

Investigation of flower phenology, xenia and metaxenia in some of commercial hazelnut cultivars

Davood Javadi Mojaddad^{*1}, Vali Rabiei², Farhang Razavi³,
Ebrahim Abedi Gheslghi⁴

1. Corresponding Author, Ph.D. Student. of Physiology and Fruit Trees Breeding, Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: javadi.davood@znu.ac.ir
2. Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: rabiei@znu.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: razavi.farhang@znu.ac.ir
4. Assistant Prof. of Horticulture Crops Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran. E-mail: e.abedi@areo.ir

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 02.07.2021

Revised: 06.07.2021

Accepted: 06.20.2021

Keywords:

Catkin,
Endosperm,
Pollinizer,
Protandrous,
Stigma

ABSTRACT

Background and Objectives: Pollination is one of the most critical stages for kernel formation in nut fruits, and without pollination, most fruit will be blanks, so that, to commercial production of hazelnut orchards, should be used two or more cultivars as pollinizer. The aim of this study was to investigate the phenology of flowers, xenia and metaxenia in four commercial hazelnut cultivars and select a suitable and compatible pollinizer for four commercial hazelnut cultivars.

Materials and Methods: This study was conducted as a two-factor factorial in a completely randomized design. The first factor is pollen, and the second factor is four cultivars having three replications in the period of 2019-2020 in Astara Horticultural Research Station. Gerde Eshkvarat, Riasnet, Daviana and Negret were used as pollinizer cultivars and Ronde, Nems, Ganjeh and Atrak cultivars were selected as maternal cultivars. In addition to open pollination (control), self-pollination of maternal cultivars was performed. At the time of fruit ripening, 100 nuts were harvested from each treatment, the variables related to the quantitative characteristics of the fruit, and the nut kernel were determined.

Results: The results of phenology showed that the cultivars were protandrous and the opening time of male flowers (catkins) and shedding of pollen grains were from mid-January to March 24. The opening time of female flower clusters and stigma ready to accept pollen grains varied from January 19 to March 31. The study of xenia and metaxenia in this study showed that the quantitative traits of nut and kernel were strongly influenced by the sources of pollen grains. Increased fruit set and kernel percentage by 87% and 49.84% and the percentage of fruit drop decreased to 31.65% and blank nut by 10.86%. However, when pollen grains of Gerde Eshkvarat cultivar were used, the percentage of fruit set, nut and kernel weight and percentage of kernel decreased to 75.86%, 2.48 g and 46.64%, respectively, and the percentage of blank nut with 15.60% and dropping fruit increased by 41.6. In the case of self-pollination, the percentage of fruit drop and the amount of blank nut increased and the percentage of fruit set, nut kernel weight, and kernel percentage decreased.

Conclusion: Based on the results, the source of pollen grains affected nut and kernel characteristics of hazelnuts through xenia and metaxenia effects. The effects of treatments on important components of hazelnut yield (nut and kernel weight, kernel and fruit set percentage, fruit drop and blank percentage) were remarkable and it was statistically significant at the 5% probability level. Therefore, for the economic production of hazelnut orchards, pollinizer cultivars should be used that overlap with the main cultivars in terms of pollination period and genetic compatibility.

Cite this article: Javadi Mojaddad, Davood, Rabiei, Vali, Razavi, Farhang, Abedi Gheshlaghi, Ebrahim. 2022. Investigation of flower phenology, xenia and metaxenia in some of commercial hazelnut cultivars. *Journal of Plant Production Research*, 29 (1), 155-171.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2021.18900.2788

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی فنولوژی گل، ردگذاری و فراردگذاری در برخی از ارقام تجاری فندق

داوود جوادی مجدد^{۱*}، ولی ربیعی^۲، فرهنگ رضوی^۳، ابراهیم عابدی قشلاقی^۴

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: javadi.davood@znu.ac.ir
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: rabiei@znu.ac.ir
۳. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: razavi.farhang@znu.ac.ir
۴. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: e.abedi@areo.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: گرده‌افشانی در خشک میوه‌ها یکی از بحرانی‌ترین مراحل تشکیل مغز می‌باشد و بدون گرده‌افشانی اکثر میوه‌ها پوک و یا دارای مغز چروکیده خواهند شد. بنابراین، در باغ‌های فندق برای تولید محصول اقتصادی بایستی از دو یا چند رقم به عنوان گرده‌دهنده استفاده شود، هدف از انجام این پژوهش، بررسی فنولوژی گل، ردگذاری ^۱ و فراردگذاری ^۲ تعیین گرده‌دهنده مناسب و سازگار برای چهار رقم تجاری فندق بود.
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰	مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با دو عامل رقم و منبع دانه گرده، در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات باغبانی آستارا انجام شد. ارقام گرد اشکورات، ریاسنت، داویانا و نگرت به عنوان ارقام گرده‌دهنده و ارقام روند، نمسا، گنجه و اترک به عنوان ارقام مادری انتخاب شدند در زمان رسیدن میوه‌ها از هر تیمار تعداد ۱۰۰ میوه برداشت شد و متغیرهای مربوط به خصوصیات کمی میوه و مغز مورد ارزیابی قرار گرفتند.
واژه‌های کلیدی: آندوسپرم، شاتون، کلاله، گرده‌دهنده، نر پیش‌رس	یافته‌ها: نتایج به دست آمده نشان داد که ارقام مورد بررسی، از نظر گل‌دهی دارای صفت نر پیش‌رس ^۳ بودند و دامنه زمانی باز شدن گل‌های نر و ریزش دانه گرده از ۱۵ دی تا ۳ اسفند و دامنه زمانی باز شدن خوشه گل ماده و آمادگی کلاله برای پذیرش دانه‌گرده از ۲۸ دی تا ۱۰ اسفند متغیر بود. بررسی ردگذاری و فراردگذاری در این مطالعه نشان داد که صفات کمی میوه و مغز میوه به شدت تحت تأثیر منبع دانه گرده قرار گرفتند. در تیمار استفاده از رقم داویانا

1- Xenia
2- Metaxenia
3- Protandrious

به عنوان گرده‌دهنده، وزن میوه، درصد تشکیل میوه، و درصد مغز به ترتیب به ۳/۲۱ گرم، ۸۳/۶۵ درصد و ۴۹/۸۴ درصد نسبت به شاهد افزایش و میزان ریزش میوه به ۳۱/۶۵ درصد و پوکی میوه با ۱۰/۸۶ درصد کاهش یافت. اما زمانی که از دانه گرده رقم گرد اشکورات استفاده شد درصد تشکیل میوه، وزن میوه و درصد مغز به ترتیب به ۷۵/۸۶ درصد، ۲/۴۸ گرم و ۴۶/۶۴ درصد کاهش و درصد پوکی میوه به ۱۵/۶۰ درصد و ریزش میوه به ۴۱/۶ افزایش یافت. در حالت خودگرده‌افشانی درصد ریزش میوه به ۸۶/۴۲ و میزان پوکی میوه به ۸۵/۴ افزایش یافت و درصد تشکیل میوه، وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز به ترتیب به ۳۳/۸ درصد، ۱/۷۵ گرم، ۰/۴۰ گرم، ۲۲/۸ درصد کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: نتایج بیانگر آن بود که منبع دانه گرده برخی از خصوصیات کمی میوه و مغز (وزن میوه و مغز، درصد مغزدار بودن، درصد تشکیل میوه، درصد ریزش میوه و درصد پوکی) را از طریق ردگذاری و فراردگذاری تحت‌تأثیر قرار داد و اثر تیمارها، روی اجزای مهم عملکرد فندق قابل توجه و از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بنابراین، برای تولید محصول اقتصادی در باغ‌های فندق، بایستی از یک یا چند رقم گرده‌دهنده که با ارقام اصلی سازگار و از لحاظ بازه زمانی گرده‌افشانی هم‌پوشانی دارند، استفاده کرد.

