مقاله پژوهشی

بررسی زنیا و متازنیا در سه رقم فندق تحت تیمار گرده‌زاهای متفاوت و محلول‌پاشی روی و بور

مرضیه علیدوست[۱]، شهرام صداقت‌حور[۲]* و ابراهیم عابدی‌قشلاقی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۶)

چکیده

ارقام تجاری فندق (*Corylus avellana* L.) تفاوت قابل توجهی هم از لحاظ سازگاری گرده و هم‌چنین از نظر صفات و ترکیبات میوه و مغز دارند. این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات منابع گرده مختلف بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه در برخی از ارقام فندق ایران انجام شد. این مطالعه به صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل با سه فاکتور که فاکتور اول شامل ارقام تجاری منتخب به عنوان والد مادری (گرداشکورات، فرتیل، سگورب)، فاکتور دوم گرده در چهار سطح شامل خودگرده‌افشانی، گرده حاصل از سه رقم گرچه، بولیبا و داویانا و فاکتور سوم شامل محلول‌پاشی با دو ریزمغذی بور و روی در چهار سطح (شاهد، بور، روی و بور + روی) بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در منطقه اشکورات استان گیلان اجرا شد. نتایج نشان داد در تمامی ارقام مورد مطالعه دیکوگامی وجود داشت و تمام ارقام نرپیش‌رس بودند. نتایج بدست آمده حاکی از معنی‌دار بودن اثرات والد گرده بر صفات بذر و میوه فندق بود. براساس تجزیه واریانس داده‌ها اثر سه جانبه رقم مادری، رقم گرده‌زا و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر ابعاد مغز، پروتئین و فسفر در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین (۱۱/۶ درصد) و کم‌ترین (۸/۸۱ درصد) مقدار پروتئین به ترتیب در تیمار فرتیل با دانه گرده گرچه و محلول‌پاشی بور و روی، و تیمار گرداشکورات با دانه گرده داویانا و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. بیشترین (۲۰۱/۹ درصد) و کم‌ترین (۲۶/۸ درصد) مقدار فسفر به ترتیب در تیمار گرداشکورات با دانه گرده گرچه و محلول‌پاشی روی و تیمار سگورب با دانه گرده بولیبا و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. بیشترین (۱۱۲۵ میلی‌متر مکعب) و کم‌ترین (۷۹۷/۲ میلی‌متر مکعب) حجم مغز به ترتیب با منبع گرده گرچه با محلول‌پاشی و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد.

کلمات کلیدی: پروتئین، تشکیل میوه، ریزمغذی، مغز فندق، ناسازگاری

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی (میوه‌کاری)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

* پست الکترونیک: sedaghathoor@yahoo.com

مقدمه

در سال‌های اخیر، به‌دلیل فواید بالقوه آجیل در سلامتی، این میوه‌ها در تغذیه انسان اهمیت بیشتری پیدا کرده‌اند (فتاحی[1] و همکاران، ۲۰۱۴). فندق یکی از رایج‌ترین محصولات آجیلی در جهان است. مطالعات مربوط به توسعه کشت و تولید محصول فندق به‌دلیل سهم زیاد و عمده تجاری آن در صنایع غذایی همچون شکلات و شیرینی‌پزی افزایش یافته است (اصلیهان[2] و همکاران، ۲۰۱۹). فندق گیاهی چندساله، یک‌پایه و همچنین به عنوان گیاه مدل از خانواده بتولاسه شناخته می‌شود (قالگو[3] و همکاران، ۲۰۱۷). با وجود گونه‌های نرپیش‌رس و خودناسازگار، گرده‌افشانی یکی از مهم‌ترین عوامل برای بدست آوردن عملکرد مناسب و کاهش پوکی در فندق می‌باشد (اصلیهان و همکاران، ۲۰۱۹). ارقام تجاری فندق هم از نظر سازگاری گرده و هم از نظر صفات میوه، مغز و ترکیبات مغز با هم تفاوت دارند که البته برخی از صفات تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند.

میانگین عملکرد فندق در ایران پایین بوده و حدود ۸۸۹ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. بر اساس آمارنامه جهانی خواربار کشاورزی (فائو[4])، سطح زیر کشت فندق از ۹۳۶۰۰۲ هکتار در سال ۲۰۱۷ به ۱۰۰۰۲۳۱ هکتار در سال ۲۰۱۹ رسید. ترکیه با حدود ۷۷۶۰۴۶ تن تولید جهانی سال‌هاست که به عنوان بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده فندق در جهان مطرح می‌باشد و پس از آن ایتالیا با ۹۸۵۳۰ تن، آذربایجان با ۵۳۷۹۳ تن و ایالات متحده آمریکا با ۴۰۰۰۰ تن و شیلی با ۳۵۰۰۰ در رتبه های دوم تا چهارم قرار دارند. گرجستان، چین، ایران و فرانسه در رتبه‌های ششم تا دهم جهان قرار دارند (فائو، ۲۰۲۰). به‌منظور بالا بردن عملکرد، لازم است که میزان تشکیل میوه و توسعه کافی میوه بهبود یابد. برای دستیابی به این هدف تمام فرآیندهای مربوط به تشکیل جوانه گل، گلدهی، لقاح، تشکیل میوه و در نهایت نمو میوه تا زمان برداشت باید در حد معین و مناسبی باشد (ستومایور[5] و همکاران، ۲۰۰۲). محققین متعددی اثرات گرده والد خاص بر ویژگی‌های مغز (زنیا) یا میوه (متازنیا) را در چندین محصول آجیلی گزارش کرده‌اند. زنیا و متازنیا در گردو (گلزاری[6] و همکاران، ۲۰۱۶) و بادام (کومار و داس[7]، ۱۹۹۶) مشاهده شده است. در ارقام فندق مختلف نیز دگرگرده‌افشانی افزایش وزن میوه و مغز و کاهش درصد پوکی را به همراه داشته است (جوادی و عابدی‌قشلاقی، ۱۳۸۵؛ فتاحی و همکاران، ۲۰۱۴).

عوامل زیادی در ایجاد مشکلاتی نظیر پوکی، ریزی دانه‌های فندق، کمی عملکرد و کیفیت پایین میوه دخالت دارند که یکی از آنها تغذیه غیراصولی است. ریزمغذی‌ها عناصر کلیدی در رشد و نمو گیاهان می‌باشند. کمبود آنها در بعضی مواقع مشکلات غیرقابل برگشت را ایجاد می‌کند و مانعی بزرگ برای بهره‌وری، ثبات و پایداری محصولات در بسیاری از خاک‌ها بوده که با روند رو به افزایش گرمای زمین رو به کاهش می‌باشند (کومار و داس، ۱۹۹۶). ریزمغذی‌ها بر بهبود کیفیت، اندازه، رنگ، طعم و مزه و زودرسی میوه‌ها در نتیجه افزایش تقاضا، بهبود بهره‌وری استفاده از NPK و آب، ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها با کاهش وابستگی به مواد-شیمیایی حفاظت کننده گیاه، افزایش عمر پس از برداشت محصولات باغبانی، جلوگیری از ریزش با ممانعت از اختلالات فیزیولوژیکی و در نتیجه افزایش محصول قابل فروش تأثیر گذارند (پاتیل[8] و همکاران، ۲۰۱۸). بور یک ماده غذایی ضروری محسوب می‌شود که با رشد رویشی و زایشی (تولیدمثلی) گیاه همراه بوده و در سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهان آوندی دخیل می‌باشد. به‌دلیل آنکه بور در چندین فرآیند مرتبط زایشی، از جمله گلدهی، رشد لوله گرده و رسیدن میوه دخیل می‌باشد، ضرورت آن در باروری بیش از ساختارهای رویشی گزارش شده است (کریستنسن[9] و همکاران، ۲۰۱۶). روی (Zn) یکی دیگر از ریزمغذی‌های مربوط به تشکیل میوه و باروری است که نقش آن در گلدهی در سنتز تریپتوفان به‌عنوان پیش‌ساز تولید اکسین و ارتقاء گلدهی می‌باشد (ستومایور و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین در فرآیند انتقال متابولیت‌ها به جوانه و یا محل‌های مرتبط با آن می‌باشد و کمبود آن منتج به کوچک و باریک شدن برگ‌ها، کوتاهی میان‌گره و در نهایت خشکیدگی سرشاخه را در پی دارد (پاندیت[10] و همکارن، ۲۰۱۱).

