۲۲ شرقی در چین واقع هستند و محصولی با عملکرد مطلوب و کیفیت مناسب تولید می‌نمایند.

در درجه دوم، بعضی از ارقام پررشد مانند رقم شوشونی در عین تولید محصول، به‌دلیل داشتن تاجی گسترده و اسکلت چوبی محکم، گونه مناسب بادشکن در مقابل بادهای گرم منطقه است. از طرفی، همانند گردوی ایرانی با داشتن چوب با کیفیت بالا، در صنایع چوب به‌ویژه در تهیه روکش برای وسایل چوبی لوکس، کاربرد فراوانی دارد. طی سال‌های دهه ۴۰ و ۵۰ خورشیدی، سازمان جنگل‌ها و مراتع ایران و مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، اقدام به واردات تعدادی

ارقام پیوندی این خشکبار با ارزش نموده و در برخی از ایستگاه‌های تحقیقاتی از جمله مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول، باغ کشاورزی قائم‌شهر، باغ کشاورزی و اکولوژی نوشهر و در باغ‌های آزمایشی داراب فارس مورد کشت‌وکار قرار گرفتند. نتایج تحقیقات روی این درختان در مرکز تحقیقات دزفول حاکی از آن است که از بین ۱۲ رقم پیوندی وارداتی، پنج رقم دارای بیشترین میزان عملکرد بوده‌اند که این ارقام شامل گراکینگ، ۱۰جی، ویچیتا، گراتکس و چوکتا می‌باشند (Ajamgard et al., 2007).

با توجه به سازگاری که این درختان در مناطق گرم جنوبی کشور از خود نشان داده‌اند و نیز کاربردهای چند منظوره آن‌ها به نظر می‌رسد که بررسی سازگاری آن‌ها در استان گلستان با وجود اقلیم‌های مختلف اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند، بر این اساس در سال ۱۳۸۸، طرحی جهت ارزیابی روی درختان پکان واقع در شهرستان گنبد در استان گلستان که از سال ۱۳۴۶ مورد کشت قرار گرفته بودند، انجام گردید و درختان برتر از نظر صفات رویشی و زایشی گزینش گردید (Ghazaeian, M. 2012).

در تحقیق حاضر، هدف بررسی سازگاری این ژنوتیپ‌ها در سایر نقاط استان می‌باشد که مورد نظر سازمان جهاد کشاورزی استان جهت توسعه کشت پکان می‌باشند. با توجه به جایگاه استراتژیک محصولات خشکباری در بازارهای جهانی و اقبال عمومی به مصرف این فراورده‌ها از نقطه نظر تغذیه‌ای و بهداشتی و نیز توجه به تقاضای مصرف‌کنندگان در امر تولید و صادرات به نظر می‌رسد که توسعه کشت این گیاه ارزشمند که دارای کاربری چند منظوره می‌باشد در نقاطی که به دلایل مختلف از جمله دمای بالا و عدم تأمین نیاز سرمایی در زمستان برای کشت گردو مناسب نمی‌باشند، می‌بایست مد نظر قرار داده شود. همچنین به‌سبب محدود بودن کشت این درختان در کشور، بیماری‌های شاخصی که در زیستگاه اصلی این درختان در ایالات متحده خسارت‌زا می‌باشند در کشور وجود ندارد که می‌تواند به‌عنوان یک مزیت مد نظر قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

این طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو نهال در هر تکرار در دو منطقه ۱- گرگان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چالکی) و ۲- گنبد (روستای ایگدر-زمین کشاورز) اجرا گردید.

استان گلستان در محدوده منطقه معتدله شمالی و در بخش شمالی کشور واقع شده است. براساس سالنامه هواشناسی استان، میانگین بارش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در گرگان ۴۶۳/۸ میلی‌متر (بلندمدت: ۵۳۱/۸ میلی‌متر) و در گنبد ۲۴۵/۸ میلی‌متر (بلندمدت: ۲۴۵/۸ میلی‌متر) می‌باشد.

## نتایج و بحث

این بررسی طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳ در محل ایستگاه تحقیقاتی چالکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان در گرگان و در زمین کشاورز واقع در روستای ایگرد واقع در ۳۰ کیلومتری شهرستان گنبد صورت گرفت. اندازه‌گیری بر روی میوه سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ صورت گرفت. تعداد میوه برداشت‌شده برای رقم ماهان طی دو سال آزمایش در دو منطقه به‌دلیل باردهی پایین و خسارت پرندگان کافی نبوده، لذا از مقایسه حذف گردید. همچنین رقم کومانچ در سال اول در گرگان میوه نداشت است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو مکان از لحاظ صفات زایشی مورد بررسی اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) وجود داشت، (جدول ۱). همچنین بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در همه صفات تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. همچنین اثرات متقابل به‌جز در عملکرد در سایر صفات معنی‌دار گردید. با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل در صفات طول و قطر میوه، نسبت طول به قطر، ضخامت پوسته چوبی و وزن میوه در جدول تجزیه واریانس، مقایسه میانگین توسط آزمون  $LSD (0.05)$  برای این صفات در جدول ۲ تا ۹ آورده شده است. آماره‌های توصیفی صفات اندازه‌گیری‌شده در **جدول ۶** آورده شده است.

براساس نتایج حاصله، از نظر عملکرد در میان ژنوتیپ‌های استان و رقم موجود، بالاترین عملکرد در سال دوم و متعلق به ژنوتیپ 'G43' (۱/۶۲ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) و پس از آن 'G63' (با میزان ۱/۱۷ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) و کمترین عملکرد در رقم کومانچ (با میزان ۰/۸ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) بوده است. همچنین از نظر وزن میوه نتایج نشان داد که ژنوتیپ 'G43' در گرگان در سال دوم بیشترین وزن میوه (۱۲/۲ گرم) را داشته است. همچنین این ژنوتیپ از نظر ابعاد میوه دارای بیشترین طول میوه (۴/۲۲ سانتی‌متر) می‌باشد. ژنوتیپ 'G4' در گرگان در سال دوم دارای کمترین وزن میوه (۵/۷۴ گرم) بوده است.

