

ارزیابی برخی از ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته (*Pistacia vera* L.) بر اساس صفات برگ، گل و دانه گرده

مریم رنجبر کبوترخانی^۱، مهدی علیزاده^{۲*}، اسماعیل سیفی^۳، خلیل زینلی‌نژاد^۴،
علی تاج‌آبادی‌پور^۵ و مجید اسماعیلی‌زاده^۶

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۶)

چکیده

درخت گرده‌زا برای تولید پسته بسیار مهم بوده و ژنوتیپ‌های نر مناسب برای هر رقم تجاری پسته و برای هر منطقه جغرافیایی، باید تعیین گردد. بنابراین، غربالگری ژنوتیپ‌های نر هر منطقه جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های برتر، الزامی است. در این پژوهش، ابتدا ۲۰ اصله ژنوتیپ گرده‌زا که منشا بذری داشتند، از درختان نر پسته، ایستگاه شماره ۲ پژوهشکده پسته رفسنجان، انتخاب و صفات فنولوژیکی (تاریخ‌های تورم جوانه تا گلدهی و گرده‌افشانی)، صفات مورفولوژیکی برگ (سطح برگ، طول و عرض برگ بالغ و برگچه‌ها)، شاخه (رشد سالیانه و فاصله خوشه‌ها از هم در شاخه اصلی و فرعی) اندازه‌گیری شد. همچنین، صفات مربوط به جوانه‌زایی و خوشه گل نر، میزان تولید دانه گرده و آزمون جوانه‌زنی دانه گرده برای هر ژنوتیپ انجام شد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های گرده‌زا بر اساس صفات مورد ارزیابی اختلاف کاملاً معنی‌داری داشته و تنوع بالایی بین آنها وجود دارد. ارزیابی فنولوژیکی نشان داد که دوره گلدهی ژنوتیپ‌ها کاملاً با هم متفاوت است و در مجموع این درختان به سه گروه زودگل، متوسط‌گل و دیرگل تقسیم شدند. همچنین، صفات مورفولوژیکی این ژنوتیپ‌ها کاملاً متفاوت و منحصر به فرد بود. سه ژنوتیپ گرده‌زای T5، T17 و T18 به دلیل بیشتر بودن تعداد گل در گل‌آذین (به ترتیب ۴۱۴/۳۳، ۴۴۰ و ۴۱۴ گل)، تعداد گلچه در هر گل‌آذین (به ترتیب ۱۶، ۱۷/۶۷ و ۱۶ گلچه)، میزان دانه گرده (به ترتیب ۰/۲۹۳، ۰/۳۳۵ و ۰/۳۰۸ میلی گرم)، جوانه‌زنی دانه گرده (به ترتیب ۷۹/۹۳، ۸۲/۲۷ و ۸۱/۵۷ درصد)، طول گل‌آذین (به ترتیب ۵۷/۴۴، ۶۹/۰۳ و ۶۴/۵۶ میلی متر)، عرض گل‌آذین (به ترتیب ۴۶/۳۳، ۵۸/۴۴ و ۵۶/۳۶ میلی متر)، تعداد گل‌آذین در شاخه اصلی (به ترتیب ۷/۶۷ و ۸ و ۷/۶۷ گل‌آذین)، تعداد گل‌آذین در شاخه فرعی (به ترتیب ۴/۸، ۵/۴۶ و ۵/۰۸ گل‌آذین) و طول مدت گرده‌افشانی (به ترتیب ۱۰، ۱۰ و ۱۱ روز) نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، به عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. نامگذاری این ژنوتیپ‌های برتر و معرفی آنها به تولیدکنندگان پسته توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: پسته، فنولوژیکی، گرده‌زا، گل‌آذین، مورفولوژیکی

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۴- استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۵- استادیار موسسه تحقیقات پسته، رفسنجان، رفسنجان، ایران.

۶- دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران.

* پست الکترونیک: mahdialiadeh@gau.ac.ir

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از خشکبارهای مهم و پرطرفدار است که ارزش اقتصادی و تجاری زیادی دارد (ریاضی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹؛ بن‌ماهیول^۲ و همکاران، ۲۰۱۲). از سوی دیگر، گونه پسته دارای پتانسیل بالایی برای سازگاری با شرایط محیطی کم‌نظیر مانند شوری آب، خاک و خشکی دارد که آن را به یک کاندید ایده‌آل برای کشت در مناطق بیابانی در شرایط نامساعد محیطی تبدیل می‌کند (کریمی^۳، ۲۰۱۲). از آنجایی که ایران یکی از کشورهای بزرگ تولیدکننده پسته است، بنابراین ارتقای کمی و کیفی پسته در ایران ضروری است (اسلامی^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). یکی از عوامل مهمی که بر کیفیت پسته تأثیر می‌گذارد وجود درختان نر کافی و گرده‌افشانی مناسب است (شریف‌خاه^۵ و همکاران، ۲۰۲۰).

برای مدیریت بهینه باغ‌های پسته، تعداد صحیح و نوع درختان نر مناسبی که در بین درختان ماده کاشته می‌شوند، به دلیل گرده‌افشانی مناسب، عامل بسیار مهمی است (برزمینی و فتوحی‌قزوین^۶، ۲۰۱۷؛ محمودی‌میمند و قنبری‌اودیوی^۷، ۲۰۱۴). درخت مناسب گرده‌افشان برای پسته از اهمیت بالایی برخوردار است و برای انتخاب درختان نر در باغ‌های پسته سه نکته مهم ضروری است: ۱- انتخاب درختان نر که از نظر گلدهی همزمان با رقم ماده باشند، ۲- استفاده از درختان نر با تولید دانه گرده بالا و ۳- بالا بودن قدرت جوانه‌زنی و باروری دانه گرده (قره‌یاضی^۸ و همکاران، ۱۹۹۵) که در نتیجه ژنوتیپ‌های نر مناسب برای هر رقم باید تعیین گردد و این هدف با مطالعه و شناخت ژنوتیپ‌های نر هر منطقه امکان‌پذیر می‌باشد (مارتینز-پال و هیرو^۹، ۱۹۹۴). به‌طور متوسط یک درخت نر دارای ۴ تا ۷ گل‌آذین در هر سرشاخه و بیش از ۱۰۰۰ گل‌آذین در تاج خود می‌باشد (شکل ۱ الف). آرایش گل‌های نر روی شاخه‌های درختان پسته از نوع گل‌آذین خوشه است (پارفیت^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۰). به‌طور متوسط روی هر گل‌آذین نر

۲۰۰-۲۵۰ گل مجزا قرار دارد (شکل ۱ ب)، که همه آن‌ها فاقد گلبرگ هستند و بسته به گونه، تعداد پرچم‌ها ۶-۴، تعداد کاسبرگ‌ها ۳-۲ و براکت‌ها ۳-۱ عدد است (حسینی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۵؛ لی‌زو-زین^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۱؛ پارفیت و همکاران، ۲۰۱۰؛ کوی‌ژنگ-فان^{۱۳} و همکاران، ۲۰۱۰). برخی مطالعات، اعداد کاسبرگ‌ها را در گونه‌های مختلف برابر تعداد پرچم‌ها و حتی تا ۱۰ عدد گزارش کرده‌اند، اما هنوز این پژوهشگران در کاسبرگ یا براکت بودن این اندام‌ها شک دارند (بچلیر و اندریس^{۱۴}، ۲۰۰۷). هر پرچم از یک بساک چهار حفره‌ای تشکیل شده است که دانه‌های گرده را در دل خود جای داده است (شکل ۱ ج). هر گل‌آذین نر دارای ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم دانه گرده و حدود ۱۰ میلیون دانه گرده است (شکل ۱ د). یعنی یک درخت نر بالغ می‌تواند با داشتن ۱۰۰۰ گل‌آذین بیش از ۱۰ میلیارد دانه گرده تولید کند که ۵۰ تا ۷۰٪ آن‌ها قابلیت جوانه‌زنی دارند (هاشمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۸؛ اسماعیل‌پور، ۱۳۷۸).

به گزارش ابو-زهرا و ال-عبادی^{۱۵} (۲۰۰۷) اثرات مختلف درختان نر در ارقام مختلف پسته مربوط به تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی پایه‌ها و گرده‌افشانی است. بنابراین برای تضمین گرده‌افشانی و رسیدن به حداکثر تولید وجود درختان نر کافی الزامی است (زراعتکار^{۱۶} و همکاران، ۲۰۱۳). درختان نر و ماده معمولاً در میان یکدیگر و به نسبت یک درخت نر به ۸ یا ۱۱ درخت ماده در باغ‌ها پراکنده می‌شوند که این نسبت بسته به شرایط محیطی و منطقه متفاوت است (زمانی‌بهرام‌آبادی^{۱۷} و همکاران، ۲۰۱۸؛ محمودی‌میمند و قنبری‌اودیوی، ۲۰۱۴؛ ابراهیمی^{۱۸} و همکاران، ۲۰۱۱؛ آکار و اتی^{۱۹}، ۲۰۰۸). بنابراین میزان دانه گرده تولید شده در هر خوشه و سرعت جوانه‌زنی گرده باید در درختان نر زیاد باشد (آک^{۲۰} و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه‌براین، زنده ماندن دانه گرده، رشد لوله گرده و خصوصیات مورفولوژیکی دانه‌های گرده به

12. Li XuXin

13. Qiu ZhengFang

14. Bachelier and Endress

15. Abu-Zahra and Al-Abbadi

16. Zeraatkar

17. Zamani Bahramabadi

18. Ebrahimi

19. Acar and Eti

20. Ak

1. Rezaei

2. Benmahiouli

3. Karimi

4. Eslami

5. Sharifkhah

6. Barzamini and Fotouhi Ghazvin

7. Mahmoudi Meimand and Ghanbari Odivi

8. Ghareyazi

9. Martinez-Palle and Herrero

10. Parfitt

11. Hosseyni

فنوتیپی و ژنوتیپی پسته را دارا است، اگرچه پژوهش‌های قابل توجهی روی ارقام ماده در کشورهای مختلف انجام شده است، ولی در مورد ارقام نر اطلاعات کمی در دسترس است. بنابراین در پژوهش حاضر بررسی تنوع مورفولوژیکی و فنولوژیکی در ۲۰ ژنوتیپ گرده‌زای پسته موجود در ایستگاه کشاورزی پژوهشکده پسته رفسنجان انجام شد تا به کمک نتیجه آن بتوان ژنوتیپ‌های برتر را از نظر صفات مختلف شناسایی کرد.