استناد: جوادی مجدد، داوود، ربیعی، ولی، رضوی، فرهنگ، عابدی قشلاقی، ابراهیم (۱۴۰۱). بررسی فنولوژی گل، ردگذاری و فراردگذاری در برخی از ارقام تجاری فندق. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۹ (۱)، ۱۷۱-۱۵۵.

DOI: 10.22069/JOPP.2021.18900.2788



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

فندق (*Corylus avellana* L.) درختچه‌ای بسیار قدیمی متعلق به راسته راش^۱ از خانواده توسکا^۲ می‌باشد. فندق اروپایی (*Corylus avellana* L.) به دلیل ارزش غذایی، اقتصادی، دارویی و گونه‌های دیگر به دلیل استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و صنایع چوب مورد توجه هستند. تعداد کروموزم‌های جنس کوریلوس $2x=2n=22$ عدد می‌باشد. فندق درختی تک‌پایه و دوجنسی است و گل‌های نر به صورت شاتون و گل‌های ماده به صورت خوشه چندتایی^۳ روی شاخه‌های یک‌ساله وجود می‌آیند. گل‌های فندق در اواخر پاییز تا اواسط زمستان باز می‌شود. دو مکانیزم ناهم‌رسی و خودناسازگاری در گل‌های فندق، از خودگشنی جلوگیری کرده و دگرگشنی را تسهیل می‌کند (۱).

بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد^۴، سطح زیر کشت و تولید فندق در سال ۲۰۱۹ به ترتیب به ۱۰۰۰۲۳۱ هکتار و ۱۱۲۵۲۱۷ تن رسید. ترکیه با حدود ۷۷۶۰۴۶ تن از تولید جهانی سال‌هاست که به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده فندق در جهان مطرح می‌باشد و پس از آن ایتالیا، آذربایجان، ایالات متحده آمریکا، شیلی، گرجستان، چین، ایران، اسپانیا و فرانسه در رتبه‌های دوم تا دهم قرار دارند (۲). سطح زیر کشت فندق در ایران (شامل درختان بارور و غیربارور) ۲۹ هزار هکتار و میزان تولید سالانه این میوه در کشور ۲۲ هزار تن در سال می‌باشد. متوسط عملکرد باغ‌های آبی ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و متوسط عملکرد باغ‌های دیم ۷۰۰-۸۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است (۳).

در فندق خودسازگاری و دگرناسازگاری ثابت شده است. طی بررسی‌های انجام شده، مشخص شده خودناسازگاری در فندق از نوع اسپروفتیک بوده و توسط یک جایگاه ژنی S با چند آلل کنترل می‌شود (۴). زمانی که آلل S موجود در دانه گرده مشابه آلل‌های S موجود در مادگی باشد؛ پدیده خودناسازگاری بوقوع می‌پیوندد. (۵، ۶ و ۷).

ناهم‌زمانی در ریزش دانه گرده و پذیرش کلاله و خودناسازگاری می‌تواند با استفاده از ارقام گرده‌دهنده مناسب و سازگار با ارقام اصلی برطرف گردد. مطالعات قبلی نشان دادند که دگرگرده‌افشانی درصد تشکیل میوه را افزایش و میزان میوه‌های پوک و بی‌مغز را کاهش داد. به علاوه دانه گرده، بر اساس خاصیت ردگذاری و فراردگذاری، کیفیت و کمیت مغز و میوه را نیز تحت تأثیر قرار داد (۸ و ۹).

ردگذاری اثر دانه گرده بر بافت جنین و آندوسپرم و فراردگذاری اثر دانه گرده بر بافت تخمدان و بافت‌های اطراف آن می‌باشد (۱۰). مکانیزم فراردگذاری در تلاقی‌های بین هتروفیلا و اولنا بررسی و گزارش گردید که ۴ ژن در این سازوکار دخالت دارند (۱۱) و (۱۲). اثر سه نوع دانه گرده، نگرت، داویانا و کوسفورد بر خصوصیات کمی سه رقم روند، سگورب و فرتیل بررسی و گزارش شد که دانه‌های گرده مختلف اثرات متفاوتی بر خصوصیات کمی میوه و مغز میوه، درصد تشکیل میوه نهایی و پوکی میوه داشتند (۱۳). در تلاقی (*C. heterophylla* × *C. avellana*) اثر قدرت زنده‌مانی و جوانه‌زنی دانه‌گرده در ارقام گرده‌دهنده مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که این دو عامل نقش به‌سزایی بر خصوصیات میوه و مغز میوه داشتند؛ به طوری که دانه‌های گرده قوی‌تر و سازگار، میوه‌های پر مغزتر و سنگین‌تر و دانه‌های گرده ضعیف، میوه کوچک‌تر و دارای مغز چروکیده تولید کردند (۱۴).

- 1- Fagales
- 2- Betulacea
- 3- Glomerulus
- 4- Food and Agriculture Organization of the United Nations

حالت گرده‌افشانی آزاد شدند (۹). بررسی فنولوژی گل در روند، فرتیل و گرداشکورات نشان داد که ارقام مورد مطالعه نرپیش‌رس (پروتاندر) بودند. هم‌چنین در این بررسی سنگین‌ترین میوه و مغز میوه، بیش‌ترین درصد مغز و کم‌ترین درصد پوکی میوه موقع استفاده از دانه‌های گرده قوی و سازگار مشاهده شد. دانه‌های گرده شصتک باعث کاهش وزن میوه و مغز میوه، افزایش درصد پوکی میوه و بی‌مغزی شد (۴).

دانه‌های گرده مختلف، اثرات متفاوتی روی برخی از خصوصیات کمی میوه دارند و می‌توان با استفاده از گرده‌دهنده مناسب و سازگار با رقم یا ارقام تجاری میزان عملکرد را تا ۶۰ درصد افزایش داد. هدف از این پژوهش انتخاب و دستیابی به ارقام گرده‌دهنده مناسب، برای چهار رقم تجاری روند، نمسا، اترک، گنجه است که اخیراً در ایران مورد کشت کار قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات باغبانی آستارا در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل منبع دانه‌گرده و رقم اجرا شد. در این مطالعه علاوه بر فنولوژی گل‌های ارقام، تأثیر دانه‌های گرده ۴ رقم گرداشکورات، ریاسنت، داویانا، نگرت، هم‌چنین خودگرده‌افشانی و گرده‌افشانی آزاد روی خصوصیات کمی میوه و مغز در چهار رقم فندق تجاری روند، نمسا، گنجه و اترک مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش در دو مرحله اجرا شد. در مرحله اول فنولوژی گل و در مرحله بعدی اثر دانه‌های گرده متفاوت و نوع گرده‌افشانی مورد مطالعه قرار گرفت.