همچنین رقم کومانچ در گرگان در سال دوم از نظر نسبت طول به قطر میوه دارای بیشترین نسبت (۱/۸۷) در میان ارقام مورد بررسی بوده است. این در حالی است که این رقم در گنبد در سال اول در میان ارقام مورد بررسی کمترین نسبت طول به قطر میوه (۱/۶۳) را نشان داده است. بیشترین طول میوه در ژنوتیپ 'G43' در گرگان در سال دوم (۴/۲۲ سانتی‌متر) و کمترین طول میوه در رقم کومانچ (۳/۵۸ سانتی‌متر) در گنبد در سال اول بوده است. بیشترین قطر میوه در ژنوتیپ 'G63' در گرگان در سال دوم (۲/۴۲ سانتی‌متر) و کمترین قطر میوه در ژنوتیپ 'G4' در گرگان در سال اول (۲/۱۳ سانتی‌متر) بوده است.

۳۲۷/۵ میلی‌متر) بوده است. در همین سال، تغییرات میانگین دما ۱/۱ درجه سانتی‌گراد در گرگان و ۰/۴ درجه در گنبد افزایش داشته است. میانگین بارش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در گرگان ۴۲۴/۵ میلی‌متر (بلندمدت: ۵۳۷/۷ میلی‌متر) و در گنبد ۲۱۲/۵ میلی‌متر (بلندمدت: ۳۲۸/۴ میلی‌متر) بود. در همین سال، تغییرات میانگین دما ۰/۸ درجه سانتی‌گراد در گرگان و ۱/۳ درجه سانتی‌گراد در گنبد افزایش داشته است.

ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این طرح عبارتند از 'G3'، 'G4'، 'G43'، 'G63' که از ژنوتیپ‌های برتر موجود در سطح استان که پس از ارزیابی کمی و کیفی توسط غزاییان (Ghazaeian, 2012) معرفی گردید، گزینش و تکثیر شدند و ارقام تجاری عبارتند از ماهان و کومانچ که از بین پیوندک‌های کلکسیون مرکز تحقیقات دزفول تکثیر گردید. نهال‌های پیوندی با استفاده از روش کابل حرارتی تولید گردیده و در محل‌های مشخص‌شده در دو منطقه فوق مورد کشت قرار گرفتند.

خاک مناطق مورد کشت از نوع لوم بوده و آبیاری به‌صورت سیستم قطره‌ای اجرا شد. دفعات آبیاری طی فصل رشد با توجه به شرایط دمایی و هفته‌ای یک‌بار انجام گرفت. عملیات مدیریت باغ شامل هرس زمستانه، سم‌پاشی زمستانه و تغذیه برای همه درختان به‌طور یکسان اعمال شد. تغذیه خاکی و محلول‌پاشی براساس نتایج آزمون خاک صورت گرفت. ارزیابی صفات زایشی طبق دسکرپتور پکان (<http://cgrou.usda.gov/carya>) به‌مدت سه سال روی این درختان صورت گرفت. صفات زایشی مورد یادداشت‌برداری عبارتند از: گل‌دهی (زمان پیدایش و طول دوره پذیرش گل ماده، زمان پیدایش و طول دوره پذیرش گل‌های نر)، گرده‌افشانی و بررسی دیکوگامی (پروتوژنی و پروتاندری)، زمان رسیدن میوه (زمانی که حداقل ۵۰ درصد از میوه‌ها رسیده باشند)، تناوب باردهی (وجود تناوب باردهی، باردهی هر ساله)، صفات مهم میوه شامل وزن میوه، طول و قطر میوه، شکل میوه، ضخامت پوسته چوبی میوه، رنگ مغز، درصد مغز (نسبت وزن مغز به میوه با پوست) و عملکرد میوه. همچنین برای اندازه‌گیری منحنی رشد میوه با استفاده از کولیس دیجیتال به‌صورت هفتگی بعد از تشکیل میوه تا زمان رسیدن میوه، ابعاد میوه شامل طول و قطر اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تعیین و محاسبه شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های پکان طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ در دو مکان  
Table 1- The ANOVA results for the reproductive characters of pecan cultivars and genotypes between 2021-2023

| منابع تغییر<br>S.O.V               | درجه<br>آزادی<br>df | میانگین مربعات<br>Mean of squares |                  |                             |                                    |                           |                         |                          |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                                    |                     | عملکرد<br>Yield<br>per tree       | درصد مغز<br>Nut% | وزن میوه<br>Fruit<br>weight | ضخامت<br>پوسته چوبی<br>Shell width | نسبت طول<br>به قطر<br>l/w | قطر میوه<br>Fruit width | طول میوه<br>Fruit length |
| مکان<br>Place                      | ۱                   | 2.46**                            | 324.33**         | 0.25ns                      | 0.0002*                            | 0.23**                    | 0.86**                  | 1.46 **                  |
| سال<br>Year                        | ۱                   | 1.18*                             | 327.04**         | 58.58**                     | 0.00002ns                          | 0.54**                    | 1.14**                  | 3.98**                   |
| مکان × سال<br>P × Y                | ۱                   | 0.67ns                            | 324.33**         | 15.59*                      | 0.0ns                              | 0.26**                    | 1**                     | 1.94**                   |
| کولتیوار<br>Cultivar               | ۴                   | 1.69**                            | 761.39**         | 45.81**                     | 0.08ns                             | 0.46**                    | 1.02**                  | 2.95**                   |
| کولتیوار × مکان<br>C × P           | ۴                   | 0.18ns                            | 324.33**         | 28.43**                     | 0.0ns                              | 0.4**                     | 0.77**                  | 2.05**                   |
| کولتیوار × سال<br>C × Y            | ۴                   | 0.04ns                            | 324.07**         | 20.42**                     | 0.006ns                            | 0.63**                    | 0.67*                   | 2.87**                   |
| کولتیوار × مکان × سال<br>C × P × Y | ۴                   | 0.21ns                            | 324.33**         | 11.13**                     | 0.0ns                              | 0.50**                    | 0.58**                  | 1.96**                   |
| خطا<br>Error                       | ۳۱                  | 0.17                              | 5.89             | 1.46                        | 0.00002                            | 0.003                     | 0.01                    | 0.03                     |
| ضریب تغییرات<br>(C.V. %)           |                     | 40.77                             | 5.02             | 14.13                       | 0.57                               | 3.64                      | 4.93                    | 4.64                     |