1. Fattahi
2. Aslıhan
3. Gallego
4. FAO
5. Sotomayor
6. Golzari
7. Kumar and Das
8. Patil
9. Christensen
10. Pandit

این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیرات منابع گرده مختلف بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه در برخی از ارقام موجود و غالب در صنعت کشت فندق ایران انجام شد. با توجه به اثرات دانه گرده بر خواص مغز و میوه فندق، این مطالعه از دو جنبه به مرحله اجرا درآمد. جنبه نخست، تأثیرات منابع گرده بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه که از نظر تولید محصول در فندق با وجود دو پدیده مطرح خودناسازگاری و هتروگامی اهمیت فراوانی دارد، مورد مطالعه قرار گرفت. جنبه دیگر کاربرد ریزمغذی‌های دخیل در بهبود فرآیندهای زایشی و رویشی و متعاقبا اثرات متقابل این عوامل بر عملکرد و کیفیت میوه و مغز فندق بمنظور دستیابی به میوه و مغز مطلوب‌تر که دارای مقادیر بالاتری از ترکیبات غذایی (چربی و پروتئین) به‌همراه مقدار پایین صفات نامطلوب در میوه و مغز بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل با سه فاکتور که فاکتور اول شامل ارقام تجاری منتخب به‌عنوان والد مادری (گرداشکورات، فرتیل، سگورب)، فاکتور دوم گرده در چهار سطح شامل خودگرده‌افشانی، گرده حاصل از سه رقم گرچه، بولیبا و داویانا و فاکتور سوم شامل محلول‌پاشی با دو ریزمغذی بور و روی در چهار سطح (شاهد، بور، روی و بور، روی) بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی، در سه تکرار در منطقه اشکورات استان گیلان اجرا شد. به‌همین منظور از هر رقم ۱۶ درخت در ۳ تکرار (شاخه) در جهات جغرافیایی مختلف انتخاب شدند و شاخه‌ها با حذف شاتون‌ها پاکت‌گذاری شدند. بدین ترتیب ۴۸ شاخه بر روی ۱۶ درخت انتخاب شده و تحت تیمارهای مدنظر قرار گرفتند. برای تیمار خودگرده‌افشانی شاخه‌ها بدون حذف شاتون‌ها پاکت‌گذاری شدند. به‌منظور تهیه گرده شاخه‌های دارای شاتون ارقام گرده‌زا در مرحله طویل شدن شاتون و قبل از ریزش دانه گرده در آب قرار گرفتند تا دانه‌های گرده روی کاغذ ریزش کنند. سپس دانه‌های گرده هر رقم بطور جداگانه جمع‌آوری شده و برای حفظ قوه نامیه تا زمان گرده‌افشانی در شیشه‌های درب‌دار در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا از زوال تدریجی توانایی تندش دانه گرده جلوگیری شود (جوادی و عابدی قشلاقی، ۱۳۸۵؛ جوادی و عابدی‌قشلاقی، ۱۳۹۹). زمان باز شدن خوشه گل ماده، تعداد گل‌های ماده ثبت گردید که پس از نمایان شدن کلاله قرمز رنگ با گرده‌های سه رقم بولیبا، گرچه و داویانا به‌صورت دستی گرده‌افشانی گشته و پس از پایان دوره گرده‌افشانی مؤثر پاکت‌ها از روی شاخه‌ها برداشته شدند. محلول‌پاشی به‌صورت دستی و مه‌پاش روی هر درخت انجام گرفت. در طی مدت پژوهش هرگونه عملیات داشت برای تمامی تیمارها به‌طور یکسان انجام شد. تیمارهای محلول-پاشی شامل شاهد، بور با غلظت ۳ در هزار با استفاده اسید بوریک (Eti Maden، ترکیه)، روی با غلظت ۳ در هزار با استفاده از سولفات روی (شرکت سپیدار، ایران)، ترکیب بور و روی (با غلظت مشابه) و محلول‌پاشی در بهار (اردیبهشت) زمانی که فعالیت برگ در بالاترین میزان خود قرار دارد، صورت گرفت (پائولا[1] و همکاران، ۲۰۰۳). در زمان رسیدن و رنگ گرفتن میوه فندق، میوه‌های هرشاخه به‌طور جداگانه برداشت شد و برای تعیین متغیرهای مورد نظر از قبیل شاخص‌های کمی (ابعاد میوه و مغز، حجم میوه و مغز، وزن پوسته سخت، دوقلویی، پوکی) و شاخص‌های کیفی (پروتئین و فسفر) مورد استفاده قرار گرفتند. ابعاد میوه و مغز (طول، عرض و قطر) با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و برحسب تعاریف پلستیک[2] و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد (شکل ۱).

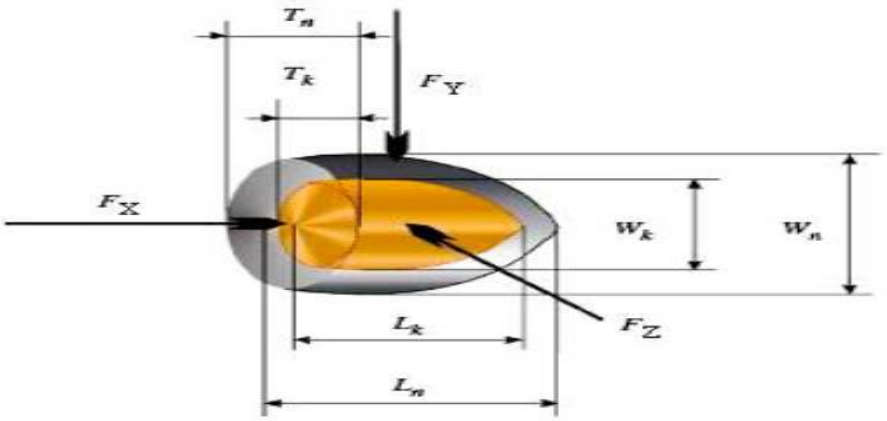
با استفاده از معادله زیر میزان حجم میوه و مغز محاسبه گردید که در آن L طول، W عرض و T قطر میوه یا مغز و Π معادل ۳/۱۴ می‌باشد (والنتینی[3] و همکاران، ۲۰۰۶).

$$V = (4/3)\Pi(L/2)(W/2)(T/2)$$

پس از شکستن میوه‌ها چند صفت نامطلوب از جمله پوکی میوه، دوقلویی و چروکیدگی مغز در هر میوه بررسی و برای هر رقم بر حسب درصد بیان شد.

برای اندازه‌گیری فسفر گیاه نیز از روش مورفی و ریلی[4] (۱۹۶۲) استفاده گردید. در این روش در مرحله اول محلول آمونیوم مولیبدات وانادات تهیه شد و در مرحله دوم ۵ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده را به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیم مولیبدات-وانادات به آن اضافه و با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان جذب نور زرد تشکیل شده به وسیله اسپکتروفتومتر مدل Apel-PD-303UV در طول موج ۴۸۰

1. Paula
2. Pliestic
3. Valentini
4. Murphy and Riley



شکل ۱- ابعاد اصلی میوه و مغز فندق (پلستیک و همکاران، ۲۰۰۶)

(L_n: طول میوه، L_k: طول مغز، W_n: عرض میوه، W_k: عرض مغز، T_n: قطر میوه، T_k: قطر مغز)

نانومتر قرائت شد و با استفاده از منحنی کالیبراسیون (حاصل از محلول‌های استاندارد) تهیه شده، میزان فسفر محاسبه گردید (امامی، ۱۳۷۵).