مواد و روش‌ها

در اواخر اسفند ۱۳۹۷، تعداد ۲۰ ژنوتیپ گرده‌زا (درخت پسته نر) که طبق سوابق، منشأ بذری داشتند از درختان پسته ایستگاه کشاورزی پژوهشکده پسته رفسنجان انتخاب شدند. سن درختان در زمان اجرای این مطالعه، حدود ۳۶ سال بود. از اتیکت‌هایی جهت کدگذاری درختان استفاده شد که کدها و مشخصات هر ژنوتیپ در جدول ۱ نشان داده شده است. به منظور انتخاب شاخه‌های مناسب، ۳ شاخه از هر درخت در سه جهت مختلف درخت به گونه‌ای که در قسمت‌های میانی درخت و در دسترس باشند، انتخاب شدند و روی هر شاخه انتخاب شده یک اتیکت در قسمت بالایی آن قرار گرفت. سپس صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی این درختان مطابق شناساگر^{۱۰} IPGIR (۱۹۹۸) ارزیابی و ثبت شد. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد.

صفات خوشه گل (طول، عرض، رنگ، تعداد گل در گل آذین، تعداد گلچه در گل‌آذین، میزان و جوانه‌زنی دانه گرده)، صفات مورفولوژیکی برگ (سطح برگ، طول و عرض برگ بالغ و برگچه‌ها) و صفات مورفولوژیکی شاخه (رشد سالیانه و فاصله خوشه‌ها از هم در شاخه اصلی و فرعی) مطابق شناساگر IPGIR (۱۹۹۸) مورد بررسی قرار گرفتند. برای آزمایش جوانه‌زنی دانه گرده از هر کدام از ژنوتیپ‌های گرده‌زا پسته با توجه به زمان باز شدن خوشه‌های گل، نمونه‌ی دانه گرده جمع‌آوری شد و سپس نمونه‌ها به بخش آزمایشگاهی پژوهشکده پسته انتقال داده شدند و در آنجا

عنوان ویژگی‌های مهم گیاهان نر تعریف شده است (کروزان و بارت^۱، ۱۹۹۶؛ پولیتو و لوزا^۲، ۱۹۸۸). آکار^۳ و همکاران (۲۰۰۱) میزان جوانه‌زنی بالایی را (تقریباً بین ۷۲ تا ۹۴٪) در گرده پسته گزارش کردند. علاوه بر این، تکامل ژنتیکی درخت نر می‌تواند خصوصیات دانه‌های گرده را تغییر دهد. بنابراین، برنامه‌های اصلاحی مانند انتخاب گرده‌افشان‌ها برای بهبود پتانسیل باغ‌های پسته جدید مورد نیاز است (بولات و پیرلک^۴، ۱۹۹۹؛ مارتینزپال و هیرو، ۱۹۹۴). درصد جوانه‌زنی دانه گرده ژنوتیپ‌های نر به‌عنوان عامل اصلی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (افشاری و حکم‌آبادی^۵، ۲۰۰۸؛ آکار^۶، ۲۰۰۴). در پژوهشی نتایج حاصل از ارزیابی درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده نشان داد که میانگین درصد جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۸۴/۹۲٪ بود که بیشترین (۹۷/۱۸٪) و کمترین (۶۲/۱۸٪) آن به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های M41 و M4 مشاهده شد (هاشمی نسب و همکاران، ۱۳۹۸). چلی‌چابونی^۷ و همکاران (۲۰۱۳) با ارزیابی صفات زایشی ۱۹ درخت ۴۰ ساله پسته نر (*Pistacia vera* L.) گزارش کردند که میانگین کل تعداد گل در هر گل‌آذین بین ۲۴۰ تا ۵۶۰ گل متغیر بود. درصد جوانه‌های زایشی در شاخه‌های یکساله از ۸٪ (ژنوتیپ H23a) تا ۷۳/۹٪ (ژنوتیپ H26a) متغیر بود. زنده ماندن گرده تازه ۱۷ ژنوتیپ *P.vera* بالا بود و از ۹۱/۶٪ تا ۹۸/۷٪ متغیر بود. سرعت جوانه‌زنی گرده در نور بیشتر از شرایط تاریکی بود و تغییرات زیادی (۸۸/۲-۰٪) را نشان داد. در بررسی کامیاب^۸ و همکاران (۲۰۰۵) که روی ۱۰ ژنوتیپ نر پسته در پژوهشکده پسته کشور انجام شد، وزن گل‌آذین از ۴/۵ گرم در ژنوتیپ P6 تا ۱/۶۶ گرم در ژنوتیپ P8 (میانگین ۳/۱۳۸ گرم) متغیر بود. همچنین به گفته بریچی^۹ و همکاران (۲۰۱۷)، متوسط طول برگ ۱۲/۶ سانتی‌متر و عرض ۹/۲۵ سانتی‌متر است. برگچه بزرگ ۵/۱۶ سانتی‌متر طول و ۱/۷۲ سانتی‌متر عرض دارد، در حالی که برگچه کوچک ۳/۴۱ سانتی‌متر طول و ۱/۳۰ سانتی‌متر عرض دارد. با توجه به این که پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی ایران است و ایران بیشترین تنوع و گسترش

8. Kamiab

9. Berrichi

10. The International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)

1. Cruzan and Barrett

2. Polito and Luza

3. Acar and Ak

4. Bolat and Pirlak

5. Afshari and Hokmabadi

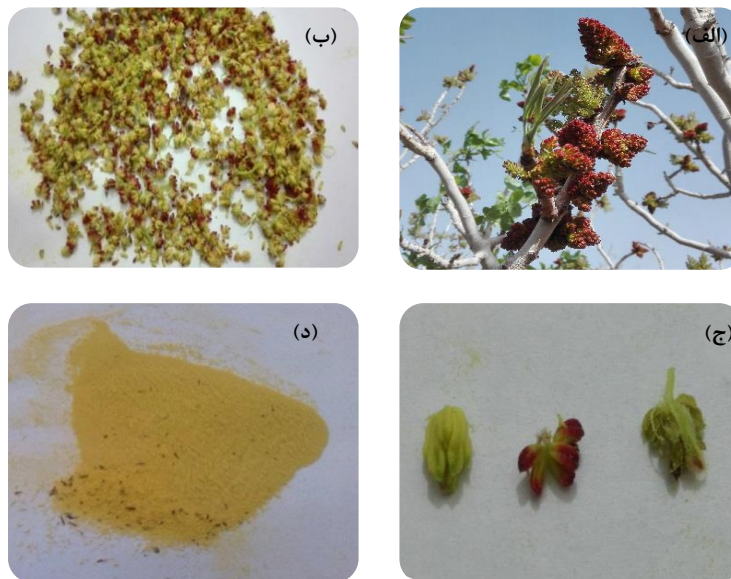
6. Acar

7. Chelli Chaabouni

جدول ۱- ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته، ایستگاه کشاورزی پژوهشکده تحقیقات پسته رفسنجان.

ردیف	کد ژنوتیپ	جنسیت	*والد مادری
۱	T1	نر	کله قوچی
۲	T2	نر	ابراهیم‌آبادی
۳	T3	نر	رضایی
۴	T4	نر	فندقی غفوری
۵	T5	نر	فندقی غفوری
۶	T6	نر	ابراهیمی
۷	T7	نر	حسن‌زاده
۸	T8	نر	جوادآقایی
۹	T9	نر	اوحدی
۱۰	T10	نر	سی‌ریزی
۱۱	T11	نر	جندقی
۱۲	T12	نر	جندقی
۱۳	T13	نر	بادامی‌ریز
۱۴	T14	نر	بادامی‌ریز
۱۵	T15	نر	بادامی‌ریز
۱۶	T16	نر	بادامی‌ریز
۱۷	T17	نر	بادامی‌ریز
۱۸	T18	نر	بادامی‌ریز
۱۹	T19	نر	بادامی‌ریز
۲۰	T20	نر	بادامی‌ریز

*ژنوتیپ‌های گرده‌زا با منشأ بذری با والد مادری مشخص و والد پدری نامشخص



شکل ۱- گل‌آذین نر (الف)، گل‌های یک گل‌آذین نر (ب)، تک گل یک گل‌آذین نر (ج) و دانه‌های گرده (د) یکی از درختان نر پسته

جوانه‌زنی دانه گرده به‌وسیله میکروسکوپ با بزرگنمایی $40\times$ مورد شمارش قرار گرفتند و معیار جوانه‌زنی دانه‌های گرده، دو برابر شدن طول لوله گرده نسبت به قطر دانه گرده در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی با تقسیم تعداد دانه گرده جوانه‌زده بر تعداد کل دانه‌های گرده موجود در هر قسمت از پتری‌دیش و ضرب در عدد صد محاسبه شد.