در بررسی فنولوژی گل، از زمان زرد شدن شاتون‌ها تا زمان تمام گل خوشه گل ماده، یادداشت‌بردارهای لازم انجام و با رسم فنوگرام و

در بررسی اثر دانه‌گرده مختلف در شاه بلوط، زمان برداشت، اندازه میوه و مغز، میزان قند، روغن، پروتئین، آمیلاز و محتوای ویتامین C تحت‌تأثیر نوع دانه‌گرده قرار گرفتند ولی اثر آن بر میزان نشاسته کل و میزان رطوبت قابل‌توجه نبود (۱۵). اثر متفاوت دانه‌های گرده مختلف در گرده‌افشانی مصنوعی فندق، بر درصد تشکیل میوه و خصوصیات کمی مغز و میوه رقم بارسلونا گزارش شد (۱۶). ارقام گرده‌دهنده "یورک" و "فیلکس" روی ارقام جدید مانند "مک دونالد"، "وپ استار" مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که این ارقام گرده‌دهنده وزن میوه و مغز، درصد تشکیل میوه، درصد مغز افزایش و درصد پوکی را کاهش دادند (۱۷). در پژوهش دیگری اثر دو نوع گرده‌دهنده اتا و تتا روی ارقام مقاوم به ایست‌بلائی مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که دانه‌های گرده اتا و تتا روی خصوصیات کمی میوه‌های جفرسون، ویلامت و سانتیام تأثیر معنی‌داری داشتند (۱۸).

اثرات دانه‌های گرده تامبول، سوری، فوشا بر میزان تشکیل میوه، درصد مغز و بی‌مغزی و هم‌چنین کیفیت میوه و مغز میوه ارقام الله‌وردی، یاسی بادام، کالین کارا و پالاز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که دانه‌های گرده متفاوت روی خصوصیات کمی ارقام مادری اثر داشتند و در حالت خودگرده‌افشانی متغیرهای کمی میوه و مغز به شدت کاهش نشان دادند (۸). در بررسی اثر دانه‌های گرده متفاوت روی خصوصیات کیفی و ترکیبات بیوشیمیایی ۵ رقم فندق تجاری الله‌وردی، تامبول، پالاز، چاکیل داک و فوشا، نتایج حاصل نشان داد که برخی از خصوصیات کیفی و ترکیبات زیست‌شیمیایی ارقام مادری تحت‌تأثیر دانه‌گرده قرار گرفتند به طوری که برخی از دانه‌های گرده موجب افزایش و برخی موجب کاهش ترکیبات زیست‌شیمیایی به ویژه اسیدهای چرب نسبت به

۰/۰۰۱ گرم و کولیس دیجیتالی GLANGLU ساخت ژاپن با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد. ابتدا تعداد ۱۰۰ عدد میوه از هر تیمار برداشت شده و توزین گردید. از میان ۱۰۰ میوه فندق ۲۰ میوه به‌طور تصادفی انتخاب و به‌طور طولی و قطری اندازه‌گیری شدند و با معدل‌گیری میانگین طول و قطر میوه به‌دست آمد. ۲۰ میوه شکسته شده و مغز از پوسته جدا شده و توزین شدند تا وزن مغز و پوسته محاسبه شود، ابعاد مغزها به‌طور طولی و قطری اندازه‌گیری و با میانگین‌گیری محاسبه شد.

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 تحت ویندوز انجام شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

فنولوژی گل: نتایج بررسی‌های فنولوژی گل نشان داد که ارقام مورد بررسی از لحاظ فنولوژی گل نر پیش‌رس^۱ بوده و تنها رقم نگرته حالت ماده پیش‌رس^۲ بود. زمان باز شدن گل نر (شاتون‌ها) و ریزش دانه‌گرده با پذیرش کلاله متفاوت بود. همان‌طوری‌که در دیاگرام فنولوژی مشاهده می‌شود زمان شروع باز شدن شاتون‌ها و ریزش دانه‌گرده در ارقام مورد مطالعه از ۱۵ دی تا ۳ اسفند و زمان پذیرش کلاله از ۲۸ دی تا ۱۰ اسفند متغیر بود. در زودگل‌ترین رقم (روند) و ژنوتیپ (گرد اشکورات) زمان باز شدن شاتون‌ها و زیرش دانه‌های گرده از ۲۰ دی تا اسفند و پذیرش کلاله ۳۰ دی تا ۲۰ بهمن و در دیرگل‌ترین رقم (داویانا) زمان ریزش دانه‌گرده ۲۵ بهمن تا ۳ اسفند و زمان پذیرش کلاله ۳۰ بهمن تا ۱۰ اسفند صورت گرفت (شکل ۱).

انطباق زمان‌های گل‌دهی، فنولوژی گل‌دهی در ارقام مورد نظر مشخص گردید.

برای تعیین ردگذاری و فرارگذاری، از ارقامی که به‌عنوان پایه‌گرده‌دهنده انتخاب شده بودند؛ در زمان زرد شدن نوک شاتون، شاخه‌های دارای شاتون‌ها جمع‌آوری و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) داخل آب قرار گرفتند تا دانه‌های گرده ریزش کنند. دانه‌ها پس از ریزش روی کاغذهای روغنی با استفاده از اسکارپر جمع‌آوری و در شیشه‌های درب‌دار ریخته و تا زمان باز شدن و ظهور منگوله‌های قرمز رنگ، گل‌های ماده در فریزر و دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. شاتون‌های پایه مادری قبل از ظهور کلاله‌های قرمز رنگ منگوله‌ای، حذف شده و شاخه‌ها با پاکت‌های سلوفانی پوشیده شدند. زمانی که کلاله‌های قرمز رنگ ظاهر شدند به آرامی پاکت‌ها از روی شاخه‌های انتخاب شده برداشته شده و گل‌ها شمارش و با دانه‌های گرده جمع‌آوری‌شده گرده‌افشانی گردیدند و دوباره پاکت‌ها بر روی شاخه‌های تیمار شده قرار گرفتند تا دوره مؤثر گرده‌افشانی سپری شود. قبل از گرده‌افشانی، ابتدا قدرت و درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده جمع‌آوری شده تعیین گردید. برای تعیین قدرت و درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده از محلول غذایی شامل ۲۰ درصد ساکارز، ۱ درصد آگار و ۵۵ میلی‌گرم در لیتر آب مقطر استفاده شد (۸).