پروتئین خام به روش کلدال تعیین گردید. مقدار پروتئین کل موجود در نمونه‌ها با استفاده از روش هضم، تقطیر، جمع‌آوری و تیتراسیون کلدال اندازه‌گیری شد و برای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از ضریب ۶/۲۵ استفاده گردید (ا او ا سی[1]، ۱۹۸۴). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار MSTATC (نسخه ۱۹۸۸) و SPSS (نسخه ۲۲) انجام شد. میانگین تیمارها به روش LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تشکیل میوه

در تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر متقابل سه فاکتور رقم، رقم گرده‌زا و محلول‌پاشی بر درصد تشکیل میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بر اساس مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین درصد تشکیل میوه (۹۳/۳) در تیمار رقم سگورب با گرده‌زا بولیبا و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. کمترین درصد تشکیل میوه (۱۱/۸) در تیمار خود گرده‌افشانی گرداشکوارت و بدون محلول‌پاشی بود. ارقام گیاهی با توجه به ماهیت ژنتیکی و شرایط اکولوژیکی از نظر خصوصیات گل و میوه دارای تفاوت‌های قابل توجهی هستند. همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان دادند صفاتی همچون درصد تشکیل میوه که نمود عملکرد هستند، تحت تأثیر رقم، اختلاف معنی‌دار داشتند. کاملا واضح است که تشکیل میوه موفق و هم‌چنین رشد میوه در گیاهان دانه‌دار بستگی غیرقابل انکاری به گرده افشانی و متعاقباً لقاح دارد. با توجه به نتایج ارائه شده، عملکرد میوه ارقام والد مادری به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر منابع گرده قرار گرفت. به‌طوری که در تمامی ارقام مورد مطالعه درصد تشکیل میوه در خودگرده‌افشانی پایین‌تر بود و تحت تأثیر رقم گرده‌زا در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. فتاحی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر منابع مختلف گرده بر خصوصیات میوه و مغز فندق اعلام کردند که استفاده از ارقام گرده‌زا افزایش معنی‌دار تشکیل میوه نهایی را در ارقام مورد مطالعه (سگورب، روند، فرتیل و نگرت) به‌همراه داشت. به‌طوری‌که درصد تشکیل میوه در خودگرده‌افشانی بین بازه ۶/۳ تا ۱۱/۴ درصد و در استفاده از ارقام گرده‌زا بین ۸۲-۶۶ درصد در بین ارقام دارای اختلاف معنی‌دار بود.

جوادی و عابدی‌قشلاقی (۱۳۹۹) گزارش نمودند که استفاده از منابع مختلف گرده (گرچه، پشمینه، شصتک) بر درصد تشکیل میوه سه رقم روند، فرتیل و گرداشکورات تأثیر معنی‌دار داشت و بیشترین تشکیل میوه (۸۷/۵۳ درصد) در رقم روند با گرده‌زای گرچه بدست آمد در حالی‌که در حالت خودگرده‌افشانی گرداشکورات تشکیل میوه به ۲۵/۲۵ درصد کاهش یافت. تحقیق انجام شده بر روی ژنوتیب‌های ارقام خودسازگار بادام نشان داد که اثر نوع گرده بر میزان تولید میوه در بین ژنوتیب‌ها معنی‌دار شد و میزان تشکیل میوه حاصل از گرده‌افشانی آزاد بیشتر از میزان تشکیل میوه حاصل از خودگرده‌افشانی بود و خودگرده‌افشانی باعث کاهش تشکیل میوه به‌طور معنی‌داری شد (مومن‌پور و

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC)

همکاران، ۱۳۹۰). صفت تعداد میوه در خوشه یکی از عوامل موثر در عملکرد درختان محسوب می‌شود که وراثت‌پذیری بالایی دارد. می[1] و همکاران (۲۰۰۰) وراثت پذیری آن را h2=۰/۶۷ اعلام نمودند. این بدین معناست که این صفت به اندازه حدود ۷۰ درصد تحت تأثیر ژنتیکی است و چگونگی آن توسط ژنتیک خود گیاه مشخص می‌شود و سایر عوامل مانند شرایط محیطی و عملیات زراعی تا ۳۰ درصد در چگونگی ایجاد آن نقش دارند.

ابعاد میوه و مغز

ابعاد میوه (طول، عرض و قطر) پارامتری مهم در تعیین اندازه میوه می‌باشد. در این مطالعه تمامی ابعاد میوه و مغز در بین ارقام مادری و تحت تأثیر تیمارهای انجام شده تفاوت معنی‌دار نشان دادند. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر سه جانبه رقم مادری، رقم گرده‌زا و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر تمامی ابعاد مغز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. طبق داده‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین طول مغز (۱۶/۹۰ میلی متر) مربوط به ترکیب تیماری "رقم فرتیل × رقم گرده‌زا داویانا × سولفات‌روی" بود و کمترین طول مغز (۱۲/۰۳ میلی‌متر) در تیمار "رقم سگورب × گرده‌زا بولیبا × اسید بوریک" مشاهده شد. همچنین بیشترین عرض مغز (۱۴/۴۷ میلی‌متر) مربوط به تیمار "رقم فرتیل × خودگرده‌افشانی × اسید بوریک" بود و کمترین عرض مغز (۹/۹۶ میلی‌متر) تحت تیمار "رقم سگورب × گرده‌زا گرچه × بدون محلول پاشی" بدست آمد. بیشترین قطر مغز (۱۲/۷۹ میلی‌متر) مربوط به تیمار "رقم فرتیل × خودگرده‌افشانی × اسید بوریک" بود و کمترین قطر مغز (۷/۵۶ میلی‌متر) در تیمار "رقم سگورب × گرده‌زا داویانا × اسید بوریک و سولفات روی" حاصل شد (شکل ۲). در فندق مهم‌ترین صفات باغی مانند وزن مغز، درصد مغز و قطر پوسته ارثی می‌باشند (فتاحی و همکاران، ۲۰۱۴). وجود زنیا و متازنیا در آزمایش ما روی ارقام مورد مطالعه فندق ثابت شد، لذا معرفی گرده زای مناسب در منطقه از ضروریات است. نتایج‌های حاصل از این پژوهش با اثر زنیا و متازنیا در گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.)، مطابقت داشت. گلزاری و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که اثر منبع گرده بر میزان قطر میوه و مغز، پوسته سخت و وزن پوسته سخت معنی‌دار بود. همچنین میزان تشکیل میوه نیز با استفاده از منبع گرده تفاوت معنی‌دار داشت. گرده‌های رقم دماوند و Z_{60} بطور معنی‌داری وزن و قطر میوه را در برخی از والدهای مادری کاهش داد. منابع گرده بر میزان میوه و مغز تأثیرگذار است و می‌تواند باعث افزایش آن شود و همین‌طور می‌تواند مقدار پوکی میوه را کاهش دهد (جوادی و عابدی‌قشلاقی، ۱۳۸۵). در مطالعه‌ای که تسانتیلی[2] و همکاران (۲۰۱۰) بر روی چند رقم پسته انجام دادند، مشخص شد که طول، عرض و میزان خندانی میوه‌ها و همچنین میزان پروتئین و روغن مغز تحت تأثیر رقم قرار داشت که یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج آنها مطابقت داشت.

حجم میوه یکی از خصوصیاتی است که تولیدکنندگان و اصلاح‌گران فندق بمنظور دستیابی به میوه‌های درشت‌تر به دنبال آن هستند. یکی از شاخص‌های مهم اندازه میوه حجم آن است. این صفت دارای وراثت پذیری متوسط h^2=۰/۵۷ است (تامسون[3]، ۱۹۷۷). در این مطالعه تمامی تیمارها بر حجم میوه و مغز تأثیر معنی‌دار داشت. گرده‌زای داویانا بیشترین حجم میوه (۲۵۰۰ میلی‌مترمکعب) را نسبت به تیمار خودگرده‌افشانی (۲۲۸۱ میلی‌متر مکعب) نشان داد (شکل ۳).