کشت دانه گرده روی محیط کشت حاوی ۱۵ درصد ساکارز، ۱ درصد آگار و ۰/۰۱ درصد اسید بوریک انجام شد (زراعتکار و همکاران، ۲۰۱۳). بعد از ریختن دانه گرده روی محیط کشت در نهایت پتری‌دیش‌ها با استفاده از پارافیلیم درزگیری شدند و در داخل انکوباتور به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی قرار گرفتند. سپس

(LSD) در سطح احتمال یک درصد استفاده شد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ارزیابی فنولوژیکی

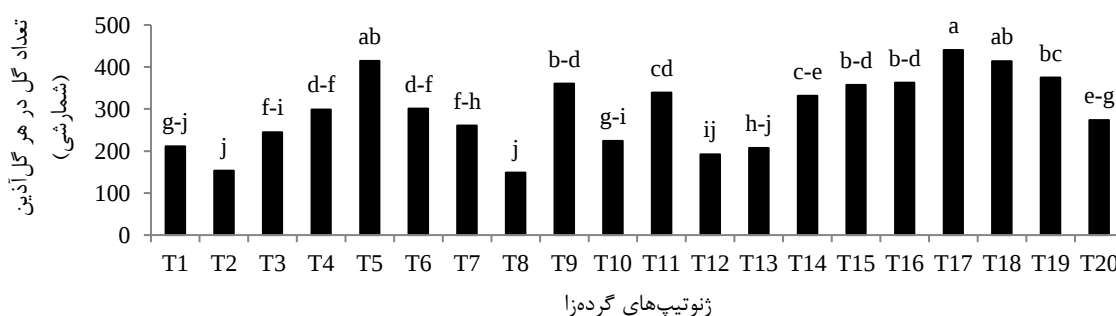
ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر زمان گلدهی تنوع بی نظیری داشتند. شروع گلدهی این ژنوتیپ‌های گرده‌زا از ۲ تا ۲۳ فروردین ماه بود. براساس این بازه زمانی، ژنوتیپ‌های گرده‌زا به سه گروه زودگل (شروع گلدهی از ۲ تا ۹ فروردین ماه)، متوسط گل (۹ تا ۱۶ فروردین ماه) و دیرگل (۱۶ تا ۲۳ فروردین ماه) تقسیم‌بندی شدند. بنابراین، ژنوتیپ‌های گرده‌زای T6، T7، T9، T11، T12 و T20 به عنوان زودگل، ژنوتیپ‌های T3، T5، T8، T10، T13، T14، T15، T16، T17، T18 و T19 به عنوان متوسط گل و ژنوتیپ‌های T1، T2 و T4 به عنوان دیرگل گروه‌بندی شدند. لازم به ذکر است که شروع گلدهی در ارقام تجاری پسته مانند کله‌قوچی و اکبری در همان سال، به ترتیب ۱۴ و ۱۷ فروردین ماه بوده است (رنجبر کبوترخانی، ۱۴۰۱) که با زمان گلدهی بسیاری از این ژنوتیپ‌های نر همپوشانی دارد.

تعداد گل در هر گل‌آذین

ژنوتیپ گرده‌زای T17 بیشترین تعداد گل در گل‌آذین (۴۴۰ گل) را داشت، اگرچه بین این ژنوتیپ با ژنوتیپ‌های T5 (۴۱۴/۳۳ گل) و T18 (۴۱۴ گل) تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد و کمترین تعداد گل در گل‌آذین، مربوط به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T1، T2، T8، T12 و T13 بود (شکل ۲).

تعداد گلچه در هر گل‌آذین

ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5، T17 و T18 بیشترین و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T2، T3، T6، T7، T8، T10 و T12 کمترین تعداد گلچه در هر گل‌آذین را دارا بودند (شکل ۳).



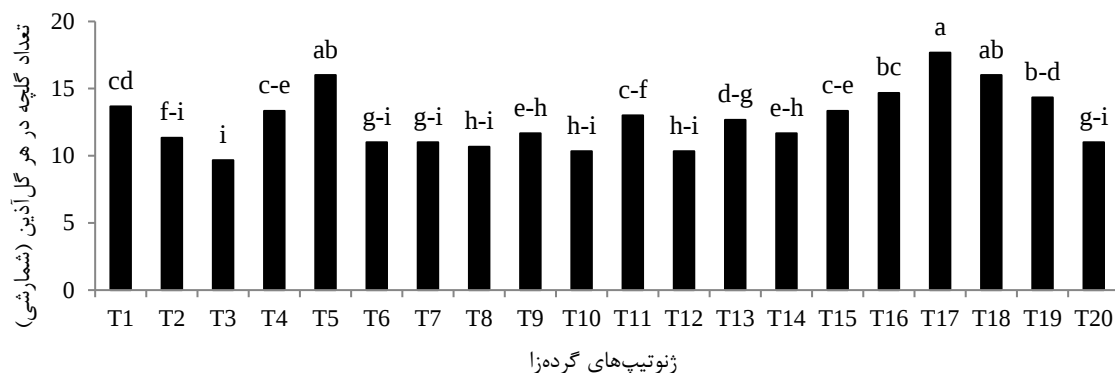
شکل ۲- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر تعداد گل در هر گل‌آذین. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

برای ارزیابی صفات مورفولوژیکی خوشه گل مطابق شناساگر IPGIR (۱۹۹۸) ابتدا از هر درخت ۳ خوشه گل به طور تصادفی انتخاب شد. سپس تعداد گل در هر گل‌آذین (شمارش)، تعداد گلچه در هر گل‌آذین (شمارش)، طول و عرض گل‌آذین (توسط خط‌کش و بر حسب میلی‌متر و میزان دانه گرده تولیدی در هر خوشه گل توسط ترازوی حساس و بر حسب میلی‌گرم اندازه‌گیری و در نهایت میانگین صفات مذکور برای یک خوشه گل محاسبه گردید. همچنین اندازه‌گیری رنگ خوشه گل، میزان قرمزی یا سبز بودن به صورت امتیازدهی ثبت شد، به طوری که خوشه گل قرمز نمره ۵، سبز ۱ و رنگ‌های حد واسطه نمره بین ۱ تا ۵ گرفتند.

برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ بالغ و برگچه‌ها از هر درخت ۱۰ برگ کامل به طور تصادفی انتخاب و طول و عرض برگ بالغ و برگچه‌ها توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر محاسبه و میانگین ابعاد یک برگ بالغ و برگچه‌ها محاسبه گردید. همچنین سطح متوسط برگ بالغ توسط دستگاه سنجش سطح برگ بر حسب سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد و سپس میانگین سطح یک برگ بالغ محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی درخت مطابق شناساگر IPGIR (۱۹۹۸) ابتدا ۳ شاخه در سه قسمت مختلف درخت انتخاب شد. سپس رشد سالیانه شاخه توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر، تعداد خوشه در شاخه اصلی و فرعی (شمارشی)، فاصله خوشه‌ها از هم توسط خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند و در نهایت میانگین صفات مذکور برای یک شاخه محاسبه گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

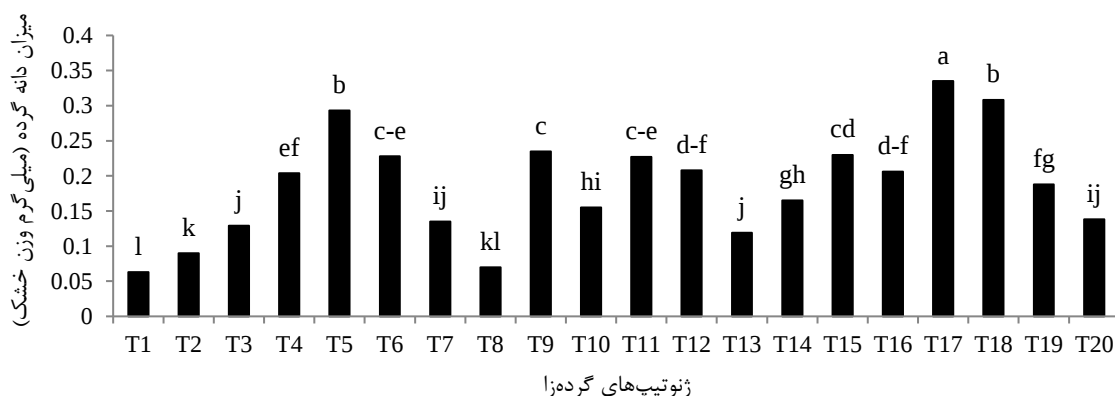


شکل ۳- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر تعداد گلچه در هر گل آذین. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

T18 (۰/۳۰۸ میلی گرم) و T5 (۰/۲۹۳ میلی گرم) در رتبه بعدی قرار داشتند اگرچه با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند و کمترین میزان دانه گرده تولیدی متعلق به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T1 و T8 بود (شکل ۴).

میزان تولید دانه گرده

ژنوتیپ گرده‌زای T17 از نظر میزان گرده تولیدی بیشترین میزان (۰/۳۳۵ میلی گرم) را داشت و ژنوتیپ‌های گرده‌زای



شکل ۴- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر میزان تولید دانه گرده. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

محصول پسته دارد. پسته از گیاهانی است که هیچ نوع ناسازگاری در گرده‌افشانی آن وجود ندارد (اوزکر^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین تنها احتیاج به یک گرده‌افشان مناسب با قدرت تولید گرده کافی، قدرت جوانه‌زنی خوب دانه گرده و تطابق زمانی شکوفایی آن با گل‌های ماده می‌باشد (قره‌یاضی و همکاران، ۱۹۹۵). در بعضی گیاهان دوپایه مانند پسته تطابق زمانی در گل‌دهی درختان نر و ماده وجود ندارد که می‌تواند دلیل پایین بودن تشکیل خشک میوه علی‌رغم وجود تعداد کافی درخت نر در باغ

پسته گیاهی دوپایه بوده که گل‌های نر و ماده آن روی شاخه‌های یکساله درختان مجزا ظاهر می‌شود. در پسته گرده‌افشانی توسط باد می‌باشد. به علت داشتن گل‌های بدون گلبرگ و بدون شهد، حشرات نقشی در گرده‌افشانی پسته ندارند (اسفندیاروغلو^۱ و همکاران، ۲۰۰۱). گرده افشانی ناموفق در پسته در اثر عواملی چون عدم هم‌زمانی گل‌دهی ارقام، عدم استفاده از درختان با زمان‌های متفاوت شکوفایی و عدم رعایت نسبت مناسب درختان نر به درختان ماده می‌باشد. بنابراین گرده‌افشانی نقش مهمی در تولید

بیشترین (۸/۶) و کمترین (۰/۶) تعداد گل‌آذین بارور در سرشاخه به ترتیب در ژنوتیپ‌های M41 و M10 شمارش شد. گزارش شده که تراکم گل‌آذین در شاخه ارقام نر ثبات بیشتری از ارقام ماده دارد و علت آن تولید میوه و تناوب باردهی در ارقام ماده می‌باشد (کرین و نلسون^۲، ۱۹۷۱). نتایج پژوهش حاضر با نتایج قاسمی و همکاران (۱۳۹۹)، هاشمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۸)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷)، چلی‌چالابونی و همکاران (۲۰۱۴) و کامیاب و همکاران (۲۰۰۶) بر ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته مطابقت دارد.