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, \* and \*\*: Non-significant, and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

طول فصل رشد در بین ارقام در منطقه گنبد ۲۵۷ روز و در گرگان از ۲۳۷ تا ۲۴۷ روز متفاوت بود. کمترین طول دوره رشد در هر دو منطقه در ژنوتیپ 'G63' (۲۴۰ روز) ثبت گردید. بر این اساس، زودبرگه‌ترین رقم در هر دو منطقه ژنوتیپ 'G3' و دیربرگه‌ترین رقم کومانچ بوده است. خزان در هر دو منطقه در نیمه اول آذرماه بوده است و تاریخ خزان ژنوتیپ 'G3' نیز زودتر از بقیه ارقام ثبت گردید. زمان برداشت در منطقه گنبد در نیمه دوم مهرماه و در منطقه گرگان در هفته اول آبان بود. آلتا و نینوت (Aleta & Ninot, 1993) با ارزیابی ۲۱ رقم پکان در اسپانیا گزارش دادند که ارقام شوشونی و آپاچی دارای بیشترین رشد و وی چی تا دارای کمترین رشد بوده و رقم شوشونی زودرس‌ترین و آپاچی دیررس‌ترین می‌باشند. رقم چوکتا دارای درشت‌ترین میوه و رقم چی‌ینی ریزترین میوه می‌باشد. چوکتا پرمغزترین و ارقام ماه‌واک، آپاچی و وی چی تا زودبارده‌ترین ارقام می‌باشند.

مهم‌ترین محدودیت در توسعه پکان، نیاز این محصول به یک دوره رشد طولانی بعد از پیدایش گل تا رسیدن کامل میوه است (Ajamgard et al., 2007; Wolstenholme, 1980).

در اندازه‌گیری ضخامت پوسته چوبی میوه که به‌عنوان یکی از صفات مناسب برای تعیین راحتی پوست‌کنی لحاظ می‌شود، بیشترین ضخامت در ژنوتیپ 'G4' در سال اول (۰/۸۷ میلی‌متر) و کمترین ضخامت پوسته در ژنوتیپ 'G3' در سال اول (۰/۶۳ میلی‌متر) به دست آمد.

مقایسه میانگین درصد مغز نشان داد که ژنوتیپ‌های 'G3' و 'G4' اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار می‌گیرند. بیشترین درصد مغز در ژنوتیپ‌های G3 (۵۳/۴ - ۵۳/۳۱ درصد) و 'G4' (۵۴/۸۳ - ۵۵/۴۳ درصد) در هر دو مکان و هر دو سال می‌باشد. از نظر این صفت، ژنوتیپ‌های 'G43' و 'G63' و رقم کومانچ تفاوت معنی‌داری نداشته و هر سه در یک گروه قرار گرفتند.

در ثبت مراحل فنولوژی زایشی (جدول ۷)، شروع رشد در بهار در همه ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در موقعیت باغ کشاورز واقع در روستای ایگدر از توابع شهرستان گنبد با اختلاف پنج روز زودتر از موقعیت ایستگاه تحقیقات چالکی از توابع شهرستان گرگان می‌باشد. توضیح این امر می‌تواند با توجه به شرایط اقلیمی گرم‌تر گنبد نسبت به گرگان باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم × مکان × سال بر وزن میوه، نسبت طول به قطر میوه، طول میوه، قطر میوه و درصد مغز پکان  
 Table 2- The triple effect of cultivar×place×year on the pecan fruit weight, fruit length/diameter, fruit length, fruit width and nut percent