مقایسه میانگین اثرمتقابل رقم گرده‌زا و محلول‌پاشی (جدول ۲) بر حجم میوه و مغز نشان داد که بیشترین حجم میوه و مغز در تیمار رقم گرده‌زا گرچه با محلول‌پاشی اسید بوریک بود، همچنین کمترین حجم میوه و مغز در تیمار گرده‌زا گرچه و شاهد (بدون محلول‌پاشی) مشاهده شد. براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها این پژوهش(جدول۱)، اثر سه جانبه رقم مادری، رقم گرده‌زا و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر حجم میوه و مغز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین (۳۷۷۵ میلی‌متر مکعب) حجم میوه مربوط به تیمار "رقم فرتیل × گرده‌زا گرچه × اسید بوریک و سولفات‌روی" بود و کمترین (۱۴۷۲ میلی‌متر مکعب) حجم میوه در تیمار "رقم سگورب × گرده‌زا گرچه × بدون محلول‌پاشی" بود. همچنین بیشترین (۱۴۱۲ میلی‌متر مکعب) حجم مغز مربوط به تیمار "رقم فرتیل × خودگرده‌افشانی × اسید بوریک و سولفات‌روی" بود و کمترین (۴۹۴/۴ میلی‌متر مکعب) حجم مغز در تیمار "رقم سگورب × گرده‌زا گرچه × بدون محلول‌پاشی" مشاهده شد.

1. Me
2. Tsantili
3. Thompson

در مطالعه ما رقم و منابع گرده بر حجم میوه و مغز معنی‌دار بود که با نتایج فلاحی (۱۳۹۰) و حسین‌پور[1] و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت به‌طوری‌که این معنی‌داری در بین ارقام نیز مشاهده شد. از نتایج قابل توجه تأثیر مثبت ریزمغذی‌های بور و روی به‌خصوص ترکیب آنها بر این صفات بود. احتمالا به‌دلیل فعالیت بیشتر برگ در زمان محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها موجبات تحرک بهتر املاح در گیاه و در نتیجه بهره‌وری بیشتر می‌شود. پائولا و همکاران (۲۰۰۳) افزایش وزن و حجم میوه و مغز را در کاربرد ریزمغذی بور در زمان فعالیت بالای برگ در فندق گزارش نمودند. در میان منابع گرده به‌کار رفته در آزمایش حاضر، رقم گرده‌زای گرچه و داویانا برتری بیشتری در این صفات داشتند. حجم میوه رقم مادری فرتیل نسبت به دو رقم دیگر (سگورب و گرداشکورات) تحت تأثیر منبع گرده بکار رفته در آزمایش افزایش داشت. پاتیل و همکاران (۲۰۱۸) افزایش حجم و عرض میوه انگور را با افزایش غلظت بور در سطح ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نمودند. اوزدمیر و اکینچی[2] (۲۰۰۴) با بررسی صفات فیزیکی مهم ار جمله ابعاد، وزن، حجم میوه و مغز در برخی ارقام فندق ترکیه اعلام نمودند که تمامی این صفت در بین ارقام از نظر آماری اختلاف معنی‌دار داشتند.

پروتئین میوه

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم مادری، رقم گرده‌زا و ریزمغذی‌ها و اثر متقابل فاکتورها بر میزان پروتئین میوه فندق معنی‌دار شد. بیشترین میزان پروتئین میوه (۱۱/۶ درصد) مربوط به رقم فرتیل با منبع گرده گرچه و محلول‌پاشی روی و بور و کمترین مقدار پروتئین (۸/۸۱ درصد) در رقم گرداشکورات با منبع گرده داویانا و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. نتایج حاضر حاکی از تفاوت محتوی پروتئین در بین ارقام است. ژو[3] و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که میانگین پروتئین مغز چند رقم فندق دورگ در آمریکا ۱۷/۱ درصد بود. در نتایج سیهان[4] و همکاران (۲۰۰۷) درصد پروتئین در سه رقم فندق بومی ترکیه در زمان برداشت بین ۱۵/۴۱- ۱۳/۶۶ درصد بود.

بنا بر نتایج این مطالعه گرده‌زای مناسب اثر معنی‌دار بر میزان پروتئین میوه فندق دارد. نتایج حاضر با یافته‌های گلزاری و همکاران (۲۰۱۶) در گردو مطابقت داشت. همچنین گلزاری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که گرده رقم Z_{63} بر پروتئین کل مغز رقم پدرو تأثیر داشت و به میزان ۲/۰۸ درصد میزان پروتئین کل مغز گردو را نسبت به گرده‌افشانی آزاد افزایش داد. در این آزمایش نیز رقم گرده‌زای گرچه به میزان ۰/۶۵ درصد نسبت به خود گرده افشانی به‌طور معنی‌دار مقدار پروتئین مغز را افزایش داد (شکل ۴). در آزمایش حاضر با توجه به اینکه تمام سطوح ریزمغذی‌ها اثر مثبت معنی‌دار از لحاظ آماری بر میزان پروتئین میوه فندق نسبت به تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) داشت، لذا به نظر می‌رسد در این صفت، محلول‌پاشی بور موثرتر از روی بوده است. بایبوردی و ملکوتی[5] (۲۰۰۵) بیشترین میزان پروتئین را در مغز بادام تحت تیمار بور در سطح ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌همراه ازت اعلام نمودند. بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) بیشترین مقدار پروتئین میوه (۱۱/۶ درصد) را ترکیب تیماری "رقم فرتیل × گرده‌زای گرچه × اسید بوریک و سولفات‌روی" و تیمار "رقم فرتیل × گرده‌زای داویانا × سولفات‌روی" داشته است. کمترین مقدار پروتئین میوه (۸/۷۷ درصد) تحت تیمار "رقم گرداشکورات × خودگرده‌افشانی × اسید بوریک و سولفات‌روی" و تیمار "رقم گرداشکورات × گرده‌زای داویانا × بدون محلول‌پاشی" بدست آمد (جدول۳). بر اساس نتایج حاضر می‌توان اظهار داشت که انتخاب رقم گرده‌زا مناسب و همچنین حضور ریزمغذی‌های بهبود دهنده کیفیت میوه از جمله میزان پروتئین میوه فندق بسیار حائز اهمیت می‌باشد اما رقم گرده‌زا می‌تواند اثر محسوس‌تری نسبت به ریزمغذی‌ها داشته باشد.

اوزدمیر و اکینچی (۲۰۰۴) بیان داشتند که فندق منبع خوب انرژی و غنی از پروتئین می‌باشد. عنصر روی، جزء تکمیل‌کننده ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها (روی-آنزیم) می‌باشد. کمبود روی در گیاه با کاهش نسخه‌برداری و افزایش تجزیه ریبونوکلئیک اسید موجب کاهش پروتئین سازی و انباشته شدن اسیدهای آمینه در گیاه می‌شود (مارشنر[6]، ۱۹۹۵). درصد پروتئین به تغذیه گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار می‌گیرد. عنصر روی موجب افزایش انتقال اسیدهای آمینه و همچنین افزایش ساخت ریبونوکلئیک اسید می‌شود که بدین وسیله سنتز

1. Hosseinpour
2. Ozdemir and Akıncı
3. Xu
4. Seyhan
5. Bybordi and Malakouti
6. Marschner

جدول۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات فیزیکی و شیمیایی میوه فندق