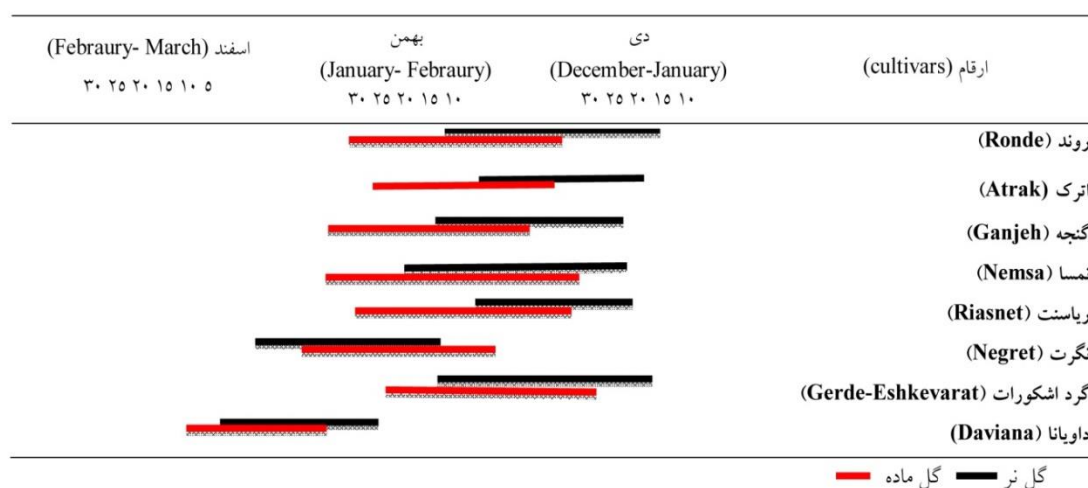
در زمان رسیدن کامل میوه، میوه‌های هر شاخه به‌طور جداگانه برداشت گردید و تعداد میوه‌های تشکیل شده شمارش گردید و درصد تشکیل میوه محاسبه شد سپس بقیه پارامترها مانند وزن میوه و مغز، ابعاد میوه و مغز آن، درصد مغز، نسبت پوست به مغز، درصد پوکی، شکل میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای ارزیابی خصوصیات کمی مغز و میوه فندق از ترازوی دقیق KAREN 004 ساخت آلمان با دقت

1- Protanderious

2- Protogenious

بودند که نتایج این پژوهش با یافته‌های حاصل از مطالعاتی ترکیه، شیلی، ایران انجام شدند همخوانی داشت. در این مطالعات نشان داده شد که ارقام مورد مطالعه از نظر زمان باز شدن گل با هم تفاوت قابل توجهی داشتند و بیش‌تر ارقام حالت نر پیش‌رسی داشتند (۵، ۱۹ و ۲۰)

یافته‌های به‌دست آمده نشان داد که ارقام مورد مطالعه از نظر فنولوژی گل تفاوت چشمگیری با هم داشتند به‌طوری‌که زمان باز شدن گل‌های نر و ریزش دانه‌گرده در همه آن‌ها، به‌جز نگر، زودتر از پذیرش کلاله بود. بنابراین، بیش‌تر ارقام مورد مطالعه از نظر فنولوژی گل دارای حالت پروتاندری (نر پیش‌رس)



شکل ۱- فنوگرام فنولوژی گل‌های نر و ماده ارقام فندق.

Fig. 1. Phenogram of phenology in male and female flowers of hazelnut cultivars.

بالای ۶۰ درصد بود. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی ۸۷/۶۲ در رقم داویانا و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی ۶۸/۸۰ در ژنوتیپ گرد اشکورات مشاهده شد و جوانه‌زنی ارقام ریاسنت و نگر به ترتیب ۷۸/۹۰ و ۷۵/۶۵ بود. درصد جوانه‌زنی در تولید مغز سالم و با کیفیت نقش به‌سزایی بازی می‌کند و هرچه درصد جوانه‌زنی و قدرت زنده‌مانی دانه‌گرده بالا باشد؛ می‌تواند میوه‌های درشت‌تر و پرمغزتر تولید کند و درصد میوه‌های بی‌مغز نیز به همان نسبت کاهش خواهد یافت (۴ و ۸).

نتایج اثر دانه‌گرده بر خصوصیات میوه و مغز میوه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، دانه‌گرده رقم و اثر متقابل آن‌ها درصد تشکیل میوه و ریزش میوه و برخی از خصوصیات میوه و مغز مانند وزن میوه و مغز، درصد مغزداری و درصد پوکی را به‌طور معنی‌دار در سطح ۵ درصد تحت تأثیر قرار داد. طول و عرض میوه و مغز فقط تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت و تحت تأثیر نوع دانه‌گرده و اثر متقابل دانه‌گرده و رقم قرار نگرفت (جدول ۱).

درصد تشکیل میوه نهایی درصد جوانه‌زنی: درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده در همه ارقام گرده‌دهنده

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رقم، دانه گرده و اثر متقابل رقم و دانه گرده روی چهار رقم میوه.

Table 1. Analysis of variance of cultivar, pollen grain and cultivar interaction in pollen grain on four hazelnut cultivars.

منبع SOV	درجه آزادی df	تشکیل میوه Fruit set	وزن میوه Nut weight	وزن مغز Kernel weight	طول میوه Nut length	عرض میوه Nut width	طول مغز Kernel length	عرض مغز Kernel width	درصد مغز Kernel percent	پوکی Blankness nut	ریزش میوه Fruit drop
بلوک Block	2	52.498 ^{ns}	0.028 ^{ns}	0.109 ^{ns}	0.241 ^{ns}	0.212 ^{ns}	0.282 ^{ns}	0.185 ^{ns}	4.398 ^{ns}	113.616 ^{ns}	51.528 ^{ns}
رقم Cultivar	3	36.468*	2.269*	.583*	.541*	0.405*	0.485*	.436*	6.595*	10.546*	36.468*
دانه گرده Pollen	5	1967.810*	4.241*	1.958*	0.825 ^{ns}	0.702 ^{ns}	0.732 ^{ns}	0.628 ^{ns}	10.747*	509.193*	1967.810*
رقم × دانه گرده Pollen × Cultivar	15	6.970*	1.280*	0.854*	0.09 ^{ns}	0.026 ^{ns}	0.033 ^{ns}	0.065 ^{ns}	1.37*	9.633*	6.970*
اشتباه Error	46	2.030	0.120	0.017	0.040	0.032	0.021	0.032	0.631	1.464	0.879
کل Total	71										
ضریب تغییرات (درصد) C.V(%)		16.8	13.8	12.7	15.4	21.6	25.4	12.5	15.8	18.6	21.3

* اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و ^{ns} عدم اختلاف معنی دار

* Significant difference at the level of 5% and ns; no significant difference

شدند (۸ و ۹). در این مطالعه نیز دیده شد که دانه‌های گرده داویانا و ریاسنت باعث افزایش و دانه‌های گرده نگرت و گرد اشکورات باعث کاهش میزان تشکیل میوه نسبت به شاهد شدند. این یافته با یافته‌های حاصل از بررسی‌های اثر متقابل دانه‌های گرده نگرت، داویانا، کوسفورد و ارقام مادری روند، فرتیل و سگورب مطابقت داشت (۱۳).