| سال × مکان × رقم<br>Cultivar × place × year | میانگین وزن<br>میوه<br>Fruit weight | میانگین نسبت طول به قطر میوه<br>Fruit length/diameter | میانگین طول<br>میوه<br>Fruit length | میانگین قطر<br>میوه<br>Fruit width | درصد مغز<br>Nut<br>percent |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1401 × گرگان × G3                           | 9.9cd*                              | 1.82abcd*                                             | 4.00ab*                             | 2.20d-h*                           | 53.31a*                    |
| 1401 × Gorgan × G3                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گنبد × G3                            | 6.16fg                              | 1.75b-f                                               | 4.13ab                              | 2.35a-e                            | 53.31a                     |
| 1401 × Gonbad × G3                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گرگان × G3                           | 10.83 abc                           | 1.71d-h                                               | 4.1ab                               | 2.39ab                             | 53.4a                      |
| 1402 × Gorgan × G3                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گنبد × G3                            | 6.5fg                               | 1.78a-f                                               | 4.07ab                              | 1.28a-h                            | 53.4a                      |
| 1402 × Gonbad × G3                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گرگان × G4                           | 5.8g                                | 1.83abc                                               | 3.90b                               | 2.13h                              | 54.83a                     |
| 1401 × Gorgan × G4                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گنبد × G4                            | 6.96fg                              | 1.75b-f                                               | 3.83b                               | 2.19e-h                            | 54.83a                     |
| 1401 × Gonbad × G4                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گرگان × G4                           | 5.74g                               | 1.79a-f                                               | 3.96ab                              | 2.21c-h                            | 55.43a                     |
| 1402 × Gorgan × G4                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گنبد × G4                            | 8.66de                              | 1.8abcde                                              | 4.04ab                              | 2.24b-h                            | 55.43a                     |
| 1402 × Gonbad × G4                          |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گرگان × G43                          | 11.96ab                             | 1.85ab                                                | 4.06ab                              | 2.20d-h                            | 48.82b                     |
| 1401 × Gorgan × G43                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گنبد × G43                           | 11.34abc                            | 1.68fgh                                               | 3.94ab                              | 2.34a-f                            | 48.82b                     |
| 1401 × Gonbad × G43                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گرگان × G43                          | 12.2a                               | 1.78a-f                                               | 4.22a                               | 2.37abc                            | 48.56b                     |
| 1402 × Gorgan × G43                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گنبد × G43                           | 11.5abc                             | 1.67gh                                                | 3.92ab                              | 2.36abcd                           | 48.56b                     |
| 1402 × Gonbad × G43                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گرگان × G63                          | 7.96ef                              | 1.73c-f                                               | 4.09ab                              | 2.36abcd                           | 49.5b                      |
| 1401 × Gorgan × G63                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گنبد × G63                           | 7.8ef                               | 1.69e-h                                               | 3.93ab                              | 2.31a-g                            | 49.5b                      |
| 1401 × Gonbad × G63                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گرگان × G63                          | 11.23abc                            | 1.68fgh                                               | 4.07ab                              | 2.42a                              | 49.16b                     |
| 1402 × Gorgan × G63                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گنبد × G63                           | 7.95ef                              | 1.76b-f                                               | 4.09ab                              | 2.32 a-g                           | 49.16b                     |
| 1402 × Gonbad × G63                         |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گرگان × Comanch                      | 0f                                  | 0i                                                    | 0d                                  | 0i                                 | 0c                         |
| 1401 × Gorgan × Comanch                     |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1401 × گنبد × Comanch                       | 7.83ef                              | 1.63h                                                 | 3.58c                               | 2.18fgh                            | 46.5b                      |
| 1401 × Gonbad × Comanch                     |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گرگان × Comanch                      | 10.63 abc                           | 1.87a                                                 | 4.06ab                              | 2.16gh                             | 46.5b                      |
| 1402 × Gorgan × Comanch                     |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |
| 1402 × گنبد × Comanch                       | 10.28bcd                            | 1.78a-f                                               | 4.04ab                              | 2.27a-h                            | 46.5b                      |
| 1402 × Gonbad × Comanch                     |                                     |                                                       |                                     |                                    |                            |

\* میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

\*The same characters have no significant differences

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × سال بر ضخامت پوسته چوبی میوه

Table 3- Mean differences of cultivar × year effect on shell width

| سال × رقم<br>Cultivar × year | میانگین ضخامت پوسته چوبی میوه<br>Shell width (mm) |
|------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1401 × G3                    | 0.61g*                                            |
| 1402 × G3                    | 0.7f                                              |
| 1401 × G4                    | 0.87a                                             |
| 1402 × G4                    | 0.85c                                             |
| 1401 × G43                   | 0.848c                                            |
| 1402 × G43                   | 0.846c                                            |
| 1401 × G63                   | 0.85b                                             |
| 1402 × G63                   | 0.84d                                             |
| 1401 × Comanch               | 0.85bc                                            |
| 1402 × Comanch               | 0.83e                                             |

\* میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

\*The same characters have no significant differences.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر رقم یا ژنوتیپ بر عملکرد میوه

Table 4- Mean differences of cultivar effect on fruit width

| رقم یا ژنوتیپ<br>Cultivar or genotype | وزن میوه<br>Fruit weight (g) |
|---------------------------------------|------------------------------|
| G3                                    | 0.68c*                       |
| G4                                    | 0.9bc                        |
| G43                                   | 1.62a                        |
| G63                                   | 1.17b                        |
| Comanch                               | 0.8c                         |

\* میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

\*The same characters have no significant differences.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر مکان بر عملکرد میوه

Table 5- Mean differences of cultivar effect on yield/tree

| مکان<br>Place   | عملکرد به ازای درخت<br>Yield/tree (kg per tree) |
|-----------------|-------------------------------------------------|
| گرگان<br>Gorgan | 0.89b*                                          |
| گنبد<br>Gonbad  | 1.17a                                           |

\* میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

\*The same characters have no significant differences.

داده‌های اقلیمی حاصل از آمارهای بلندمدت استان، حاکی از آن است که تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه گرگان ۱۳/۱ روز و در ایستگاه گنبد ۳۰/۸ روز در طول سال می‌باشد (Esmaeili et al., 2018). وود و همکاران (Wood et al., 1997) در بررسی خصوصیات فنولوژیک نشان دادند که خصوصیات رویشی و زایشی تأثیرپذیری زیادی از شرایط محیطی دارند و تأکید نمودند که صفات فنولوژیک برای یک رقم مشخص می‌تواند در نقاط مختلف و حتی طی سال‌های مختلف در یک محل تحت تأثیر محیط قرار بگیرد.

از آنجاکه مشخصه‌های حرارتی عامل مهمی در تعیین طول مراحل فنولوژیکی گیاه می‌باشند و براساس اطلاعات گردآوری‌شده در جدول ۳ براساس سه سال یادداشت‌برداری، می‌توان جمع‌بندی نمود که شروع رشد در بهار در شرق استان از هفته اول فروردین و در غرب استان از نیمه فروردین آغاز شده و همچنین خزان در هر دو منطقه در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف تا نیمه آذرماه ادامه دارد. لذا یک دوره رشد این محصول در حدود هفت تا هشت ماه می‌باشد تا رسیدگی میوه تکمیل گردیده و گیاه وارد مرحله استراحت گردد. همچنین