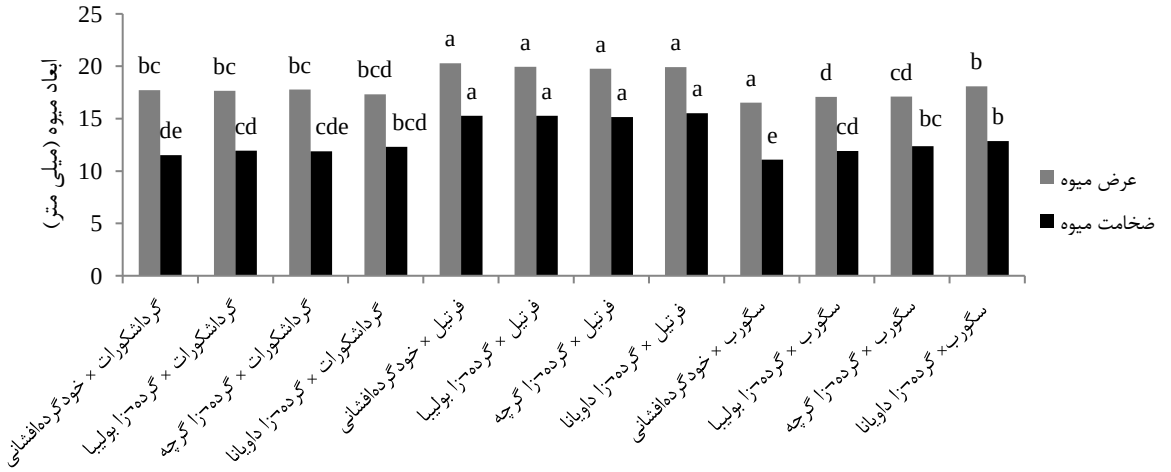
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تشکیل میوه	طول میوه	عرض میوه	قطر میوه	طول مغز	عرض مغز	قطر مغز
تکرار	۲	۴۳/۱۳۰^{ns}	۰/۴۸۳^{ns}	۰/۰۸۵^{ns}	۰/۴۴۵*	۰/۱۴۰^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۶۹۱^{ns}
رقم مادری (A)	۲	۶۵۱/۲۴۸*	۸۱/۸۷۶**	۱۰۷/۹۴۸**	۱۷۵/۷۷۷**	۶۱/۳۸۹**	۲۶/۸۷۲**	۴۲/۹۷۴**
خطا	۴	۶۵/۵۳۸	۰/۱۳۷	۱/۳۷۴	۱/۴۹۴	۰/۰۹۵	۰/۴۴۰	۱/۰۱۳
رقم گرده‌زا (B)	۳	۹۶۳۸/۰۱۵**	۱/۰۸۱*	۰/۵۱۳^{ns}	۵/۳۹۰**	۱/۸۵۱**	۱/۷۹۳*	۰/۸۳۷^{ns}
AB	۶	۱۲۴۴/۲۱۳**	۰/۲۹۳^{ns}	۲/۸۰۰**	۱/۵۱۴**	۰/۷۳۳*	۲/۹۵۶**	۱/۴۳۳*
ریزمغذی (C)	۳	۱۰۴۳/۷۵۴*	۳/۱۱۸**	۲/۲۴۸*	۲/۵۱۸**	۱/۳۸۶**	۳/۶۵۴**	۲/۷۸۹**
AC	۶	۷۵۷/۳۲۰*	۲/۱۲۹**	۳/۰۹۰**	۰/۹۱۴^{ns}	۰/۹۳۳*	۲/۴۹۲**	۲/۳۴۰**
BC	۹	۷۶۳/۲۴۶*	۱/۱۰۲**	۳/۴۹۲**	۱/۸۶۳**	۱/۲۳۹**	۲/۰۶۹**	۱/۶۵۷*
ABC	۱۸	۱۱۶۳/۹۸۵**	۰/۸۶۴**	۱/۱۰۰^{ns}	۱/۲۰۸**	۱/۹۹۰**	۱/۵۱۰**	۱/۸۸۷**
خطا	۹۰	۲۹۵/۹۷۱	۰/۳۴۰	۰/۸۵۳	۰/۴۶۳	۰/۳۳۳	۰/۴۸۳	۰/۶۴۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳۴/۷۶	۳/۱۴	۵/۰۶	۵/۲۰	۳/۹۹	۵/۳۶	۸/۱۳

^{ns}، * و **: به ترتیب نشان دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول۱ (ادامه) - تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات فیزیکی و شیمیایی میوه فندق

	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		حجم میوه	حجم مغز	پوکی	چروکیدگی	پروتئین	فسفر
تکرار	۲	۳۷۴۰۶/۱۱۸^{ns}	۱۳۷۸۸/۸۰۱^{ns}	۹۰۴/۲۳^{ns}	۱۲۱/۸۹^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۲/۵۵^{ns}
رقم مادری (A)	۲	۲۵۲۹۲۷۵۷/۶۹۸**	۲۰۳۲۰۶۸/۰۱۳**	۱۴۱۰/۶۰*	۳۴۷۰/۳۰*	۵/۰۷*	۶۴۹۲/۰۶**
خطا	۴	۱۵۴۹۷۱/۱۷۵	۲۵۷۶۱/۲۴۴	۱۹۲/۴۴	۲۷۹/۹۴	۰/۵۴	۴/۵۰
رقم گرده‌زا (B)	۳	۳۰۷۳۲۵/۷۰۶**	۱۱۸۴۳/۱۲۲^{ns}	۱۵۴۲/۴۲*	۱۹۰۵/۸۸**	۲/۳۵**	۲۲۷۹۶/۰۲**
AB	۶	۱۷۷۳۰۸/۳۲۹*	۶۷۰۳۴/۲۲۸**	۱۰۱۴/۳۸*	۱۹۷۴/۵۷**	۰/۹۲**	۷۲۲۷/۹۵**
ریزمغذی (C)	۳	۴۵۸۰۸۶/۴۲۳**	۹۱۱۶۴/۵۱۳**	۳۵۹/۳۴^{ns}	۲۸/۶۲^{ns}	۱/۵۴**	۳۰۵۷۴/۳۶**
AC	۶	۳۲۱۶۸۶/۳۰۲**	۸۷۷۸۴/۰۹۷**	۵۵۹/۸۸^{ns}	۵۴/۵۱^{ns}	۰/۴۳*	۵۰۷/۶۹**
BC	۹	۳۳۰۱۵۵/۵۶۱**	۵۳۳۶۲/۵۲۱**	۵۹۹/۳۱^{ns}	۳۵۸/۲۷^{ns}	۰/۶۵**	۱۲۷۵/۹۷**
ABC	۱۸	۱۱۹۳۹۰/۹۲۹*	۵۴۴۵۱/۰۵۰**	۷۷۹/۹۵^{ns}	۲۰۸/۲۳^{ns}	۰/۴۹**	۲۰۶۹/۵۴**
خطا	۹۰	۶۵۷۶۲/۲۶۴	۱۸۷۰۷/۳۲۹	۴۵۸/۰۳	۳۳۲/۱۶	۰/۱۶	۱۳/۰۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۷۹	۱۳/۹۳	۱۶/۶۷	۲۷/۹۱	۳/۹۴	۴/۳۳

^{ns}، * و **: به ترتیب نشان دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

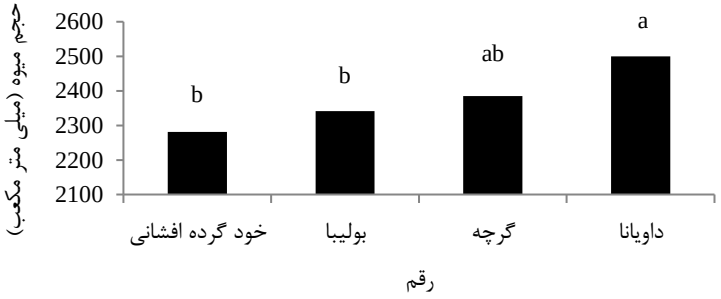


شکل ۲- اثر رقم مادری و رقم گرده‌زا بر عرض و قطر میوه ارقام مورد مطالعه فندق. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

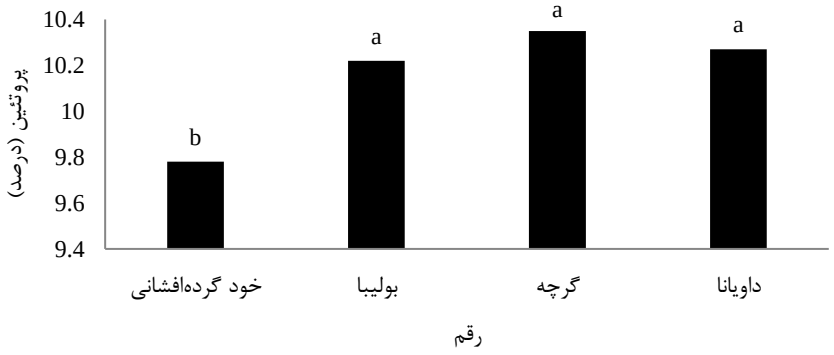
پروتئین افزایش می‌یابد (وایتی و کامبلیز[1]، ۲۰۰۵).