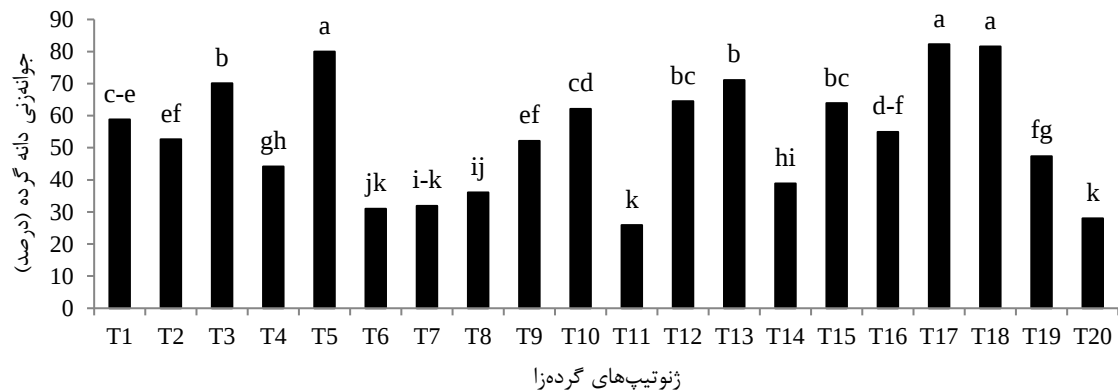
جوانه‌زنی دانه گرده

ژنوتیپ‌های گرده‌زای T17، T18 و T5 از نظر جوانه‌زنی دانه گرده به ترتیب با ۸۲/۲۷، ۸۱/۵۷ و ۷۹/۹۳ درصد جوانه‌زنی بهترین ژنوتیپ‌ها بودند و بیشترین درصد جوانه زنی متعلق به این سه ژنوتیپ بود و این در حالی است که این سه ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند. همچنین نتایج مربوط به جوانه‌زنی دانه گرده در سایر ژنوتیپ‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های T6، T7، T11 و T20 کمترین درصد جوانه‌زنی را داشتند (شکل ۵).

جوانه‌زنی دانه گرده یکی از شاخص‌های مهم هر ژنوتیپ گرده‌زا از نظر قدرت باروری می‌باشد. ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5، T17 و T18 بالاترین میزان جوانه‌زنی گرده را دارا بودند (شکل ۵). گزارش‌های زیادی در ارتباط با اختلاف درصد جوانه‌زنی بین ژنوتیپ‌های گرده‌زا وجود دارد که با نتایج ما مطابقت دارد. محمودی‌میمند^۳ و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیق خود با عنوان ارزیابی استراتژی‌های اصلاحی ژنوتیپ‌های نر پسته بر اساس شاخص گلدهی و صفات گرده گزارش کردند که در بین تمام ژنوتیپ‌های نر پسته، بیشترین درصد جوانه‌زنی گرده با رقم M1 (۹۲/۶۶٪) و پس از آن رقم Mh1 (۸۶/۶۶٪) و رقم G1 (۸۶٪) به دست آمد. کالسن و پارفیت^۴ (۲۰۱۷) با مطالعه ۶ گرده‌دهنده برتر پسته در آمریکا، گزارش نمودند که کمترین و بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده به ترتیب برابر ۵۸/۰۹٪ و ۹۰/۴۰٪ بود که در رقم راندی و B16-58 مشاهده شد. متوسط درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده این ۶ رقم نر برتر آمریکا برابر ۷۸/۶۸٪ بود. همچنین ایشان بیان کردند که درصد جوانه‌زنی دانه گرده رقم پیترز را که مهم‌ترین و

باشد (کریمی و زارعتکار^۱، ۲۰۱۶). با وجود این که پژوهش‌های قابل توجهی در مورد ارقام ماده پسته در کشورهای مختلف انجام شده است، ولی در مورد ارقام نر اطلاعات کمی در دسترس است. ژنوتیپ‌های نر موجود در ایران بسیار زیاد و مختلف هستند و شناسایی آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در حل مشکلات گرده‌افشانی پسته ایفا کند.

طبق نتایج پژوهش حاضر، درختان T17، T18 و T5 که از نظر صفات تعداد گل در گل‌آذین (شکل ۲)، تعداد گلچه در گل‌آذین (شکل ۳) و میزان دانه گرده (شکل ۴) برترین ژنوتیپ‌ها بودند. تفاوت در صفات مورفولوژیکی خوشه گل توسط سایر محققین هم گزارش شده است. در پژوهشی اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی و مقایسه میزان تولید دانه گرده در ۵ ژنوتیپ نر پسته نشان دادند که میانگین وزن دانه گرده تولیدی در هر گل‌آذین ۲۳۷ میلی‌گرم و تعداد گل‌آذین در هر درخت نر ۲۰۶۲ عدد می‌باشد. در پژوهش حاضر، دامنه وزن دانه گرده در گل‌آذین در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۱۸۶ تا ۲۹۲ میلی گرم گزارش شد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود با عنوان بررسی الگوی گلدهی و کمیت دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های نر پسته گزارش کردند که بیشترین وزن خشک گل‌آذین و وزن خشک دانه گرده تولیدی به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های 526-4 (۱۴۱۶ میلی‌گرم، ۲۳۷/۸۹ میلی‌گرم)، 526-6 (۱۳۶۰ میلی‌گرم، ۲۲۸/۷۸ میلی‌گرم)، 522-3 (۱۲۹۰ میلی‌گرم، ۲۱۳/۶۷ میلی‌گرم) و ۵۰۸-3 (۱۱۵۰ میلی‌گرم، ۱۹۳/۳ میلی‌گرم) بود. همچنین از نظر تعداد گل‌آذین در سرشاخه‌ها مشاهده شد که ژنوتیپ‌های 529-5، 528-4 و 508-4 به ترتیب با میانگین ۴/۳، ۴/۳ و ۴ عدد بیشترین تعداد گل‌آذین را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. وزن دانه گرده تولیدی در هر گل‌آذین نیز از ۰/۰۷۱ گرم تا ۰/۲۶۷ گرم متغیر بود. همچنین بررسی هاشمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۸) روی ۳۳ گرده‌دهنده جمعیت سرخس نشان داد که بالاترین وزن خشک گل‌آذین (۱/۴۷۲ گرم) و دانه گرده در گل‌آذین (۳۱۰/۸ میلی‌گرم) در ژنوتیپ M5 مشاهده شد. کمترین وزن دانه گرده در گل‌آذین نیز متعلق به ژنوتیپ MN9 برابر با ۵۷ میلی‌گرم بود که کمترین مقدار در میان جمعیت گرده‌دهنده کلکسیون سرخس بود و



شکل ۵- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر درصد جوانه‌زنی دانه گرده. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

ژنوتیپ گرده‌زای T17 بیشترین طول گل‌آذین را دارا و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5، T16، T18 و T19 در رتبه بعدی قرار داشتند که این ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ‌های گرده‌زای T10 و T13 تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و کمترین طول گل‌آذین متعلق به ژنوتیپ گرده‌زای T6 بود اگرچه با ژنوتیپ گرده‌زای T14 اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۶). براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش ژنوتیپ‌های گرده‌زای T17 و T18 بیشترین عرض گل‌آذین را داشتند که این دو ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T1، T6 و T12 کمترین عرض گل‌آذین را نشان داد که با ژنوتیپ‌های T3، T4 و T7 تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶).

در پژوهش حاضر ژنوتیپ گرده‌زای T17 بیشترین طول گل‌آذین و ژنوتیپ گرده‌زای T6 کمترین طول گل‌آذین را داشت (شکل ۶). همچنین ژنوتیپ‌های گرده‌زای T17 و T18 بیشترین عرض گل‌آذین و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T1، T6 و T12 کمترین عرض گل‌آذین را داشتند (شکل ۶). در مطالعه مرتبطی که روی ۲۲ ژنوتیپ نر در ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد انجام شد، گزارش شد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تعداد گل‌آذین در شاخه، طول گل‌آذین، عرض گل‌آذین، وزن تر و خشک گل‌آذین، وزن دانه‌های گرده در هر گل‌آذین و میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده متفاوت بودند، به طوری که ژنوتیپ شماره ۳، دارای میانگین دو گل‌آذین و ژنوتیپ ۱۳ دارای ۷ گل‌آذین در شاخه بود (اسکندری تربقان و شرافتی، ۱۴۰۰). هاشمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیق خود گزارش کردند که بزرگ‌ترین گل‌آذین‌ها در ژنوتیپ‌های M5، M14-5، M8 و M10 و کوچک‌ترین آن‌ها

غالب‌ترین گرده‌دهنده باغ‌های پسته آمریکا می‌باشد، ۶۶/۶۷٪ است. با مقایسه میزان جوانه‌زنی دانه گرده بین ۲۰ ژنوتیپ نتایج نشان داد ژنوتیپ شماره ۵ (دیرگل) با ۷۹/۱۳٪ بیشترین درصد جوانه‌زنی و ژنوتیپ شماره ۳ (زودگل) با ۱۹/۰۳٪ کمترین درصد جوانه‌زنی را داشت. در مطالعه‌ای که روی ۱۰ ژنوتیپ نر به منظور تعیین کمیت و کیفیت دانه گرده انجام شد، مشخص شد که ژنوتیپ‌های نر از نظر وزن گل‌آذین اختلاف زیادی نشان دادند به طوری که دامنه آن‌ها از ۴/۵ گرم برای ژنوتیپ P6 تا ۱/۶۶ گرم برای ژنوتیپ P8 بود. ژنوتیپ‌های نر از نظر مقدار دانه گرده از گل‌آذین نیز اختلاف زیادی نشان دادند و دامنه آن‌ها از ۷۱ میلی‌گرم برای ژنوتیپ P2 تا ۲۶۷ میلی‌گرم برای ژنوتیپ P5 بود. درصد جوانه‌زنی دانه گرده از ۳۰٪ در ژنوتیپ‌های P3 و P4 تا ۸۵٪ در ژنوتیپ P10 متغیر بود (کامیاب و همکاران، ۱۳۸۷). اسماعیل‌پور (۱۳۷۸) در بررسی خصوصیات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های نر درختان پسته در استان کرمان، ضمن مشخص نمودن زمان گلدهی، طول دوره گلدهی و درصد جوانه‌زنی دانه گرده ژنوتیپ‌های مختلف، ژنوتیپ‌های مناسب برای ارقام تجاری پسته را از نظر زمان گلدهی مشخص کرد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج محمودی‌میمند و همکاران (۲۰۲۱)، کالسن و پارفیت (۲۰۱۷)، حکم‌آبادی و عوض‌آبادیان (۱۳۹۴)، کامیاب و همکاران (۱۳۸۷) و اسماعیل‌پور (۱۳۷۸) مبنی بر اختلاف میزان جوانه‌زنی دانه گرده پسته مطابقت دارد.