جدول ۶- خصوصیات میوه ژنوتیپ‌ها و ارقام پکان سال ۱۴۰۱-۱۴۰۳  
Table 6- Fruit characters of pecan cultivars and genotypes between 2021-2023

| ردیف<br>Row | رقم<br>Cultivar | منطقه<br>Place     | عملکرد<br>Yield<br>(kg.tree <sup>-1</sup> ) | وزن میوه<br>Fruit<br>weight<br>(g) | ضخامت پوسته<br>چوبی<br>Shell thickness<br>(mm) | نسبت طول به<br>قطر میوه<br>Fruit length<br>to diameter | قطر میوه<br>Fruit<br>width<br>(W)<br>(cm) | طول میوه<br>Fruit<br>length<br>(L)<br>(cm) |
|-------------|-----------------|--------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | G3              | گرگان<br>Gorgan    | 0.55                                        | 10.37                              | 0.62                                           | 1.8                                                    | 2.29                                      | 4.05                                       |
| 2           | G4              |                    | 0.85                                        | 5.76                               | 0.88                                           | 1.8                                                    | 2.17                                      | 3.91                                       |
| 3           | G43             |                    | 1.38                                        | 12.05                              | 0.85                                           | 1.8                                                    | 2.28                                      | 4.14                                       |
| 4           | G63             |                    | 0.83                                        | 9.59                               | 0.86                                           | 1.7                                                    | 2.39                                      | 4.08                                       |
| 5           | Comanch         |                    | 0.96                                        | 10.63                              | 0.85                                           | 1.9                                                    | 2.16                                      | 4.06                                       |
| 6           | G3              | گنبد<br>Gonbad     | 0.81                                        | 6.33                               | 0.7                                            | 1.8                                                    | 2.35                                      | 4.1                                        |
| 7           | G4              |                    | 0.89                                        | 7.78                               | 0.85                                           | 1.8                                                    | 2.21                                      | 3.93                                       |
| 8           | G43             |                    | 1.83                                        | 11.42                              | 0.85                                           | 1.7                                                    | 2.35                                      | 3.94                                       |
| 9           | G63             |                    | 1.49                                        | 7.87                               | 0.84                                           | 1.7                                                    | 2.31                                      | 4.01                                       |
| 10          | Comanch         |                    | 1.11                                        | 9.05                               | 0.83                                           | 1.7                                                    | 2.22                                      | 3.81                                       |
|             | حداقل           | Min                | 0.55                                        | 5.76                               | 0.62                                           | 1.7                                                    | 2.16                                      | 3.81                                       |
|             | حداکثر          | Max                | 1.83                                        | 12.05                              | 0.88                                           | 1.9                                                    | 2.35                                      | 4.14                                       |
|             | میانگین         | Mean               | 1.07                                        | 9.08                               | 0.81                                           | 1.77                                                   | 2.27                                      | 4                                          |
|             | ضریب تغییرات    | Standard deviation | 0.37                                        | 2.01                               | 0.08                                           | 0.06                                                   | 0.08                                      | 0.1                                        |

میوه بوده و در این مرحله، جنین به اندازه ماکروسکوپی خود رسیده است. بنابراین آغاز سخت شدن پوسته همراه نمو حداکثری آندوسپرم و شروع رشد سریع جنین یا پر شدن مغز است (McKay, 1947).

میوه‌ها طی ۵۶ روز بعد از گرده‌افشانی شروع به بزرگ شدن نموده و به نصف اندازه خود می‌رسند. طی سه ماه بعد از گرده‌افشانی، تغییرات اندازه تخمک روند افزایشی داشته و در پایان این دوره هم تخمک و هم میوه تقریباً به اندازه نهایی خود می‌رسند (Crane & Hardy, 1934).

در بررسی دیکوگامی طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۴۰۲ در ارقام و ژنوتیپ‌های تحت مطالعه، دو رقم کومانچ و ماهان در گرگان نرپیش‌رسی نشان دادند، این در حالی است که هر دو رقم در گنبد ماده‌پیش‌رسی نشان دادند. همچنین چهار ژنوتیپ استان (‘G3’، ‘G4’، ‘G43’، ‘G63’) ماده‌پیش‌رسی نشان دادند. چارت گرده‌افشانی در شکل ۲ آورده شده است. بر این اساس، در احداث باغ و برای حصول حداکثر عملکرد لازم است که ارقام با هم‌پوشانی بالای گرده‌افشانی لحاظ شوند. علاوه بر این شرایط مدیریت باغ از جمله تغذیه، آبیاری و مهار بیماری‌ها و آفات نیز نقش مهمی در تعیین عملکرد نهایی دارند. طول دوره ریزش گرده در ژنوتیپ ‘G4’ از نهم اردیبهشت تا ۱۶ اردیبهشت به مدت هشت روز می‌باشد، درحالی که در ژنوتیپ ‘G43’ شش روز بوده و بیشترین طول دوره گرده‌افشانی در رقم کومانچ (۱۳ روز) و بعد از آن ژنوتیپ ‘G43’ (۱۱ روز) و کمترین

براساس نتایج، ژنوتیپ G43 در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ایستگاه تحقیقات چالکی گرگان و در سال دوم دارای بالاترین وزن میوه (۱۱/۷۵ گرم) بوده است و بعد از آن رقم کومانچ (۹/۸۴ گرم) قرار داشته است. براساس نتایج فاز ۱ این تحقیق، ژنوتیپ ‘G43’ از نظر قدرت رشد و حجم تاج نیز بالاترین میزان را در بین ارقام تحت مطالعه داشته است. کمترین وزن میوه نیز در ژنوتیپ ‘G4’ (۶/۷۹ گرم) ثبت گردید. همچنین در دو سال ارزیابی عملکرد تفاوت معنی‌داری در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو منطقه به دست نیامد.