فسفر میوه

براساس تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثرساده رقم مادری، رقم گرده‌زا و ریزمغذی‌ها و اثرمتقابل آن‌ها بر مقدار فسفر میوه فندق معنی‌دار شد. بیشترین میزان فسفر میوه (۹۵/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به رقم گرداشکورات و کمترین مقدار فسفر (۷۲/۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) در رقم سگورب مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده، تفاوت مقدار فسفر در بین ارقام مشهود می‌باشد. بیشترین مقدار فسفر میوه (۲۰۱/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) را ترکیب تیماری "رقم گرداشکورات × گرده‌زای گرچه × سولفات روی" نشان داد. کمترین مقدار فسفر میوه (۲۶/۸۵ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار "رقم سگورب × گرده‌زای بولیبا × بدون محلول‌پاشی" مشاهده شد.



شکل ۳- اثر رقم گرده زا بر حجم میوه ارقام مورد مطالعه فندق. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.



شکل ۴- اثر رقم گرده‌زا بر میزان پروتئین میوه ارقام مورد مطالعه فندق. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر تفاوت محتوی فسفر میوه فندق بین بیشترین و کمترین تیمار به ۱۷۵ درصد رسید که بسیار قابل توجه است. محلول‌پاشی بور و روی در این پژوهش اگرچه مقدار فسفر میوه را نسبت به تیمارهای بدون محلول‌پاشی افزایش داد اما مقدار فسفر میوه بسته به نوع رقم، منابع گرده‌زا و تیمار کودی محلول‌پاشی شده متفاوت بود. در ارقام مختلف با منبع گرده‌زای مشابه، محلول‌پاشی روی نسبت به بور مقدار فسفر میوه را به طور معنی‌دار افزایش داد. نتایج حاصل از این آزمایش با یافته‌های مرادی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثر محلول‌پاشی روی بر محتوی عناصر دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) هم‌راستا نبود. آنها گزارش کردند که در اثر محلول‌پاشی محتوی عنصر روی در دانه افزایش یافت در صورتی‌که میزان فسفر دانه کاهش یافت. فسفر می‌تواند با بور برهمکنش

1. Whitty and Chambliss

داشته باشد. بور برای توسعه و طویل شدن نوک ریشه‌ها ضروری است که این فرایند سبب جذب فسفر می‌شود (پولارد[1] و همکارن، ۱۹۷۷). در این مطالعه نیز محتوی فسفر میوه فندق در تیمارهای محلول‌پاشی شده با بور نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش یافت. به هرحال، فسفر هم بر جذب بور اثر می‌گذارد. گزارش شده که زیادی فسفر، جذب بور را در مرکبات کاهش می‌دهد. این نتایج با گزارش میروات[2] و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد بطوریکه این محققین در بررسی تأثیر کوددهی فسفر و محلول‌پاشی برگی، کود روی بر کیفیت بادام زمینی بیان داشتند که محلول‌پاشی روی میزان عناصر NPK را در میوه افزایش داد. محلول پاشی برگی قابلیت دسترسی مواد غذایی را در جاهایی‌که جذب عناصر محدودیت دارد، کنترل می‌کند. همینطور دیگر محققین با استفاده از محلول‌پاشی روی افزایش جذب و میزان NPK را در میوه گیاهان جالیزی گزارش نمودند (شاور و ریزک[3]، ۲۰۱۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم گرده‌زا و ریزمغذی ها بر خصوصیات فیزیکی میوه فندق

تیمار	طول میوه (میلی‌متر)	عرض میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	طول مغز (میلی‌متر)	عرض مغز (میلی‌متر)	قطر مغز (میلی‌متر)	حجم میوه (میلی‌متر مکعب)	حجم مغز (میلی‌متر مکعب)
خودگرده‌افشانی × بدون محلول‌پاشی	۱۸/۱۰de	۱۷/۸۲de	۱۲/۵۲efg	۱۴/۲۷c-f	۱۲/۴۴efg	۹/۹۷a-d	۲۱۷۷ef	۹۳۹/۷bc
خودگرده‌افشانی × بور	۱۸/۱۵de	۱۷/۹۳ cd	۱۲/۴۸efg	۱۳/۶۸ g	۱۲/۴۶efg	۱۰/۳۲ab	۲۱۹۵ef	۹۵۳/۴bc
خودگرده‌افشانی × روی	۱۸/۵۰cd	۱۷/۲۱bcd	۱۲/۳۸fg	۱۴/۰۳ efg	۱۳/۳۱a-d	۱۰/۰۳a-d	۲۲۳۹e	۹۹۸/۲abc
خودگرده‌افشانی × بور و روی	۱۸/۸۲abc	۱۸/۷۸abc	۱۳/۱۱b-e	۱۴/۸۳ab	۱۳/۴۱abc	۱۰/۰۵a-d	۲۵۱۴a-d	۱۰۶۵ab
گرده بولیبا ×بدون محلول-پاشی	۱۸/۱۶de	۱۸/۲۱bcd	۱۲/۹۷def	۱۴/۶۱a-d	۱۲/۸۴c-f	۱۰/۰۸a-d	۲۲۸۷de	۹۹۰/۳bc
گرده بولیبا × بور	۱۸/۶۱bcd	۱۸/۷۸abc	۱۳/۵۷a-d	۱۴/۱۰d-g	۱۳/۴۱abc	۱۰/۱۵abc	۲۵۰۳a-d	۱۰۱۸abc
گرده بولیبا × روی	۱۸/۴۵cd	۱۷/۸۸ de	۱۳/۰۶cde	۱۴/۱۲d-g	۱۲/۳۱fg	۹/۷۳b-e	۲۳۱۱cde	۹۱۵/۱cd
گرده بولیبا × بور و روی	۱۸/۵۵bcd	۱۸/۰۳ cd	۱۲/۵۳efg	۱۴/۴۵b-f	۱۲/۷۳def	۹/۱۲ef	۲۲۶۲e	۹۰۸/۴cd
گرده گرچه × بدون محلول‌پاشی	۱۷/۷۷e	۱۷/۰۷ e	۱۲/۲۶g	۱۳/۹۲ fg	۱۱/۸۲g	۸/۹۷f	۱۹۸۴f	۷۹۷/۲d
گرده گرچه × بور	۱۹/۳۳a	۱۹/۲۰a	۱۳/۸۳a	۱۵a	۱۳/۵۱ab	۱۰/۵۱a	۲۷۲۱a	۱۱۲۵a
گرده گرچه × روی	۱۸/۱۷de	۱۸/۰۷cd	۱۲/۷۲efg	۱۴/۴۸ bcde	۱۲/۹۴b-f	۹/۵۶c-f	۲۲۱۵ef	۹۴۳/۱bc
گرده گرچه × بور و روی	۱۸/۰۷ab	۱۸/۵۰a-d	۱۳/۷۳ab	۱۴/۷۷abc	۱۲/۹۰b-f	۱۰/۳۴ab	۲۶۲۲ab	۱۰۵۱ab
گرده داویانا× بدون محلول-پاشی	۱۸/۶۰bcd	۱۸/۵۰a-d	۱۳/۶۲abc	۱۴/۵۸ a-d	۱۲/۹۸b-e	۹/۸۶a-e	۲۵۱۱a-d	۹۷۵/۴bc
گرده داویانا × بور	۱۸/۸۳abc	۱۷/۷۳ de	۱۳/۶۲abc	۱۴/۶۸ abc	۱۳/۴۲abc	۱۰/۱۸abc	۲۴۰۰b-e	۱۰۵۱ab
گرده داویانا × روی	۱۸/۸۷abc	۱۹/۰۵ ab	۱۳/۳۹a-d	۱۴/۶۳ a-d	۱۳/۰۰b-e	۹/۶۶b-f	۲۵۵۵ab	۹۶۶bc
گرده داویانا × بور و روی	۱۸/۸۱abc	۱۸/۴۸a-d	۱۳/۶۲abc	۱۴/۹۱ ab	۱۳/۶۹a	۹/۳۸def	۲۵۳۲abc	۱۰۱۰abc