طول و عرض گل‌آذین

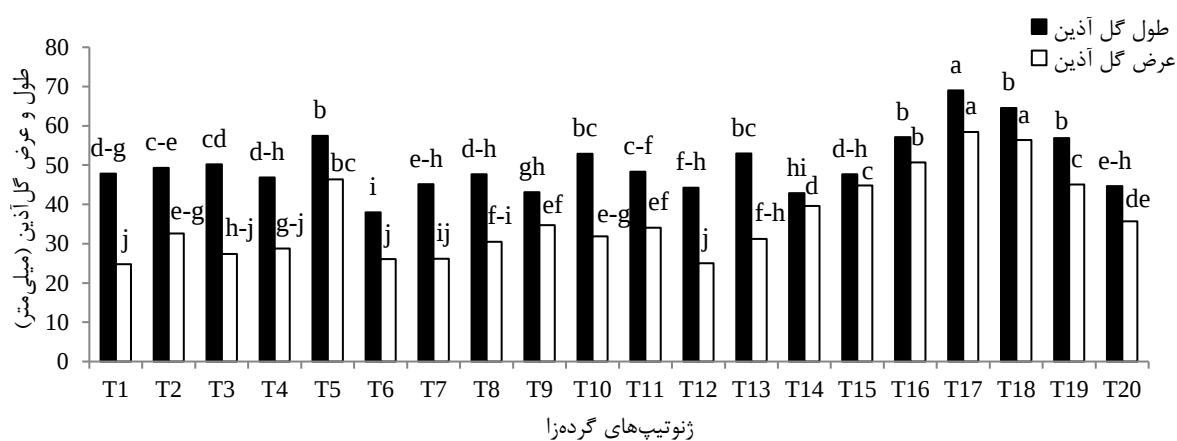
تعداد خوشه در شاخه اصلی و فرعی

بیشترین تعداد خوشه در شاخه اصلی متعلق به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5، T17 و T18 و کمترین تعداد خوشه مربوط به ژنوتیپ گرده‌زای T10 بود اگرچه با ژنوتیپ گرده‌زای T9 تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۷). نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5، T17 و T18 بیشترین و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T2، T9 و T14 کمترین تعداد خوشه در شاخه فرعی را دارا بودند (شکل ۷).

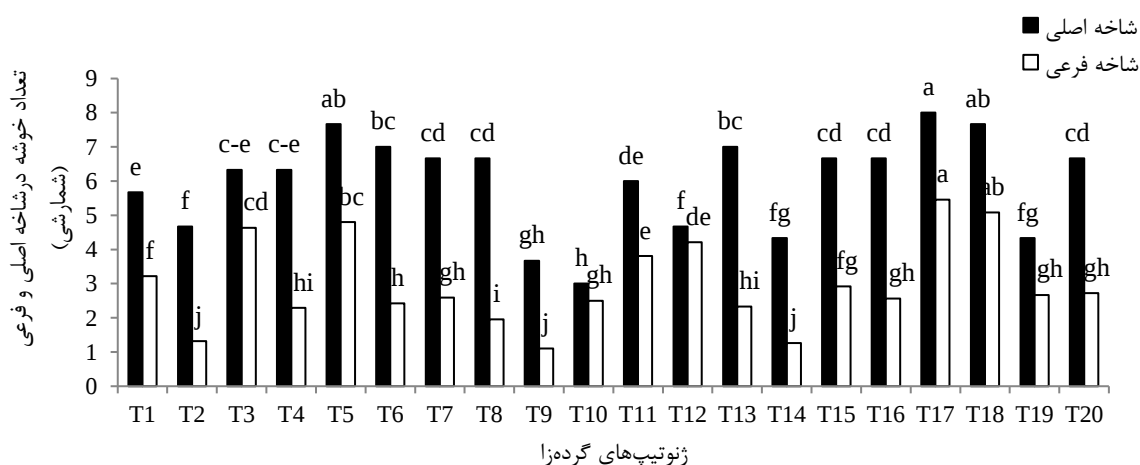
رنگ خوشه گل

قرمزترین رنگ خوشه گل مربوط به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T3 و T15 بود در حالی‌که این ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ‌های گرده‌زای T2، T5، T6، T10، T14، T18 و T19 اختلاف معنی‌داری نداشتند و سبزیترین رنگ خوشه هم مربوط به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T1 و T11 بود (شکل ۸).

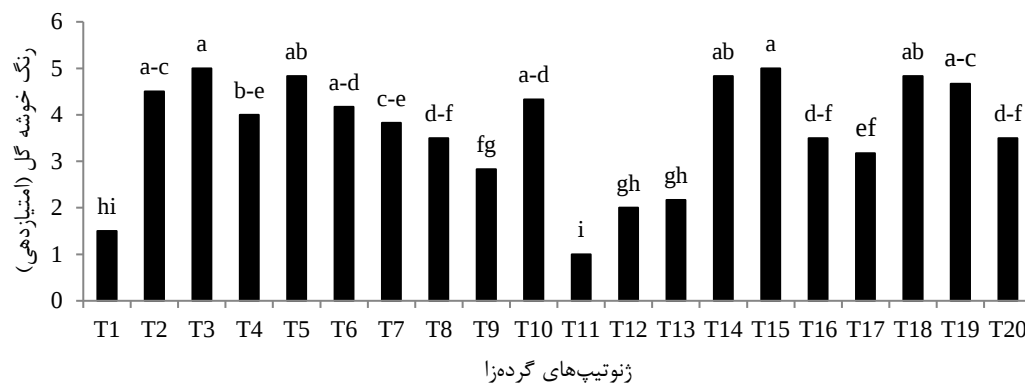
در ژنوتیپ‌های N1، M19، M17 و N5 مشاهده شد. در تحقیقی ۲۰ ژنوتیپ نر از نظر صفات گلدهی، زمان و طول دوره گلدهی، هم‌پوشانی با ارقام ماده ابعاد جوانه گل، طول محور گل‌آذین، درصد جوانه‌زنی و قوه‌نامیه دانه گرده اندازه‌گیری شدند. با توجه به نتایج بدست آمده ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۱۹ از نظر صفات گلدهی و هم‌پوشانی، ژنوتیپ شماره ۳ از نظر مقایسه طول دوره گلدهی و ژنوتیپ شماره ۷ از لحاظ صفات مرفولوژیک گل، طول گل‌آذین و طول جوانه گل به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب شناسایی و ثبت گردیدند (حکم‌آبادی و عوض‌آبادیان، ۱۳۹۴). اختلاف در اندازه گل‌آذین پسته که توسط اسکندری‌تربقان و شرافتی (۱۴۰۰)، هاشمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۸) و حکم‌آبادی و عوض‌آبادیان (۱۳۹۴) روی پسته بیان شد با نتایج ما مطابقت دارد.



شکل ۶- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر میزان طول و عرض گل‌آذین. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.



شکل ۷- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر تعداد خوشه در شاخه اصلی و فرعی. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.



شکل ۸- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر رنگ خوشه گل. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

صفات مورفولوژی برگچه (طول و عرض)

از نظر ابعاد برگچه انتهایی تفاوت بارزی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. ژنوتیپ‌های گرده‌زای T15، T16 و T17 بیشترین و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T4، T6، T7، T9 و T12 کمترین میزان طول برگچه انتهایی را دارا بودند. همچنین ژنوتیپ T15 بیشترین و ژنوتیپ‌های T1، T4، T12 و T14 کمترین عرض برگچه انتهایی را نشان دادند (جدول ۳).

ژنوتیپ گرده‌زای T15 بیشترین و ژنوتیپ گرده‌زای T19 کمترین طول برگچه سمت راست را نشان داد اگرچه ژنوتیپ T19 با ژنوتیپ‌های T1، T3، T4، T6، T7 و T9 اختلاف معنی‌داری نداشت و ژنوتیپ‌های T15، T16، T17، T18 و T20 بزرگترین و ژنوتیپ‌های T1، T4 و T19 کوچکترین عرض برگچه سمت راست را نشان دادند (جدول ۳). بزرگترین و کوچکترین طول برگچه سمت چپ طبق نتایج به دست آمده به ترتیب متعلق به ژنوتیپ T15 و ژنوتیپ T19 بود، در حالی که ژنوتیپ T19 با ژنوتیپ‌های T1، T4، T6، T7 و T8 تفاوت معنی‌داری نشان نداد و نتایج مربوط به اثر نوع ژنوتیپ بر عرض برگچه سمت چپ در ژنوتیپ‌های گرده‌زا مشخص نمود ژنوتیپ‌های T15، T16، T17، T18 و T20 بزرگترین و ژنوتیپ‌های T1، T4 و T19 کوچکترین ابعاد را داشتند (جدول ۳).