منحنی رشد میوه طی ۲۵ هفته پس از گرده‌افشانی براساس تغییرات ابعاد میوه در شکل ۱ آورده شده است. همچنین مشخصات شکل میوه و رنگ مغز در جدول ۸ بر اساس دسکریپتور آورده شده است. به‌طور کلی، مراحل نمو میوه پس از گرده‌افشانی را می‌توان به دو قسمت تقسیم نمود: ۱- نمو آندوسپرم و ۲- رشد جنین یا پر شدن مغز. مرحله پر شدن مغز هم‌زمان با سخت شدن پوسته چوبی آغاز گردیده و تا زمان رسیدن میوه ادامه دارد. در مرحله نمو میوه در پکان، ابتدا افزایش در اندازه رخ می‌دهد. این مرحله از زمان شکوفه‌دهی آغاز و هم‌زمان با سخت شدن هسته خاتمه می‌یابد. در مرحله بعد پر شدن مغز آغاز می‌گردد که هم‌زمان با سخت شدن پوسته بوده و هم‌زمان با جدا شدن مغزها از پوسته (در زمان رسیدن میوه) خاتمه می‌یابد. نمو حداکثری آندوسپرم در آغاز سخت شدن پوسته از ناحیه انتهای گلگاه

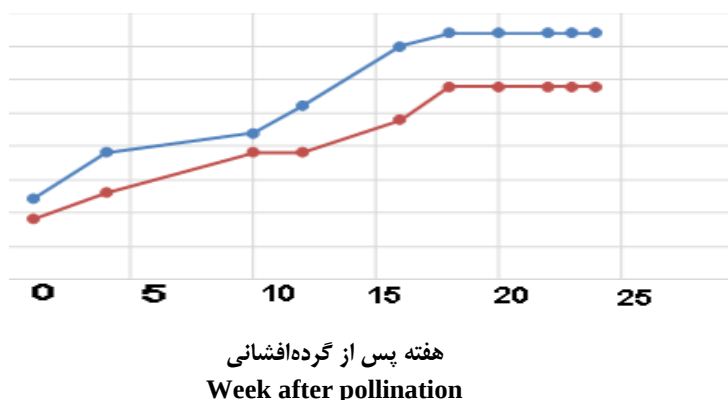
در ژنوتیپ 'G3' (۶ روز) می‌باشد. همچنین بیشترین طول دوره گرده‌ریزی در رقم ماهان (۱۱ روز) و کمترین طول دوره گرده‌ریزی در ژنوتیپ G4 (۶ روز) بوده است، (شکل ۲). عجم گرد و همکاران (Ajamgard et al., 2017) برای تهیه چارت گرده‌افشانی ارقام تجاری پکان در دزفول طی دو سال بررسی، نشان دادند که همه ارقام

در این مطالعه دارای خصوصیت دیکوگامی می‌باشند. در تحقیق آن‌ها، ارقام عمدتاً پروتوزینوس بودند، به جز رقم پرکیو که پروتاندرا بوده است. همچنین در این مطالعه، رقم گراکینگ بیشترین طول دوره گرده‌ریزی را نشان داده است.

جدول ۷- خصوصیات رشدی و فنولوژی در دو منطقه چالکی و گنبد طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۳

Table 7- Vegetative characters in two place between 2020-2024

| رقم<br>Cultivar | مکان<br>Place   | شروع به رشد<br>Growth<br>begining | خزان<br>Abscission | طول دوره رشد<br>Growth<br>length (day) | قدرت رشد<br>Vigority                | عادت رشد<br>Growth<br>habit | شروع باردهی<br>Time of<br>Bearing | تاریخ<br>برداشت<br>Time of<br>harvest |
|-----------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| G3              | گرگان<br>Gorgan | ۱۳ فروردین<br>2 April             | ۹ آذر<br>30 Nov.   | 242                                    | متوسط تا قوی<br>Medium to<br>strong | عمودی<br>Upright            | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۴ آبان‌ماه<br>.Oct 26                 |
| G4              |                 | ۱۳ فروردین<br>2 April             | ۱۰ آذر<br>1 Dec.   | 243                                    | متوسط<br>Medium                     | عمودی<br>Upright            | سال چهارم<br>4 <sup>th</sup> year | ۴ آبان‌ماه<br>.Oct 26                 |
| G43             |                 | ۱۴ فروردین<br>2 April             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 245                                    | متوسط تا قوی<br>Medium to<br>strong | عمودی<br>Upright            | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۶ آبان‌ماه<br>.Oct 26                 |
| G63             |                 | ۱۴ فروردین<br>2 April             | ۹ آذر<br>30 Nov.   | 240                                    | متوسط<br>Medium                     | گسترده<br>Widspread         | سال چهارم<br>4 <sup>th</sup> year | 6 آبان‌ماه<br>.Oct 26                 |
| ماهان           |                 | ۱۳ فروردین<br>2 April             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 247                                    | متوسط تا قوی<br>Medium to<br>strong | عمودی<br>Upright            | سال چهارم<br>4 <sup>th</sup> year | ۴ آبان‌ماه<br>.Oct 26                 |
| کومانچ          |                 | ۱۸ فروردین<br>2 April             | ۹ آذر<br>30 Nov.   | 237                                    | قوی<br>Strong                       | عمودی<br>Upright            | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | 4 آبان‌ماه<br>.Oct 26                 |
| G3              | گنبد<br>Gonbad  | ۳ فروردین<br>March 23             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 257                                    | قوی<br>Strong                       | عمودی<br>Upright            | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۲۰ مهرماه<br>.Oct 26                  |
| G4              |                 | ۴ فروردین<br>March 24             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 256                                    | متوسط<br>Medium                     | عمودی<br>Upright            | سال چهارم<br>4 <sup>th</sup> year | ۲۰ مهرماه<br>.Oct 26                  |
| G43             |                 | ۳ فروردین<br>March 24             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 257                                    | قوی<br>Strong                       | Semi-upright                | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۲۳ مهرماه<br>.Oct 15                  |
| G63             |                 | ۳ فروردین<br>March 23             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 257                                    | متوسط<br>Medium                     | گسترده<br>Widspread         | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۲۰ مهرماه<br>.Oct 26                  |
| ماهان           |                 | ۵ فروردین<br>25 March             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 256                                    | متوسط تا قوی<br>Medium to<br>strong | عمودی<br>Upright            | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۱۷ مهرماه<br>.Oct 26                  |
| کومانچ          |                 | ۵ فروردین<br>25 March             | ۱۴ آذر<br>5 Dec.   | 256                                    | متوسط تا قوی<br>Medium to<br>strong | عمودی<br>Upright            | سال سوم<br>3 <sup>th</sup> year   | ۱۷ مهرماه<br>.Oct 26                  |