وزن میوه و مغز: بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر دانه گرده، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر وزن میوه و مغز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس جدول ۲ (مقایسه میانگین‌ها) ارقام مادری با توجه به نوع دانه گرده دارای میوه‌هایی با وزن‌های متفاوت تولید کردند. زمانی که از دانه گرده داویانا و ریاسنت استفاده گردید، وزن میوه و مغز نسبت به شاهد افزایش نشان داد به طوری که به ترتیب از ۲/۵۳ به ۲/۸۶ گرم و از ۱/۲۱ به ۱/۴۳ گرم رسید. ولی زمانی که از دانه گرده گرد اشکورات استفاده شد وزن میوه و مغز سیر کاهشی نشان دادند و از ۲/۵۳ به ۲/۴۸ تنزل کرد. اگرچه تفاوت مشاهده شده از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. میوه‌های حاصل از تلاقی‌های دانه‌گرده داویانا با ارقام روند، اترک، گنجه و نمسا به ترتیب دارای وزن ۲/۷۵، ۳/۲۵، ۳/۲۰ و ۳/۱۲ گرم و میوه‌های حاصل از تلاقی ارقام روند، اترک، گنجه و نمسا با گرد اشکورات به ترتیب ۲/۴۸، ۲/۸۵، ۲/۶۰ و ۲/۷۰ گرم بود. میوه‌های حاصل از تلاقی‌های روند، اترک، گنجه و نمسا بانگرت و گرده‌افشانی آزاد تفاوتی نشان ندادند و همگی در یک گروه قرار گرفتند. در حالت خودگرده‌افشانی وزن میوه به ۱/۷۵ گرم کاهش یافت.

بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر دانه گرده، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر میزان تشکیل میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر دانه گرده بر درصد تشکیل میوه متغیر بود و دامنه آن از ۷۳/۸۶ درصد تا ۸۳/۵۸ درصد نوسان داشت. زمانی که در تلاقی از دانه‌گرده داویانا با قدرت جوانه‌زنی زنده‌مانی بیش‌تری نسبت به سایر ارقام، استفاده شد. درصد تشکیل نهایی میوه نسبت به گرده‌افشانی آزاد افزایش یافت. درصد نهایی تشکیل میوه در تلاقی‌های حاصل از دانه‌گرده داویانا با روند، اترک، گنجه و نمسا به ترتیب ۸۳/۶۴، ۸۲/۷۰، ۸۳/۶۰ و ۸۲/۶۴ درصد بود (جدول‌های ۲ و ۳). وقتی از دانه گرده گرد اشکورات در تلاقی استفاده شد درصد تشکیل میوه نهایی در تلاقی‌های حاصل روند، اترک، گنجه و نمسا با گرد اشکورات به ترتیب ۷۳/۶۲، ۷۶/۵۰، ۷۵/۶۸ و ۷۳/۶۲ درصد محاسبه گردید. درصد تشکیل میوه بین تلاقی‌های روند، اترک، گنجه و نمسا با نگرت و گرده‌افشانی آزاد تفاوت نشان ندادند و در حالت خودگرده‌افشانی درصد تشکیل میوه به شدت کاهش یافت و به ۵۰/۸۰ درصد رسید. این یافته با یافته‌های آزمایش‌های قبلی مطابقت داشت (۸ و ۹)؛ به طوری‌که وقتی از دانه گرده دارای قدرت جوانه‌زنی و زنده‌مانی بالا استفاده می‌شود؛ رشد لوله گرده سریع و کامل انجام شده و به محض آمادگی تخمک‌ها، تلقیح سریع صورت گرفته و جنین تشکیل می‌گردد. ولی زمانی که از دانه گرده ضعیف استفاده می‌گردد؛ تشکیل میوه نیز به‌علت قدرت جوانه‌زنی پایین، با مشکل روبرو می‌شود. گزارش متعددی نشان دادند که منبع دانه گرده روی میزان تشکیل میوه اثر داشته و برخی باعث افزایش و برخی باعث کاهش درصد تشکیل میوه

جدول ۲- میانگین اثر دانه‌گرده بر خصوصیات میوه و مغز ارقام فندق.

Table 2. The mean of pollen grains effects on nut and kernel characteristics in hazelnut cultivars.

ریش میوه Fruit drop (%)	پوکی Blankness nut (%)	درصد مغز Kernel percent (%)	عرض مغز Kernel width (mm)	طول مغز Kernel length (mm)	عرض میوه Nut width (mm)	طول میوه Nut length (mm)	وزن مغز Kernel weight (gr)	وزن میوه Nut weight (gr)	تشکیل میوه Fruit set (%)	ارقام گرده‌دهنده Pollinizer
41.6 ^b	18.60 ^c	46.64 ^c	16.40 ^a	17.65 ^a	20.56 ^a	21.5 ^a	1.12 ^c	2.48 ^c	73.86 ^c	گرد اشکورات Gerd Eshkvarat
28.80 ^c	11.82 ^d	47.97 ^b	16.31 ^a	16.53 ^a	20.48 ^a	20.84 ^a	1.27 ^{ab}	2.70 ^{ab}	78.53 ^b	ریاسنت Ryasnent
25.65 ^d	10.86 ^d	49.84 ^a	16.50 ^a	17.70 ^a	20.73 ^a	21.62 ^a	1.42 ^a	2.86 ^a	83.65 ^a	داویانا Daviana
32.71 ^c	13.70 ^{cd}	46.15 ^c	16.30 ^a	16.62 ^a	20.60 ^a	20.78 ^a	1.18 ^{cd}	2.50 ^b	76.85 ^b	نگرت Negrate
86.42 ^a	85.4 ^a	22.8 ^d	12.10 ^b	1.23 ^b	18.78 ^b	19.30 ^b	0.40 ^d	1.75 ^d	33.80 ^d	خودگشایی Self pollinition
32.60 ^c	18.70 ^b	47.60 ^b	16.20 ^a	16.36 ^a	20.45 ^a	20.81 ^a	1.21 ^{cd}	2.53 ^c	75.90 ^b	گرده‌افشایی آزاد Open pollination

*Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5 % probability
میانگین‌های با حروف مختلف در ستون نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن هستند

(جدول‌های ۳ و ۴)، میوه‌های حاصل از تلاقی‌هایی داویانا با روند، اترک، گنجه و نمسا به ترتیب ۴۹/۳۹، ۴۹/۲۷، ۴۷/۴۵ و ۵۰ درصد مغز داشتند. ولی زمانی که از گرده گرد اشکورات استفاده شد میوه‌های حاصل به ترتیب دارای ۴۴/۲۴، ۴۵/۸۰، ۴۶/۴۲ و ۴۶/۳۲ درصد مغز بودند. اگرچه درصد مغز میوه‌های حاصل از تلاقی با دانه‌های گرده نگر و ریاسنت تفاوت چشمگیری نشان نداد. در حالت خودگرده‌افشانی درصد مغز نسبت به پوسته کاهش بسیار شدیدی نشان داد. این یافته با یافته‌های مطالعات قبلی در گردو (۱۱) فندق (۸، ۹، ۱۳ و ۲۰) و بلوط (۲۱) مطابقت داشت که خود مؤید این نکته بود که گرده مختلف می‌تواند برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه و مغز را تحت تأثیر قرار دهند.

همان طوری که در گزارش‌های قبلی ذکر گردیده، منبع دانه گرده اثر متفاوتی روی درصد مغز داشت. در این مطالعه نیز مشاهده شد که دانه‌های گرده قوی و دارای قدرت زنده‌مانی بالا مغز کامل تولید می‌کنند ولی دانه‌های گرده با درصد جوانه‌زنی و زنده‌مانی پایین جنین‌های ناقص تولید می‌کنند که باعث کاهش نسبت مغز به پوسته می‌گردند. از دیگر علل اثر دانه گرده روی درصد مغز می‌توان به ناهم‌زمانی ریزش و پذیرش کلالة و خودناسازگاری باشد. زیرا در حالت خودگشنی مغز کامل تشکیل نمی‌شود و مغز نمی‌تواند بیش از ۰/۲ میلی‌متر رشد کند (۸، ۱۶ و ۲۰).