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نیز تأثیر منابع گرده بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه و مغز را در فندق تأیید کرد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که منبع گرده اثرات زنیا و و متازنیا در فندق دارد. یکی از شاخص‌های مشخص‌کننده اندازه میوه و مغز، حجم آنها است که صفتی با وراثت‌پذیری متوسط می‌باشد. تمامی تیمارها بر حجم میوه و مغز تأثیر معنی‌دار داشت و نسبت به شاهد افزایش نشان داد و بیشترین مقدار این صفت تحت تیمار سه جانبه بود. بیشترین (۱۱۲۵ میلی‌مترمکعب) و کم‌ترین (۷۹۷/۲ میلی

1. Pollard
2. Mirvat
3. Shawer and Rizk

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرسه جانبه رقم مادری، رقم گرده زا و ریزمغذی‌ها بر میزان تشکیل میوه خصوصیات شیمیایی میوه فندق

تیمار	تشکیل میوه (درصد)	پروتئین (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
رقم گرداشکورات× خودگرده‌افشانی × بدون محلول‌پاشی	۱۱/۸۷q	۹/۴۱n	۷۹/۳۰m
رقم گرداشکورات× خودگرده‌افشانی × بور	۱۲/۵٤q	۹/۷۴j-n	۹۹/۰۲i
رقم گرداشکورات× خودگرده‌افشانی × روی	۲۱/۰٦o-q	۹/۹۵g-m	۱۲۶/۲f
رقم گرداشکورات× خودگرده‌افشانی × بور و روی	۱۲/۲۵q	۸/۷۷o	۵۶/۲۷r
رقم گرداشکورات× بولیبا × بدون محلول‌پاشی	۵۱/۸٤e-m	۱۰/۳۵d-g	۳۳/۶۵xy
رقم گرداشکورات× بولیبا × بور	۷۰/۰۰ a–g	۱۰/۰۵f-l	۴۱/۶۰uv
رقم گرداشکورات× بولیبا × روی	۵۰/۷۱e-n	۱۰/۳۶d-g	۷۰/۲۴p
رقم گرداشکورات× بولیبا × بور و روی	٤۳/۱۸g-o	۱۰/۰۵f-l	۷۴/۴۵o
رقم گرداشکورات× گرچه × بدون محلول‌پاشی	۳۸/۷۳ i-q	۹/۸۳i-n	۳۷/۹۰vw
رقم گرداشکورات× گرچه × بور	٤۷/۳۵ g-o	۱۰/۸۷c	۵۰/۷۷st
رقم گرداشکورات× گرچه × روی	۸۸/۸۹abc	۹/۵۵mn	۲۰۱/۹a
رقم گرداشکورات× گرچه × بور و روی	۸۸/۳۳abc	۱۰/۱۸e-j	۱۰۷/۴h
رقم گرداشکورات× داویانا × بدون محلول‌پاشی	۵٦/٦۷d-l	۸/۸۱o	۹۴/۵۲j
رقم گرداشکورات× داویانا × بور	٦۳/۸۹b-j	۱۰/۶۵cd	۱۲۹/۱f
رقم گرداشکورات× داویانا × روی	۷۰/۰۰ a-g	۱۰/۰۵f-l	۱۷۳/۵c
رقم گرداشکورات× داویانا × بور و روی	٤۳/۳۳ g-o	۹/۶۲lmn	۱۵۴/۶d
فرتیل× خودگرده‌افشانی × بدون محلول‌پاشی	۳۲/۲l-q	۱۰/۱۵e-j	۶۳/۶۰q
فرتیل × خودگرده‌افشانی × بور	۳۵/۵۵k-q	۱۰/۱۵e-j	۱۲۸/۳f
فرتیل × خودگرده‌افشانی × روی	٤۷/٦۹f-o	۱۰/۲۵d-i	۱۸۸/۰b
فرتیل × خودگرده‌افشانی × بور و روی	۳۷/۵۲i-q	۱۰/۲۰d-j	۱۵۸/۴d
فرتیل × بولیبا × بدون محلول‌پاشی	٦۲/۹۸c-k	۱۰/۰۶f-l	۳۷/۴۱vwx
فرتیل × بولیبا × بور	٤۵/۰۰f-o	۱۰/۵۳cde	۴۲/۳۰u
فرتیل × بولیبا × روی	۹۱/٦۷ab	۱۰/۰۹e-k	۹۶/۰۰ij
فرتیل × بولیبا × بور و روی	٦٦/٦۷a-h	۱۰/۱۳e-j	۳۸/۴۰uvw
فرتیل × گرچه × بدون محلول‌پاشی	٦٤/٤۵b-i	۱۰/۳۰d-h	۵۴/۷۰rs
فرتیل × گرچه × بور	٦٤/٤٤b-i	۱۱/۳۵ab	۷۳/۱۲op
فرتیل × گرچه × روی	۷۷/۷۸a-e	۱۰/۶۵cd	۷۹/۰۰mn
فرتیل × گرچه × بور و روی	۳۲/۵۹l-q	۱۱/۶۰a	۷۵/۰۰no
فرتیل × داویانا × بدون محلول‌پاشی	٤۱/٦۷h-p	۱۰/۳۵d-g	۴۰/۵۰uvw
فرتیل × داویانا × بور	٤۲/۷۸g-o	۱۰/۳۸d-g	۴۶/۸۳t
فرتیل × داویانا × روی	٤۳/۱۸g-o	۱۱/۵۹a	۹۸/۳۳ij
فرتیل × داویانا × بور و روی	۷۲/۲۲a-f	۱۰/۵۰c-f	۱۰۰/۰i
سگورب× خودگرده‌افشانی × بدون محلول‌پاشی	۳٦/۳۱j-q	۹/۶۲lmn	۴۹/۲۶t
سگورب × خودگرده‌افشانی × بور	۱۳/۸٦ pq	۹/۵۷mn	۸۶/۸۰kl
سگورب × خودگرده‌افشانی × روی	۲۲/٤۱ opq	۹/۸۰i-n	۹۰/۳۰k
سگورب × خودگرده‌افشانی × بور و روی	٤۳/٤۵g-o	۹/۷۷j-n	۸۷/۵۰l
سگورب × بولیبا × بدون محلول‌پاشی	۹۳/۳۳ a	۱۰/۳۰d-h	۲۶/۸۵z
سگورب × بولیبا × بور	۲۳/٤۱ n-q	۱۰/۵۰c-f	۳۷/۳۰wxy
سگورب × بولیبا × روی	٤۸/۸۹ f-o	۹/۸۴h-n	۵۴/۸۶rs
سگورب × بولیبا × بور و روی	۸۸/۸۹ abc	۱۰/۳۶d-g	۴۰/۳۵uvw
سگورب × گرچه × بدون محلول‌پاشی	۳۰/۰۰ l-q	۹/۷۸j-n	۳۳/۱۰y
سگورب × گرچه × بور	٦۳/٤۹ c-i	۱۰/۵۰c-f	۵۰/۷۰st
سگورب × گرچه × روی	٦۹/٤٤ a-h	۹/۹۳g-m	۱۱۶/۰g
سگورب × گرچه × بور و روی	۸۰/۵٦ a-d	۹/۶۵k-n	۷۶/۶۰mno
سگورب × داویانا × بدون محلول‌پاشی	۲۱/۰۰opq	۱۰/۵۰c-f	۶۵/۴۳q
سگورب × داویانا × بور	۵۲/۷۸ d-m	۱۰/۹۰bc	۸۶/۰۰l
سگورب × داویانا × روی	۲۷/۸٦ m-q	۱۰/۱۲e-j	۱۴۹/۷e
سگورب × داویانا × بور و روی	۳۰/۰۰ l-q	۹/۸۱i-n	۱۰۸/۶h