نشانگرهای مورفولوژیکی بیشتر با صفات کیفی متناظر هستند که به صورت عینی قابل رتبه‌بندی باشند. خصوصیات تشریحی ریخت‌شناسی جزو نخستین و پرکاربردترین نشانگرهایی هستند که از دیرباز همواره مورد توجه گیاه‌شناسان بوده‌اند که در این میان صفات ریختی

فاصله خوشه‌ها از هم در شاخه اصلی و فرعی

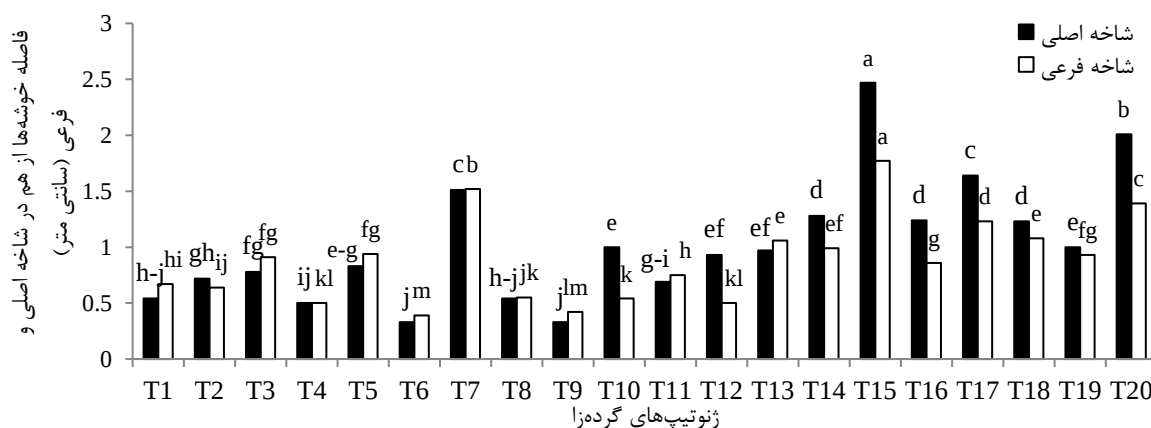
ژنوتیپ گرده‌زای T15 خوشه‌ها از هم در شاخه اصلی بیشترین فاصله از یکدیگر را داشتند و کمترین فاصله هم در ژنوتیپ‌های T6 و T9 مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های T1 و T4 تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۹). طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، ژنوتیپ گرده‌زای T15 بیشترین و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T6 و T9 کمترین فاصله خوشه‌ها از هم در شاخه فرعی را داشتند (شکل ۹).

رشد سالیانه شاخه اصلی و فرعی

بیشترین رشد سالیانه شاخه اصلی در ژنوتیپ گرده‌زای T15 مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های T17 و T20 تفاوت معنی‌داری نداشت و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5، T14، T6 و T18 در رتبه‌های بعدی قرار داشتند در حالی که ژنوتیپ‌های گرده‌زای T8، T9 و T10 کمترین رشد سالیانه شاخه اصلی را نشان دادند (جدول ۲). بیشترین رشد سالیانه شاخه فرعی مربوط به ژنوتیپ گرده‌زای T15 بود و ژنوتیپ‌های گرده‌زای T7، T17، T18، T19 و T20 در رتبه‌های بعدی قرار داشتند و کمترین رشد سالیانه شاخه فرعی متعلق به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T4، T8، T9 و T10 بود (جدول ۲).

طول، عرض و سطح برگ بالغ

بیشترین و کمترین طول برگ به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های گرده‌زای T15 و T9 بود (جدول ۲). همچنین ژنوتیپ T15 بیشترین و ژنوتیپ‌های T4، T7 و T19 کمترین عرض برگ بالغ را داشتند. دو ژنوتیپ T15 و T16 بیشترین و ژنوتیپ‌های T1 و T4 کمترین سطح برگ بالغ را دارا بودند (جدول ۲).



شکل ۹- مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته از نظر فاصله خوشه‌ها از هم در شاخه اصلی و فرعی. میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با مورفولوژیک ۲۰ ژنوتیپ گرده‌زای پسته

ژنوتیپ	رشد سالیانه شاخه اصلی (سانتی‌متر)	رشد سالیانه شاخه فرعی (سانتی‌متر)	طول برگ بالغ (سانتی‌متر)	عرض برگ بالغ (سانتی‌متر)	سطح برگ بالغ (سانتی‌متر مربع)
T1	۵/۶۷ ^{jk*}	۳/۳۹ ^g	۱۴/۸۶ ^{ij}	۱۴/۹۸ ^{i-k}	۷۲/۶۱ ^{gh}
T2	۶/۶۷ ^{il}	۳/۲۲ ^{gh}	۱۶/۲۲ ^{d-f}	۱۶/۸۳ ^{ef}	۱۰۵/۴۹ ^{cd}
T3	۵/۳۳ ^k	۴/۴۹ ^e	۱۴/۵۱ ^j	۱۵/۲۹ ^{h-j}	۱۰۱/۶۶ ^{de}
T4	۶ ^k	۲/۵۸ ^{hi}	۱۳/۷۴ ^k	۱۴/۰۸ ^{lm}	۶۳/۲۷ ^h
T5	۱۰/۳۳ ^{de}	۵/۱ ^e	۱۶/۴۹ ^{de}	۱۶/۲۳ ^{fg}	۱۱۹ ^{bc}
T6	۷/۳۳ ^{hi}	۳/۴۷ ^g	۱۴/۵۶ ^j	۱۵/۱۳ ^{ij}	۹۵/۴۸ ^{d-f}
T7	۹/۶۷ ^{ef}	۶/۴۳ ^{cd}	۱۶/۳۴ ^{d-f}	۱۳/۹۴ ^m	۹۶/۲۵ ^{d-f}
T8	۴ ^l	۲/۲۵ ⁱ	۱۵/۱۹ ^{h-j}	۱۵/۷۵ ^{g-i}	۹۰/۹۳ ^{ef}
T9	۵ ^{kl}	۲/۵ ^{hi}	۱۲/۶۴ ^l	۱۴/۸۳ ^{j-l}	۸۶/۵۳ ^{fg}
T10	۵ ^{kl}	۲/۳۵ ⁱ	۱۶/۴۷ ^{de}	۱۵/۴۱ ^{h-i}	۹۱/۰۳ ^{ef}
T11	۸/۳۳ ^{gh}	۵/۰۸ ^e	۱۵/۹۲ ^{e-g}	۱۶/۰۲ ^{gh}	۹۰/۸۸ ^{ef}
T12	۸ ^{gh}	۳/۷۱ ^g	۱۵/۲۹ ^{g-i}	۱۶/۲۶ ^{fg}	۸۱/۹۹ ^{fg}
T13	۸/۳۳ ^{gh}	۳/۹۷ ^{fg}	۱۶/۵۷ ^{de}	۱۷/۱۹ ^e	۱۲۰/۲۶ ^b
T14	۱۱/۵ ^d	۵/۰۳ ^e	۱۵/۶۳ ^{f-h}	۱۵/۵۸ ^{g-j}	۹۲/۱۸ ^{d-f}
T15	۱۵/۳۳ ^a	۸/۶۷ ^a	۲۰/۸۹ ^a	۲۲/۳۳ ^a	۱۵۷/۴۵ ^a
T16	۱۴ ^{bc}	۴/۶۶ ^{ef}	۲۰/۰۷ ^b	۲۱/۵۲ ^b	۱۴۷/۹۹ ^a
T17	۱۴/۳۳ ^{a-c}	۷/۲۷ ^b	۱۹/۷۸ ^b	۲۰/۱۵ ^c	۱۲۸/۹۱ ^b
T18	۱۳/۵ ^c	۶/۳۷ ^d	۱۹/۳۸ ^b	۱۹/۷۲ ^c	۱۲۶/۶۹ ^b
T19	۸/۶۷ ^{fg}	۶/۱ ^d	۱۶/۷۷ ^d	۱۴/۲۳ ^{k-m}	۸۷/۰۸ ^f
T20	۱۵ ^{ab}	۷/۱۴ ^{bc}	۱۷/۹۱ ^c	۱۸/۹۲ ^d	۱۲۲/۳۲ ^b

* وجود یک حرف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد (آزمون LSD).

گزارش‌های زیادی مبنی بر تفاوت در صفات مورفولوژی برگ پسته و سایر گیاهان وجود دارد که توسط محققین گزارش شده است و نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کنند. نتایج مربوط به خصوصیات مورفولوژیکی و فنولوژیکی برخی از ژنوتیپ‌های نر پسته نشان داد که اندازه طول برگ از ۱۸/۳۰ تا ۱۳/۰۸ سانتی‌متر، طول برگچه انتهایی از ۷ تا ۱۱/۱۴ سانتی‌متر و عرض برگچه انتهایی از ۳/۸۲ تا ۷/۱۶ سانتی‌متر متغیر بود

برگ جایگاه ویژه‌ای در رده‌بندی گیاهان دارند (وانگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۳) و استفاده از آن به دو صورت میکرومورفولوژیک (مانند بررسی تعداد و ابعاد روزنه و کرک با میکروسکوپ‌های الکترونی و نوری) و ماکرو مورفولوژیک (نظیر مشاهدات و اندازه‌گیری‌های کمی و کیفی) می‌باشد (چاپلاق‌پریدری و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهش حاضر ژنوتیپ‌های گرده‌زا از لحاظ صفات مورفولوژی برگ تفاوت‌های زیادی داشتند (جدول ۲ و ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با مورفولوژیک ۲۰ ژنوتیپ گرده‌زای پسته