شکل ۱- تغییرات طول و قطر میوه پکان پس از گرده‌افشانی در طی فصل رتد (خط قرمز: قطر میوه، خط آبی: طول میوه)  
Figure 1- The fruit length and width changes of pecan after pollination by week (Red line: Fruit width, Blue line: Fruit Length)

جدول ۸- شکل میوه و رنگ مغز ژنوتیپ‌ها و ارقام براساس استاندارد دسکریپتور پکان

Table 8- Fruit shape and nut color of pecan genotypes and cultivars due to descriptor

| رقم/ژنوتیپ<br>Cultivar/Genotype | شکل میوه<br>Fruit shape            | رنگ مغز<br>Kernel color     |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| G3                              | بیضوی زاویه دار<br>Oblong elliptic | کرم رنگ<br>Cream            |
| G4                              | بیضوی زاویه دار<br>Oblong elliptic | طلایی<br>Golden             |
| G43                             | بیضوی زاویه دار<br>Oblong elliptic | کرم رنگ<br>cream            |
| G63                             | بیضوی<br>Elliptic                  | طلایی<br>Golden             |
| کومانچ<br>Comanch               | بیضوی زاویه دار<br>Oblong elliptic | قهوه‌ای روشن<br>Light-brown |

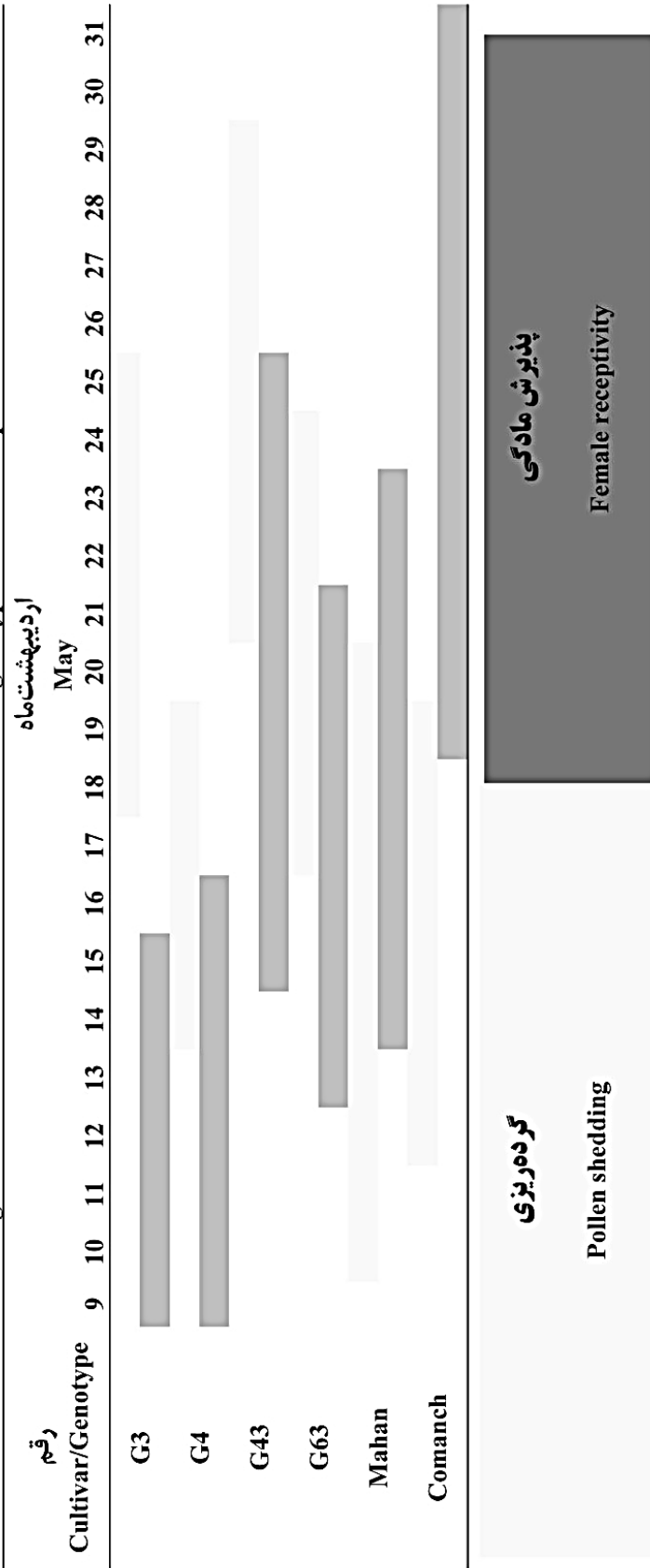
## نتیجه‌گیری

موجود در استان بذری بوده و مشکلات ناشی از دیکوگامی و دیرباردهی در برخی از آن‌ها مشهود می‌باشد. این طرح که در دو مرحله رویشی و زایشی انجام گردید، ارزیابی ژرمپلاسم منتخب پکان در استان با هدف استفاده از پتانسیل ژنتیکی موجود استان و نیز مقایسه با ارقام تجاری موجود در کشور برای معرفی و توسعه در احداث باغات جدید در استان صورت گرفت. چنانچه نتایج دو مرحله این تحقیق نشان می‌دهد که برخی از ژنوتیپ‌های معرفی‌شده دارای قابلیت رقابت با ارقام تجاری موجود می‌باشند که مستلزم ادامه بررسی در سال‌های اوج باردهی و بلوغ درخت خواهد بود. طول فصل رشد در بین ارقام در منطقه گنبد ۲۵۷ روز و در گرگان از ۲۳۷ تا ۲۴۷ روز متفاوت بود. همچنین تأثیرات شرایط خشکسالی حادث در استان گلستان طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۴۰۲ را باید در تعیین نسبی نتایج دخیل نمود. به‌عنوان جمع‌بندی، براساس ارزیابی این دو مرحله و با در نظر گرفتن شرایط رشد و باردهی، سه ژنوتیپ 'G4'، 'G43' و 'G63' می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش جهت توسعه مد نظر قرار داده شوند.