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

مترمکعب) حجم مغز به ترتیب با گرده‌زای گرچه با محلول‌پاشی و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. درصد تشکیل میوه به نوع رقم و گرده‌زا بستگی داشت و بیشترین درصد تشکیل میوه (۹۳/۳) در استفاده از رقم گرده‌زا بولیبا در رقم سگورب بود. این نتایج تأکید بر لزوم گرده‌زای مناسب می‌باشد. با توجه به اثرات مثبت محلول پاشی ریزمغذی بور و روی و اثرات متقابل آنها بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه فندق، استفاده از گرده‌زای مناسب برای هر رقم از نظر افزایش تشکیل میوه و حجم میوه مغز آن (گرده‌زای گرچه برای گرداشکورات و گرده‌زای بولیبا برای فرتیل و سگورب) نسبت به محلول پاشی عناصر ریزمغذی روی و بور در ترکیب با هم بمنظور رفع بموقع نیاز گیاه اقدام نمود تا زمینه بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه فراهم شود.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش تجزیه گیاه، جلد دوم، نشریه فنی شماره ۹۸۲، موسسه تحقیقات خاک و آب.

جوادی، د. و عابدی‌قشلاقی، ا. ۱۳۸۵. اثرهای دانه‌های گرده مختلف بر ویژگی‌های خشک میوه و مغز فندق (*Corylus avellana* L.). مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۷(۱): ۱۵-۲۲.

جوادی، د. و عابدی‌قشلاقی، ا. ۱۳۹۹. اثر منبع دانه گرده روی برخی از ویژگی‌های خشک میوه رقم‌های فندق در شرق استان گیلان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۱(۳): ۲۲۵-۲۳۶.

فلاحی، م. ۱۳۹۰. ارزیابی تأثیر دانه گرده ژنوتیپ‌های مختلف بر روی عملکرد و کیفیت میوه فندق، پایانامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

گلزاری، م.، راحمی، م.، حسنی، د.ف.، وحدتی، ک. و محمدی، ن. ۱۳۹۲. بررسی میزان پروتئین، روغن و اسیدهای چرب برخی ارقام گردو (*Juglans regia* L.) و تأثیر دانه گرده بر برخی خصوصیات آن. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، (۳۸): ۲۱-۳۱.

مرادی، م.، روشن، ف. و سیادت، س. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر محتوای عناصر معدنی، عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله علوم زراعی ایران، ۱۷(۲): ۱۵۳-۱۶۴.

مومن‌پور، ع.، عابدی، ع.، ایمانی، ع. و رحیمی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثر خود و دگرگرده‌افشانی روی کمیت و کیفیت میوه برخی از ژنوتیپ‌های خودسازگار بادام. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۸(۴): ۷۳-۸۹.

AOAC. 1984. Official methods of analysis, 14 Ed: Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA.

Aslıhan, Ç., Giampiero, V. and Meral, U. 2019. Differential effects of low and high temperature stress on pollen germination and tube length of hazelnut (*Corylus avellana*) genotypes. Scientia Horticulturae, 255: 61-69.

Bybordi, A. and Malakouti, M.J. 2005. Effects of foliar applications of nitrogen, boron and zinc on fruit setting and quality of almonds. In IV International Symposium on Pistachios and Almonds, 726: 351-358.

Christensen, P., Beede, R.H. and Peacock, W. 2016. Fall foliar sprays prevent boron deficiency symptomps in grapes. California Agriculturae, 60(2): 100–103.

FAO. 2020. http://www.fao.org/economic/ess/en/.

Fattahi, R., Mohammadzedeh, M. and Khadivi-Khub, A. 2014. Influence of different pollen sources on nut and kernel characteristics of hazelnut. Scientia Horticulturae, 173: 15-19.

Gallego, A., Malik, S., Yousefzadi, M., Makhzoum, A., Tremouillaux-Guiller, J. and Bonfill, M. 2017. Taxol from *Corylus avellana*: paving the way for a new source of this anticancer drug. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 129(1): 1–16.

Golzari, M., Hassani, D., Rahemi, M. and Vahdati, K. 2016. Xenia and metaxenia in Persian Walnut (*Juglans regia* L.). Journal of Nuts, 7(2): 101-108.

Hosseinpour, A., Seifi, E., Javadi, D., Ramezanpour, S.S. and Molnar, T.J. 2013. Nut and kernel characteristics of twelve hazelnut cultivars grown in Iran. Scientia Horticulturae, 150: 410-413.

Kumar, K. and Das, B. 1996. Studies on xenia in almond (*Prunus dulcis* (Miller) D.A.Webb). Journal of Horticultural Science, 71(4): 545-549.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Acadmic Press London. 313-323.

Me, G., Radicati, L., Vallania, R., Miaja, M.L., Valentini, N. and Pancheri, G. 2000. Research on the genetics of incompatibility in *Corylus*. Acta Horticulturae, 538(2): 477-481.

Mirvat, E., Gobarah. M., Mohamed, H. and Tawfi, M.M. 2006. Effect of phosphorus fertilizer and foliar spraying with zinc on growth, yield and quality of groundnut under reclaimed sandy soils. Journal of Applied Science Research, 2(8): 491-496.

Murphy, J.A.M.E.S. and Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta, 27: 31-36.

Ozdemir, F. and Akıncı, I. 2004. Physical and nutritional properties of fourmajor commercial Turkish hazelnut varieties. Jounal of Food Engeneering, 63(3): 341–347.

Patil, H.R.V.T., Bennurmath, P. and Doni, S. 2018. Role of zinc, copper and boron in fruit crops. International Journal of Chemical Studies, 6(1): 1040-1045.

Pandit, A.H., Wani, M.S., Mir, M.A., Bhat, K.M., Wani, S.M. and Malik, A.R. 2011. Effect of foliar application of boron and zinc on fruit set and productivity of almond. Acta Horticulturae, 903: 1007-1009.

Paula, S.A., Eduardo, R. and Silivia, H. 2003. Infuence of foliar boron on fruit set and yield of hazelnut. Journal of Plant Nutrition, 26(3): 561-569.

Pliestic, S., Dobricevic, N., Filipovic, D. and Gospodaric. Z. 2006. Physical properties of filbert nut and kernel. Biosystems Engineering, 93(2): 173-178.

Pollard, A.S., Parr A.J. and Loughman, B.C. 1977. Boron in relation to membrane function in higher plants. Journal of Experimental Botany, 28: 831-841.

Shawer, S.S. and Rizk, A.H. 2012. Evaluation of phosphorus fertilization and foliar application of zinc sourses on growth and nutrients uptake of aquash plants. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 3(1): 53-62.

Sotomayor, C., Silva, H. and Castro, J. 2002. Effectiveness of boron and zinc foliar sprays on fruit setting of two almond cultivars. Acta Horticulturae, 591: 437-440.

Seyhan, F., Ozay, G., Saklar S., Ertas, E., Satir, G. and Alasalvar, C. 2007. Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. Food Chemistry, 105(2): 590-596.

Thompson, M.M. 1977. Inheritance of nut traits in filbert (*Corylus avellana* L.). Euphytica, 26(2): 465-474.

Tsantili, E., Takidelli, C., Christopoulos, M., Lambrinea, E., Rouskas, D. and Roussos, P. 2010. Physical, compositional and sensory differences in nuts among pistachio (*Pistachia vera* L.) varieties. Scientia Horticulturae, 125(4): 562-568.

Valentini, N., Rolle, L., Stévigny, C. and Zepa, G. 2006. Mechanical behaviour of hazelnuts used for table consumption under compression loading. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(8): 1257-1262.

Xu, Y.X., Hanna, M.A. and Josiah, S.J. 2007. Hybrid hazelnut oil characteristics and its potential oleochemical application. Industrial Crops and Products, 26(1): 69-76.

Whitty, E.N. and Chambliss, C.G. 2005. Fertilization of field and forage crops. Nevada State University Publication, 21-24.