ژنوتیپ	طول برگچه	طول برگچه	طول برگچه	عرض برگچه انتهایی	عرض برگچه	عرض برگچه
انتخابی (سانتی‌متر)	سمت راست (سانتی‌متر)	سمت چپ (سانتی‌متر)	سمت چپ (سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)	سمت راست (سانتی‌متر)	سمت چپ (سانتی‌متر)
T1	۹/۵۶ ^{g-i*}	۷/۳۴ ^{f-i}	۷/۱۸ ^{g-i}	۴/۵۵ ^k	۳/۱۹ ^j	۳/۲۸ ⁱ
T2	۱۰/۲۱ ^{e-g}	۸/۲۱ ^{de}	۸/۲۶ ^{d-f}	۵/۶۴ ^{f-i}	۴/۳۲ ^{d-g}	۴/۷۸ ^{c-e}
T2	۹/۷۴ ^{g-i}	۷/۳۱ ^{f-i}	۷/۷۹ ^{e-g}	۶/۰۶ ^{c-f}	۴/۶۷ ^{de}	۵/۱۲ ^{b-d}
T4	۸/۶۲ ^j	۶/۹۱ ^{hi}	۶/۸۲ ⁱ	۴/۶۵ ^{jk}	۳/۴۱ ^{ij}	۳/۵۹ ^{hi}
T5	۹/۹۶ ^{f-h}	۸/۲۱ ^{de}	۸/۴۸ ^d	۶/۱۸ ^{b-e}	۴/۸۴ ^{cd}	e
T6	۹/۰۴ ^{ij}	۷/۵۵ ^{e-i}	۷/۲۶ ^{g-i}	۵/۳۳ ^{g-i}	۴/۵۹ ^{d-f}	۴/۴۹ ^{e-g}
T7	۹/۳۲ ^{h-j}	۷/۰۲ ^{g-i}	۷/۰۴ ^{hi}	۶/۲ ^{b-d}	۳/۸۹ ^{g-i}	۴/۳۹ ^{e-g}
T8	۹/۵۹ ^{g-i}	۷/۶۹ ^{e-g}	۷/۷۳ ^{e-g}	۵/۵۲ ^{f-i}	۴/۲۳ ^{e-g}	۴/۳۱ ^{e-g}
T9	۹/۷۸ ^j	۷/۵۵ ^{e-i}	۷/۱۸ ^{g-i}	۵/۱۴ ^{h-j}	۳/۹۷ ^{g-i}	۳/۹۴ ^{f-h}
T10	۱۰/۵۸ ^{d-f}	۷/۸۴ ^{d-f}	۸ ^{d-f}	۵/۶۲ ^{e-h}	۴/۰۵ ^{f-h}	۴/۱۷ ^{e-h}
T11	۹/۸۳ ^{gh}	۸/۱۷ ^{de}	۸/۱۳ ^{d-f}	۶/۰۴ ^{c-f}	۴/۱۱ ^{e-g}	۳/۹ ^{gh}
T12	۹/۰۶ ^{ij}	۷/۹ ^{d-f}	۷/۹۵ ^{d-f}	۵/۰۵ ^{i-k}	۴/۳ ^{d-g}	۴/۵۵ ^{d-f}
T13	۹/۷۱ ^{g-i}	۸/۵۱ ^d	۸/۲۸ ^{de}	۶/۵۷ ^{bc}	۵/۳ ^{bc}	۵/۳۶ ^{a-c}
T14	۹/۵۶ ^{g-i}	۷/۶۲ ^{e-h}	۷/۶۳ ^{f-h}	۵/۱ ^{h-k}	۴/۰۳ ^{f-h}	۴/۱ ^{f-h}
T15	۱۲/۵۲ ^a	۱۱/۲۸ ^a	۱۱/۵۲ ^a	۷/۵۲ ^a	۵/۹ ^a	۵/۹۲ ^a
T16	۱۱/۹۲ ^{ab}	۱۰/۵۱ ^b	۱۰/۶۷ ^b	۶/۶ ^{bc}	۵/۴ ^{a-c}	۵/۶ ^{ab}
T17	۱۱/۳۵ ^{bc}	۹/۹۷ ^{bc}	۹/۸۳ ^c	۶/۴۶ ^{bc}	۵/۳۶ ^{a-c}	۵/۳۸ ^{a-c}
T18	۱۱/۱۶ ^{cd}	۹/۶۵ ^c	۹/۳۷ ^c	۶/۴۶ ^{bc}	۵/۳۳ ^{a-c}	۵/۳۱ ^{a-c}
T19	۱۰/۶ ^{d-f}	۶/۹ ⁱ	۶/۹ ⁱ	۵/۸۴ ^{d-g}	۳/۴۹ ^{h-j}	۳/۶۷ ^{hi}
T20	۱۰/۷ ^{c-e}	۹/۳۱ ^c	۹/۳۴ ^c	۶/۷۳ ^b	۵/۵۱ ^{ab}	۵/۳۷ ^{a-c}

* وجود یک حرف مشترک در هر ستون، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد (آزمون LSD).

برگچه‌ها ۳/۱۳ سانتی‌متر (حداقل ۱/۲۲ سانتی‌متر در Batna و حداکثر ۵/۵۰ سانتی‌متر در Tissemsilt)، میانگین عرض برگچه‌ها ۱/۱۲ سانتی‌متر (حداقل ۰/۴۲ سانتی‌متر در Batna و حداکثر ۳ سانتی‌متر در Saida)، میانگین طول برگچه انتهایی ۳/۳۴ سانتی‌متر (حداقل ۱/۰۸ در Batna و حداکثر ۶ سانتی‌متر در Saida) و میانگین عرض برگچه انتهایی ۱/۰۵ سانتی‌متر (با حداقل ۰/۳۶ سانتی‌متر در Batna و حداکثر ۳ سانتی‌متر در Tissemsilt) بود (نجات و طیب^۳، ۲۰۲۰).

دبج^۴ و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که طول و عرض برگ پسته بسته به منطقه، بین ۱۰/۶۹-۱۱/۰۴ سانتی‌متر (طول) و ۷/۱۴-۷/۴۴ سانتی‌متر (عرض) متفاوت است و برگچه انتهایی ۳/۶۱ سانتی‌متر طول و ۱/۱۲ سانتی‌متر عرض دارد. با بررسی تنوع مورفولوژیکی برگ در زیر گونه‌های پسته آتلانتیکا نتایج نشان داد که طول و عرض برگ بین ۲۴/۵ سانتی‌متر و ۲۱/۹ سانتی‌متر متغیر بود. طول‌ترین برگ‌ها در AF (۲۴/۵ سانتی‌متر)، SF1 (۲۰/۳ سانتی‌متر)، BT (۱۹/۹۵ سانتی‌متر) و OR (۱۸/۳ سانتی‌متر) مشاهده شده است. عریض‌ترین برگ‌ها در AF (۲۱/۹ سانتی‌متر)، BT (۱۵/۹ سانتی‌متر) و OM و MBB2 (۱۵/۸ سانتی‌متر).

(نیشابوری^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). در مطالعه‌ای تنوع مورفولوژیکی و پومولوژیکی ژنوتیپ‌های نر و ماده پسته موتیکا مورد بررسی قرار گرفت. طول برگ در ژنوتیپ‌های نر از ۱۱/۰۳ تا ۱۷/۶۷ سانتی‌متر و در ژنوتیپ‌های ماده از ۱۱/۹۸ تا ۱۶/۱۴ سانتی‌متر متغیر بود. همچنین عرض برگ در ژنوتیپ‌های نر از ۷/۳۲ تا ۱۳/۰۸ سانتی‌متر و در ژنوتیپ‌های ماده از ۹/۱۸ تا ۱۳/۳۱ سانتی‌متر متغیر بود. طول گل‌آذین در ژنوتیپ‌های نر بین ۴/۶۲ تا ۵/۸۳ سانتی‌متر و در ژنوتیپ‌های ماده بین ۵/۰۵ تا ۹/۰۴ سانتی‌متر بود. همچنین طول برگ با عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس صفات ثبت شده تنوع بالایی را نشان دادند (رستمی^۲ و همکاران، ۲۰۲۰).

با بررسی تأثیر شرایط محیطی بر تنوع مورفولوژیکی برگ *Pistacia atlantica* Desf. در پنج منطقه در شمال الجزایر بیان شد که میانگین طول برگ تمام درختان پنج منطقه ۷/۶۳ سانتی‌متر (حداقل ۲/۴۷ سانتی‌متر در Batna و ۱۲/۵۰ سانتی‌متر حداکثر در Tlemcen)، میانگین عرض برگ ۶/۷۱ سانتی‌متر (حداقل ۲/۷۲ سانتی‌متر در Batna و حداکثر ۱۲ سانتی‌متر در Tissemsilt)، میانگین طول

آن‌ها بیشتر بود و این نتیجه احتمالاً اثبات می‌کند که گرده‌های دارای قوه نامیه بالا پروسه گلدهی را تسریع می‌کند. در گزارشی همبستگی بین سطح برگ و وزن برگ و همچنین سطح برگ با طول برگچه معنی‌دار گزارش شد (اسماعیل‌پور^۴، ۲۰۰۳).

تفاوت در ابعاد برگ در درختان دیگر هم گزارش شده است به طوری که مسی‌وند و همکاران (۱۳۹۸) در ارتباط با بررسی برخی صفات کمی و کیفی برگ در گونه‌ها و هیبریدهای بین گونه‌ای گردو گزارش کردند که بیشترین سطح برگ متعلق به رقم B21 مربوط به گونه‌های گردوی ایرانی با $336/3$ سانتی‌متر مربع و کمترین سطح برگ نیز برای گونه گردوی سیاه ژنوتیپ N8 با سطح برگ $76/2$ سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. میانگین صفات کمی برگ نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که ارقام گردوی ایرانی دارای میانگین بیشترین طول و عرض برگ و گردوی سیاه نیز دارای کمترین طول و عرض بودند. همچنین میانگین بیشترین عرض و طول برگچه مربوط به گردوی ایرانی و در مقابل هیبرید بین گونه‌ای پارادوکس نیز دارای کمترین عرض برگچه بود. کمترین طول برگچه نیز برای گونه گردوی سیاه اندازه‌گیری شد. در میان گونه‌های مورد بررسی گردوی ایرانی دارای کمترین تعداد برگچه و برگ گونه *J.hindsii* بیشترین تعداد برگچه را داشت. همچنین زمان باز شدن جوانه‌های برگ در گونه *J.hindsii* گونه گردوی سیاه و هیبریدهای بین گونه‌ای رویال و پارادوکس خیلی دیر بود اما در ژنوتیپ‌ها و ارقام گردوی ایرانی (زود تا متوسط، دیر و درصد کمی از جوانه‌ها خیلی دیر) باز شدند. نتایج بررسی صفات مورفولوژیکی در هفت رقم و ژنوتیپ امیدبخش گردو نشان داد که بین ارقام از نظر صفات قدرت رشد درخت، عادت باردهی و زمان باز شدن برگ تنوع زیادی وجود داشت به طوری که در میان ارقام مختلف ۲۲ روز اختلاف در زمان باز شدن زود برگ‌دهی و دیر برگ‌دهی رقم‌ها مشاهده شد. دیر برگ‌دهی یکی از مهم ترین صفات در اصلاح درختان گردو است که از ایجاد خسارت توسط سرمای دیررس بهاره جلوگیری می‌کند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه مرتبط دیگری احتشام‌نیا و همکاران (۱۳۸۹) به منظور بررسی تنوع مورفولوژیکی توده‌های گردوی بومی استان گلستان صفاتی