در سال‌های اخیر اقبال عمومی به کاشت پکان در استان زیاده بوده است که دلایل متعددی برای آن وجود دارد، از جمله مقاومت خوب درختان قدیمی پکان در استان به تنش‌های دمایی از جمله دماهای بالای تابستان، سرمای دیررس بهاره و سرمای زمستان مشابه دی ماه سال ۱۳۸۶ و پاییز ۱۳۹۵ که به سایر گونه‌های باغی خسارات قابل توجهی وارد آورد و درختان پکان موجود کمترین آسیب را داشتند. همچنین در مقایسه با باغات هسته‌دار استان که عمدتاً در نوار میانی پراکنده‌اند و طی سال‌های پیش گسترش و علاقمندی زیادی داشته‌اند، ولی در سال‌های اخیر مبتلا به مشکلات متعدد از جمله کوتاهی عمر به‌سبب خسارات بالای بیماری و آفات و همچنین هزینه‌های بالای سم‌پاشی و هرس بوده‌اند، مدیریت باغات پکان به مراتب کم هزینه‌تر و مناسب‌تر می‌باشد. از طرفی، قیمت قابل توجه آجیل و خشکبار و قابلیت انبارداری مناسب آن باعث گردیده است که توجه عمومی به‌سوی این خشکبار با ارزش جلب گردد. عمدتاً درختان

شکل ۲- چارت گرده افشانی ارقام و ژنوتیپ‌های پکان در استان گلستان.

Figure2- Pollination chart of Pecan cultivars and genotypes in Golestan province.



## References

1. Ajamgard, F., Rahemi, M., & Vahdati, K. (2017). Determining the pollinizer of pecan cultivars. *Journal of Nuts*, 1(8), 41-48.
2. Ajamgard, F., & Hasani, D. (2007). *Investigating and comparing the quantitative and qualitative performance of pecan cultivars*. Final Report, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Dezful, Iran. 21 pp. (in Persian)
3. Aleta, N., & Ninot, N. (1993). Field evaluation of 21 cultivars in catalonta (Spain). *International Walnut Meeting. Tarragon, Spain*. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.311.38>
4. Badyal, J.M., & Upadhayay, S.K. (2004). *Evaluation of various cultivars of pecan under subtropical climate of India*. VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics. Nauni, Solan, India. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.662.21>
5. Crane, H.L., & Hardy, M.B.(1934). Interrelation between cultural treatment of pecan trees, the size and degree of filling of the nuts and the composition of kernels. *Journal of Agricultural Research*, 49, 648-661.
6. Esmaeili, F., Sarli, R., & Khodadad, M. (2018). Measurement of climatic index for tourism development in rural and urban areas (case study: Gonbad). *Iranian Natural Ecosystems*, 9(2), 127-144. (in Persian)
7. Fronza, D., Hamann, J.J., Both, V., Anese, R.O., & Meyer, E.A. (2018). Pecan cultivation: General aspects, *Ciência Rural*, 48(2), 1-9. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>
8. Ghazaeian, M. (2012). *Study of vegetative and reproductive traits of some pecan genotypes in Golestan province*. Final Report, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Gorgan, Iran. 28 p. (in Persian)
9. Perez, A., Pollack, S., Johnson, D., Krissoff, B., & Calvin, L. (1997). *Fruit and Tree Nuts Situation and Outlook*. Commercial Agriculture Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, August 1997, FTS-280. 53 p.
10. McKay, J.W. (1947). Embryology of pecan. *Journal of Agricultural Research*, 74, 263-283.
11. Rajaram, S., Burke, K., Connell, B., Myint, T., & Sabaté, J.(2001). A monounsaturated fatty acid-rich pecan-enriched diet favorably alters the serum lipid profile of healthy men and women. *Journal of Nutrition*, 131, 2275-2279. <https://doi.org/10.1093/jn/131.9.2275>
12. Rui, Zh., Fangren, P., & Li,Y. (2015). Pecan production in China. *Scientia Horticulturae*, 197, 719-727. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.035>
13. Tamponi, G.(1990). *Introduction and evaluation of pecan cultivar in Italy*. I International Symposium on Walnut Production. Budapest, Hungary.
14. Tuzcu, M., Kaplankiran, K., & Yesiloglu, T. (1993). Present status and prospect of pecan nut culture and trials in Turkey. International Walnut Meeting. Tarragon, Spain.
15. Ul, H., Syed, Zia, H., Asghar, S., Iqbal, M., Saleem, A., Iqbal, S., Batool, I., Rehman, A., Abdul, M., Khan, S., Rafique, R., Khalid, S., Zulfiqar, B., Bibi, R., Malik, S., & Attiq, A. (2023). Multilocation adaptability studies of pecan nut for assessing the scope of pecan nut cultivation in Punjab. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2(2), 83-90.
16. Wolstenholme, B.N. (1980). The ecology of pecan trees. Part 1. Characteristics of the native habitat. *The Pecan Quarterly*, 13(2), 32-35.
17. Wood, B.W., Smith, M., Worley, R.E., Thompson, T., & Grauke, L.J. (1997). Reproductive and vegetative characteristics of pecan cultivars. *Hort Science*, 32(6), 1028-1033. <http://doi.org/10.21273/hortsci.32.6.1028>
18. Zhang, R.Q., Lv, F.D., He, F., & Li, B. (2002). Cultural regionalization for the introduced pecan tree in China III: region designation and description. *Journal of Central South University*, 22, 14-19.