درصد پوکی: بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، میوه‌های حاصل از تلاقی‌های دانه‌های گرده مختلف و ارقام مادری از نظر درصد پوکی با هم تفاوت چشمگیری داشتند و این اختلاف از لحاظ آماری نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همان‌طوری که در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۲) مشاهده می‌گردد درصد پوکی میوه‌های حاصل از تلاقی‌هایی که در آن‌ها داویانا به عنوان پایه گرده‌دهنده

مغز میوه‌های حاصل از تلاقی‌های پایه‌های مادری روند، اترک، گنجه و نمسا با دانه‌گرده داویانا به ترتیب ۱/۳۶، ۱/۷، ۱/۶۸ و ۱/۶۳ گرم و مغز میوه‌های حاصل از تلاقی‌های پایه‌های مادری روند، اترک، گنجه و نمسا با دانه گرده گرد اشکورات به ترتیب ۱/۱۳، ۱/۴۲، ۱/۳ و ۱/۳۳ گرم بود. مغز میوه حاصل از ریاسنت و نگر در یک گروه قرار گرفتند. این یافته، با یافته‌های محققان دیگر (۵، ۸، ۹ و ۲۰) که نشان دادند دانه‌های گرده مختلف روی درصد تشکیل میوه، درصد مغز و درصد پوکی مؤثر هستند، مطابقت داشت. در این مطالعه نیز مشاهده شد که دانه‌های گرده متفاوت روی وزن مغز و میوه اثر قابل‌توجهی داشتند و برخی از دانه‌ها موجب افزایش و برخی موجب کاهش متغیرهای فوق شدند. از طرفی دیده شد که خودگشنی موجب کاهش وزن میوه، مغز، افزایش ریزش میوه و درصد پوکی گردید. این موضوع را می‌توان به قدرت جوانه‌زنی و سازگاری ارقام گرده‌دهنده با ارقام مادری نسبت داد زیرا دانه‌های گرده‌ای که قدرت جوانه‌زنی بالایی دارند خود را سریع‌تر به انتهای تخمدان رسانده و سریع‌تر با تخمک ترکیب شده و جنین کامل‌تر تولید می‌کنند. در تلاقی‌های سازگار میزان RNA نسبت به تلاقی‌های ناسازگار بیشتر می‌باشد و این موجب رشد سریع لوله گرده و رسیدن آن به انتهای تخمدان شده و سریع‌تر با تخمک آماده ترکیب و میوه درشت‌تر و سنگین‌تر تولید می‌کنند (۴ و ۸).

درصد مغز: میوه‌های حاصل از تلاقی‌های مختلف از نظر درصد مغز تفاوت چشمگیری داشتند (جدول ۲). میوه‌های حاصل از تلاقی داویانا با ارقام مادری دارای بیش‌ترین درصد مغز (۸۴/۴۹) و میوه‌های حاصل از تلاقی ارقام مادری با دانه گرده گرد اشکورات دارای کمترین درصد مغز (۲۴/۴۴) بودند. همان‌طوری‌که در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل مشاهده گردید

نیز مشاهده شد که ابعاد میوه و مغز فندق به صورت جزئی تحت تأثیر دانه گرده قرار گرفت و اختلاف به وجود آمده در اثر منبع دانه گرده از نظر آماری معنی دار نبود ولی اختلاف بین خود گرده افشانی و گرده افشانی کنترل شده و گرده افشانی آزاد معنی دار بود (۶، ۸، ۲۰ و ۲۲).

درصد ریزش میوه: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) و نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول‌های ۲، ۳ و ۴) و با توجه به دانه‌های گرده استفاده شده، درصد ریزش میوه تفاوت چشمگیری نشان داد. همان‌طوری که در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول‌های ۳ و ۴) مشاهده می‌گردد، تلقیح با دانه گرده داویانا منجر به کاهش درصد ریزش میوه گردید، درحالی که تلقیح با دانه گرده ژنوتیپ اشکورات میزان ریزش میوه را نسبت به گرده افشانی آزاد افزایش یافت. همچنین درصد ریزش میوه در حالت خودگشنی نسبت به دگرگشنی شدت افزایش یافت. در مطالعاتی که در گردو (۲۱)، شاهبلوط (۱۵) و فندق (۴، ۵، ۹ و ۲۰) انجام شد ریزش میوه به شدت تحت تأثیر منبع دانه گرده قرار گرفت که می‌تواند به قدرت جوانه‌زنی، قدرت زندمانی دانه گرده، رسیدن سریع لوله گرده به انتهای تخمدان، لقاح و تشکیل جنین نسبت داده شود. در این پژوهش نیز مشاهده شد که زمان استفاده از دانه‌های گرده قوی و سازگار درصد ریزش میوه به شدت کاهش یافت و زمانی که از دانه گرده ضعیف و ناسازگار استفاده شد ریزش نیز افزایش یافت. گزارش‌هایی وجود دارد که در تلاقی‌های سازگار میزان RNA نسبت به تلاقی‌های ناسازگار بیشتر بوده و این عامل موجب رشد لوله گرده، تلقیح سریع و کاهش شدید ریزش شد (۱ و ۱۴).

استفاده شد دارای کم‌ترین درصد پوکی (۱۰/۸۶) و زمانی که از گرده گرد اشکورات استفاده شد میوه‌های حاصل دارای بیش‌ترین درصد پوکی (۱۵/۶۰) بودند. درصد بی‌مغزی در تلاقی‌های ارقام مادری با ریاست و نگر تفاوت قابل توجهی نداشتند و این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌داری نبود. در حالت خودگرده افشانی درصد پوکی نسبت گرده افشانی آزاد به شدت افزایش نشان داد (جدول‌های ۳ و ۴). اثر دانه گرده روی پوکی به خودناسازگاری و درصد جوانه‌زنی دانه گرده مربوط می‌گردد و بر اساس مطالعات قبلی درصد پوکی به دلیل خودناسازگاری و ناهم‌زمانی ریزش دانه گرده و پذیرش کلاله می‌باشد. در ترکیبات خودناسازگار دو آنزیم RNase و Kinase وجود دارد که باعث تخریب RNA لوله گرده شده و از رسیدن به انتهای خامه جلوگیری کرده و تلقیح صورت نمی‌گیرد، در نتیجه جنین تشکیل نمی‌گردد و بیش‌تر میوه‌ها پوک خواهند شد (۱۲ و ۱۵).

ابعاد میوه و مغز: همان‌طوری که در جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) مشاهده می‌شود ابعاد میوه و مغز میوه تحت تأثیر دانه‌گرده قرار نگرفتند و اختلاف مشاهده شده از لحاظ آماری نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. ولی اختلاف به وجود آمده بین حالت خودگرده افشانی و گرده افشانی کنترل شده در سطح ۵ درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. ابعاد میوه و ابعاد مغز در حالت خودگرده افشانی به شدت کاهش نشان داد ولی در تلاقی‌های انجام شده اختلاف به وجود آمده معنی‌دار نبود ولی زمانی که از دانه گرده داویانا استفاده گردید ابعاد مغز تفاوت چشمگیری نشان داد. در حالت خودگشنی ابعاد مغز میوه به شدت کاهش یافت (جدول‌های ۳ و ۴). در مطالعات قبلی

جدول ۳- میانگین اثرات متقابل ارقام گرده‌دهنده و والد مادری بر خصوصیات میوه و مغز ارقام رونده و اترک ۱۳۹۸-۱۳۹۹.

Table 3. The mean of interaction effects of paternal and maternal cultivars on nut and kernel characteristics in Ronde and Atrak hazelnut cultivars in 2019-2020.

ریش میوه Fruit drop percent (%)	پوکی Blankness nut (%)	درصد مغز Kernel percent (%)	عرض مغز Kernel width (mm)	طول مغز Kernel length (mm)	عرض میوه Nut width (mm)	طول میوه Nut length (mm)	وزن مغز Kernel weight (gr)	وزن میوه Nut Weight (gr)	تشکیل میوه Fruit set (%)	ارقام گرده‌دهنده Pollinizer cultivar	ارقام مادری Maternal cultivar
41.68 ^b	18.82 ^c	44.24 ^c	12.74 ^a	15.70 ^a	17.52 ^a	18.63 ^a	1.13 ^c	2.48 ^c	73.62 ^{bc}	گرد اشکورات Gerd Eshkvarat	
40.25 ^c	11.76 ^d	47.38 ^b	13.50 ^a	16.68 ^a	17.57 ^a	19.30 ^a	1.25 ^{ab}	2.63 ^{ab}	79.80 ^b	ریاسنت Ryasnien	
32.46 ^d	10.87 ^d	49.39 ^a	15.63 ^a	16.82 ^a	18.38 ^a	19.70 ^a	1.36 ^a	2.75 ^a	85.64 ^a	داویانا Daviana	رونده Ronde
42.67 ^b	14.76 ^{cd}	46.36 ^{bc}	14.59 ^a	15.90 ^a	17.42 ^a	18.82 ^a	1.20 ^b	2.68 ^b	74.95 ^c	نگرت Negrate	
85.15 ^a	84.60 ^a	28.10 ^d	7.20 ^b	9.73 ^b	13.61 ^b	14.60 ^b	0.38 ^d	1.25 ^d	62.73 ^d	خودگشتی Self polliniation	
39.39 ^c	13.68 ^b	47.44 ^b	14.80 ^a	15.64 ^a	17.49 ^a	18.76 ^a	1.18 ^{bc}	2.50 ^c	75.56 ^c	گرده‌افشانی آزاد Open pollination	
43.48 ^b	13.82 ^c	45.80 ^c	13.74 ^a	16.70 ^a	18.80 ^a	20.80 ^a	1.42 ^c	3.10 ^c	76.50 ^b	گرد اشکورات Gerd Eshkvarat	
35.30 ^c	10.80 ^d	47.61 ^b	14.50 ^a	15.68 ^a	18.57 ^a	19.68 ^a	1.60 ^{ab}	3.36 ^{ab}	81.90 ^a	ریاسنت Ryasnien	
31.46 ^d	9.46 ^d	49.27 ^a	14.63 ^a	16.82 ^a	18.38 ^a	20.76 ^a	1.70 ^a	3.45 ^a	83.70 ^a	داویانا Daviana	اترک Atrak
38.67 ^c	15.60 ^{cd}	45.60 ^{bc}	13.59 ^a	15.90 ^a	18.42 ^a	19.70 ^a	1.40 ^b	3.07 ^b	73.80 ^b	نگرت Negrate	
85.15 ^a	86.60 ^a	27.45 ^d	12.20 ^b	14.73 ^b	16.61 ^b	15.60 ^b	0.42 ^d	1.53 ^d	42.73 ^d	خودگشتی Self polliniation	
40.39 ^c	11.68 ^b	46.84 ^b	13.80 ^a	15.64 ^a	18.49 ^a	19.82 ^a	1.50 ^{bc}	3.20 ^c	72.65 ^b	گرده‌افشانی آزاد Open pollination	

*Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5% probability
 میانگین‌های با حروف مختلف در ستون نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن هستند

جدول ۴- میانگین اثرات متقابل ارقام گرددهنده و والد مادری روی خصوصیات میوه و مغز ارقام کبچه و نمسا ۱۳۹۹-۱۳۹۸.

Table 4. The mean of interaction effects of paternal and maternal cultivars on nut and kernel characteristics in Ganjeh and Nemsa, hazelnut cultivars in 2019-2020.

ریزش میوه Fruit drop percent (%)	پوکی Blankness nut (%)	درصد مغز Kernel percent (%)	عرض مغز Kernel width (mm)	طول مغز Kernel length (mm)	عرض میوه Nut width (mm)	طول میوه Nut length (mm)	وزن مغز Kernel weight (gr)	وزن میوه Nut Weight (gr)	تشکیل میوه Fruit set (%)	ارقام گرددهنده Pollinizer cultivar	ارقام مادری Maternal cultivar
41.68 ^b	18.82 ^c	46.42 ^b	15.74 ^a	17.70 ^a	19.80 ^a	21.63 ^a	1.30 ^c	2.80 ^c	75.68 ^b	گرد اشکورات Gerd Eshkvarat	
40.25 ^c	10.76 ^d	50 ^a	14.70 ^a	16.68 ^a	18.80 ^a	20.76 ^a	1.60 ^{ab}	3.20 ^{ab}	80.70 ^{ab}	ریاست Ryasanen	
32.46 ^d	9.87 ^d	49.5 ^a	16.90 ^a	17.82 ^a	20.18 ^a	21.70 ^a	1.68 ^a	3.40 ^a	83.60 ^a	داویانا Daviana	کبچه Ganjeh
42.67 ^b	12.76 ^c	47.45 ^b	16.59 ^a	16.90 ^a	19.60 ^a	19.92 ^a	1.40 ^b	2.95 ^b	76.83 ^b	نگرت Negrate	
85.15 ^a	84.60 ^a	32.10 ^c	13.20 ^b	14.73 ^b	15.70 ^b	16.86 ^b	0.50 ^c	1.56 ^d	53.73 ^d	خودگشنی Self pollination	
39.39 ^c	16.68 ^b	47.88 ^b	15.80 ^a	16.64 ^a	18.80 ^a	19.90 ^a	1.36 ^b	2.84 ^c	76.56 ^b	گردافشانی آزاد Open pollination	
36.60 ^b	16.60 ^c	45.80 ^c	13.74 ^a	16.70 ^a	18.80 ^a	20.63 ^a	1.33 ^c	2.90 ^c	73.62 ^c	گرد اشکورات Gerd Eshkvarat	
32.48 ^c	11.40 ^d	47.61 ^{ab}	14.50 ^a	15.68 ^a	18.57 ^a	19.76 ^a	1.50 ^{ab}	3.15 ^{ab}	79.57 ^{ab}	ریاست Ryasanen	
30.60 ^d	10.90 ^d	50 ^a	14.63 ^a	16.82 ^a	18.38 ^a	20.70 ^a	1.63 ^a	3.26 ^a	82.64 ^a	داویانا Daviana	نمسا Nemsa
40.72 ^b	14.65 ^{cd}	47.58 ^b	13.59 ^a	15.90 ^a	18.42 ^a	19.82 ^a	1.38 ^b	2.92 ^b	74.95 ^b	نگرت Negrate	
83.23 ^a	87.60 ^a	28.48 ^d	12.20 ^b	14.73 ^b	16.61 ^b	18.60 ^b	0.45 ^d	1.60 ^d	58.73 ^d	خودگشنی Self pollination	
34.58 ^c	15.68 ^b	47.47 ^b	13.80 ^a	15.64 ^a	18.49 ^a	19.76 ^a	1.40 ^{bc}	2.96 ^c	76.56 ^b	گردافشانی آزاد Open pollination	

*Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5% probability

نتیجه‌گیری

اشکورات وزن مغز و میوه، درصد مغزدار بودن، درصد تشکیل میوه نسبت به گرده‌افشانی آزاد کاهش و درصد ریزش میوه و درصد پوکی افزایش نشان داد. در حالت خودگشنی وزن مغز و میوه، درصد مغزدار بودن، درصد تشکیل میوه به شدت کاهش و درصد ریزش میوه و درصد پوکی افزایش نشان داد. بنابراین باید برای تولید محصول اقتصادی از یک یا چند رقم گرده‌دهنده استفاده کرد که از نظر زمان گل‌دهی همپوشانی و از نظر ژنتیکی با رقم یا ارقام اصلی سازگاری داشته باشند.

بر اساس نتایج حاصل، نتیجه‌گیری شد که منبع دانه گرده برخی از خصوصیات کمی مغز و میوه را به شدت تحت تأثیر قرار داد و موجب تغییر در خصوصیات کمی مغز و میوه فندق از طریق ردگذاری و فراردگذاری گردید. به طوری که در زمان استفاده از دانه گرده سازگار قوی و با قدرت جوانه‌زنی بالا مانند داویانا و یا ریاسنت، وزن میوه و مغز فندق، درصد مغزدار بودن، درصد تشکیل میوه نسبت به گرده‌افشانی آزاد افزایش یافت و درصد ریزش میوه و درصد پوکی به شدت کاهش یافت ولی هنگام استفاده از دانه گرده ضعیف با درصد جوانه‌زنی پایین مانند نگر و گرد

منابع

- Mehlenbacher, S.A. 2014. Geographic distribution of incompatibility alleles in cultivars and selections of European hazelnut. J. Am. Soc. Hort. Sci. 139: 191-212.
- FAO. 2020. Agricultural production, crops primary. 2021. <<http://www.fao.org/faostat>.
- Ahmadi, K.A., Badzadeh, H., Hatami, F., Hosseinpour, R. and Abadshah, H. 2019. Agricultural statistic of Horticultural Products. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. 157p (In Persian)
- Javadi Mojaddad, D. and Abedi Gheshlaghi, E. 2020. Effect of Pollen Sources on Nut Characteristics of Some Hazelnut (*Corylus avellana*) Cultivars in East of Guilan Province. Iranian J. Hort. Sci. Tech. 21: 3. 225-236. (In Persian)
- Balik, H.I. and Beyhan, N. 2019a. Pollen compatibility in Turkish hazelnut cultivar. Turk J. Food Agric. Sci. 1: 12-17.
- Hosseinpour, A., Seifi, E., Javadi, D., Ramazanpour, S. and Molnar, T. 2015. A preliminary study on pollen compatibility of some hazelnut cultivars in Iran. Adv. Hort. Sci. 29: 1. 13-16.
- Silva, J.L., Brennan, A.C. and Mejías, J.A. 2016. Population genetics of self-incompatibility in a clade of relict cliff-dwelling plant species. AoB Plants 8, plw029.
- Balik, H.I. and Beyhan, N. 2019b. Xenia and metaxenia in hazelnuts: Effects of pollinizer cultivars on nut set and nut characteristics of some hazelnut cultivars. Akad. Zir. Der. 8: 9-18.
- Balik, H.I. and Beyhan, N. 2020. Xenia and metaxenia affects bioactive compounds of hazelnut. Turk J. Food Agric. Sci. 2: 2. 42-49.
- Denney, J.O. 1992. Xenia includes metaxenia. Hort. Sci. 27: 7. 722-728.
- Hou, S., Zhao, T., Yang, D., Li, Q., Liang, L., Wang, G. and Ma, Q. 2021. Selection and Validation of Reference Genes for Quantitative RT-PCR Analysis in *Corylus heterophylla* Fisch. × *Corylus avellana* L. Plants. 10: 159: 1-19.
- Yang, D. 2017. Cloning and Expression Analysis of S Locus Related Gene based on RNA-Seq in Ping'ou Hybrid Hazelnut (*Corylus heterophylla* Fisch. × *Corylus avellana* L.). Master's Thesis, Southwest University, Chongqing, China, 2017.

13. Rahemi, M. and Mojadad, J.D. 2001. Effect of pollen source on nut and kernel characteristics of hazelnut. *Acta Hort.* 556: 371-376.
14. Xie, M. and Liu, Z.P. 2014. Studies on pollen viability and pollen stigma compatibility of hybrid hazelnut. *Proceedings VIII. International Congress on Hazelnut. Acta Hort.* 1052: 117-119.
15. Xuhui, Z., Deyi, Y., Feng, Z.F., Xiaoming, F., Jing, T. and Zhoujun, Z. 2016. A study on the xenia effect in *Castanea henryi*. *Hort. Plant J.* 2: 86. 301-308.
16. Ascari, L., Guastella, D., Sigwebela, M., Engelbrecht, G., Stubbs, O. and Hills, D. 2018. Artificial pollination on hazelnut in South Africa: preliminary data and perspectives. *Acta Hort.* 1226: 141-147.
17. Mehlenbacher, S.A., Smith, D.C. and McCluskey, R.L. 2018. York' and 'Felix' Hazelnut Pollenizers. *Hort. Sci.* 53: 6. 904-910.
18. Mehlenbacher, S.A., Smith, D.C. and McCluskey, R.L. 2012. 'Eta' and 'Theta' hazelnut pollinizers. *Hort. Sci.* 47: 8. 180-1181.
19. Ellena, M., Sandoval, P., Gonzalez, A., Galdames, R., Jequier, J. and Contreras, M. 2014. Preliminary results of supplementary pollination on hazelnut in South Chile. *Acta Hort.* 1052: 121-128.
20. Fattahi, R., Mohammadzede, M. and Khadivi-Khub, A. 2014. Influence of different pollen sources on nut and kernel characteristics of hazelnut. *Sci. Hort.* 173: 15-19.
21. Golzari, M., Hassani, D., Rahemi, M. and Vahdati, K. 2016. Xenia and metaxenia in Persian walnut (*Juglans regia* L.). *J. Nuts.* 7: 2. 101-108.
22. Erdogan, V. and Mehlenbacher, S.A. 2000. Interspecific hybridization in hazelnut (*Corylus*). *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 125: 4. 489-497.