سانتی‌متر) مشاهده شده است (الزری بلاسکری و بنحسینی^۱، ۲۰۱۶). ریاضی و همکاران (۲۰۱۹) محدوده $10/77$ تا $50/63$ سانتی‌متر برای طول برگ و $8/37$ تا $24/25$ سانتی‌متر برای عرض برگ را در برخی از ژنوتیپ‌های پسته در ایران گزارش کردند. همچنین محدوده $16/02$ – $19/95$ سانتی‌متر و $16/98$ – $18/46$ سانتی‌متر به ترتیب برای طول و عرض برگ در مجموعه پسته الجزایر مشاهده شد (بوالم^۲ و همکاران، ۲۰۱۵). در پژوهشی دیگر کریمی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تنوع ساختار ظاهری (مورفولوژیکی) بین گونه‌های پسته در ایران پرداختند. نتایج آنان نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ویژگی‌های برگ (طول و عرض) با طول برگ وجود دارد. خراسانی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی ریخت‌شناسی برگ در پایه‌های نر و ماده گونه بنه (*Pistacia atlantica* Desf) نشان دادند که شش صفت کمی و کیفی شامل اندازه طول برگ، سطح برگ، عرض برگ، عرض برگچه انتهایی و تعداد برگ‌های سه برگچه‌ای به طور معنی‌داری در پایه‌های نر بیشتر از پایه‌های ماده بوده ولی تعداد برگچه‌های متقابل در پایه‌های ماده بیشتر از گیاهان نر می‌باشد و نتایج تأثیر موثر صفات ریخت‌شناسی برگ را در تمایز جنسیتی پایه‌های نر و ماده این گیاهان تأیید می‌کند. بنابراین پایه های نر گونه *P. atlantica* نسبت به پایه‌های ماده خود دارای برگ‌هایی با اندازه بزرگتر و برگچه‌هایی با تعداد و موقعیت متفاوت هستند. طبق گفته مونژوز^۳ (۱۹۸۰)، طول برگ در درختان *P. atlantica* به ندرت از ۱۲ سانتی‌متر بیشتر می‌شود.

همچنین طایفه‌علی اکبرخانی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تنوع مورفولوژی و فنولوژی ژنوتیپ‌های نر پسته گزارش کردند که بین صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های نر همبستگی وجود دارد. نتایج آن‌ها نشان داد که بین عرض برگ و تراکم جوانه و بین زمان تمام گل و زمان ایجاد برگ در سطح احتمال یک درصد همبستگی معنی‌داری وجود داشت که نشان می‌دهد هر چه زمان ایجاد برگ زودتر باشد درختان زودتر گل می‌دهند و به مرحله ۵۰ درصد گلدهی می‌رسند. همچنین درصد جوانه‌زنی گرده با زمان ایجاد گل‌آذین همبستگی منفی داشت که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌هایی که گلدهی آن‌ها زودتر بود، میزان جوانه‌زنی

3. Monjauze
4. Esmailpour

1. El Zerey-Belaskri and Benhassaini
2. Boualel

ژنوتیپ‌های T5، T17 و T18 قرار داشتند که از نظر صفات تعداد گل در گل‌آذین، تعداد گلچه در هر گل‌آذین، میزان دانه‌گرده، جوانه‌زنی دانه‌گرده، طول و عرض گل‌آذین، تعداد گل‌آذین در شاخه اصلی و فرعی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای برتری بودند. در حالی‌که در گروه دوم ژنوتیپ‌های T11 و T14 در یک زیرگروه و ژنوتیپ‌های T9، T15، T16 و T19 در زیرگروه بعدی قرار گرفتند. در گروه سوم ژنوتیپ‌های T7 و T20 با هم و ژنوتیپ‌های T4 و T6 با یکدیگر بیشترین شباهت را داشتند و در زیرگروه چهارم نیز ژنوتیپ‌های T2 و T8 قرار داشتند که بیشترین شباهت را با ژنوتیپ‌های T1، T3، T10، T12 و T13 نشان دادند، به طوری‌که همگی در یک گروه بودند (شکل ۱۰).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که درختان پسته نر کلکسیون مورد مطالعه از تنوع قابل توجهی برخوردارند که این میزان تنوع در استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی و یا گرده‌افشانی مصنوعی باغ‌های پسته بسیار اهمیت دارد. از آنجایی‌که این ژنوتیپ‌ها منشأ بذری داشتند، تنوع مورد نظر قابل انتظار بود، ولی طبق نتایج پژوهش حاضر، سه ژنوتیپ T5، T17 و T18 (به‌دلیل بیشتر بودن تعداد گل در گل‌آذین، تعداد گلچه در هر گل‌آذین، میزان دانه‌گرده، جوانه‌زنی دانه‌گرده، طول و عرض گل‌آذین، تعداد گل‌آذین در شاخه اصلی و فرعی، طول مدت گرده‌افشانی) به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند. جالب اینکه، زمان گلدهی این سه ژنوتیپ با ارقام ماده تجاری منطقه رفسنجان (اکبری و کله‌قوچی) همپوشانی گلدهی بسیار خوبی دارد و به همین دلیل در کار پژوهشی دیگری که توسط نویسندگان مقاله حاضر انجام شده است، گرده‌افشانی مصنوعی با گرده این سه ژنوتیپ بر باردهی و برخی صفات خشک‌میوه دو رقم تجاری پسته ارزیابی شده است. بنابراین، سه ژنوتیپ T5، T17 و T18 را می‌توان به نهالستان‌ها برای تولید نهال نر پسته معرفی نمود و یا آن‌ها را با روش‌های رویشی تکثیر و در باغ مادری مستقر نموده تا برای تهیه پیوندک مورد استفاده قرار گیرند.

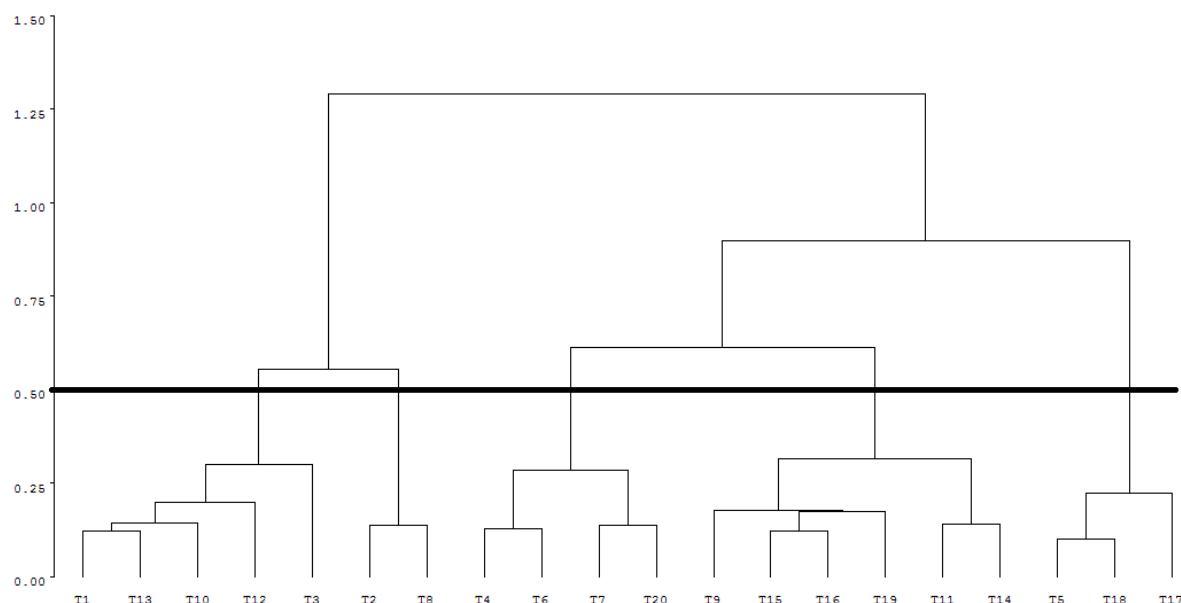
از جمله زمان باز شدن جوانه‌برگی، زمان گلدهی گل نر و ماده، تیپ باردهی، فراوانی گل‌های ماده، شکل برگچه، حاشیه برگچه، رنگ برگ، رنگ محور برگ، عادت رشد درخت، قدرت رشد درخت و شاخه‌دهی را اندازه‌گیری کردند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که توده‌های مورد بررسی دارای تنوع بالایی بوده و گزینش باید از نظر صفات مورد نظر صورت گیرد.

نتایج محققین علت اختلاف در ابعاد برگ را به شرایط اکولوژیکی نظیر ارتفاع از سطح دریا (ستاریان و همکاران، ۱۳۹۰؛ چاپلاق‌پریدری و همکاران، ۱۳۹۱)، پروتاندری (اسفندیاروغلو، ۲۰۰۷؛ شورکی و سدگلی^۱، ۱۹۹۴)، عوامل ژنتیکی و درونی، ادامه رشد رویشی بعد از گلدهی در پایه‌های نر (از انرژی اضافی و اندوخته‌های غذایی برای گسترش اندازه ابعاد برگ خود استفاده می‌کنند) و فاصله زمانی بین دو دوره رشد رویشی در پایه‌های نر (قبل و بعد از دوره گلدهی) نسبت دادند (اینبار و کارک^۲، ۲۰۰۷؛ املن^۳ و همکاران، ۱۹۹۳).

به گفته رویر^۴ و همکاران (۲۰۰۸) ابعاد و مورفولوژی برگ‌ها تحت تأثیر اقلیم است که منجر به تغییرات در همان گونه می‌شود. به طور کلی نتایج این بررسی‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌ها تنوع بالایی از نظر صفات مورفولوژیکی برگ دارند و نتایج تحقیق ما با نتایج نیشابوری و همکاران (۲۰۲۱)، رستمی و همکاران (۲۰۲۰)، نجات و طیب (۲۰۲۰)، ریاضی و همکاران (۲۰۱۹)، دگ‌بج و همکاران (۲۰۱۸)، الزری-بلاسکری و بنحسینی (۲۰۱۶)، خراسانی و همکاران (۱۳۹۴)، طایفه‌علی‌اکبرخانی و همکاران (۱۳۹۲)، کریمی و همکاران (۲۰۰۹)، خداکرمی و همکاران (۱۳۸۰)، طهماسبی و همکاران (۱۳۷۹) روی پسته و مسیوند و همکاران (۱۳۹۸)، حسنی و همکاران (۱۳۹۲) و احتشام‌نیا و همکاران (۱۳۸۹) روی گردو همخوانی دارد.

تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های گرده‌زا

نمودار مربوط به تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های گرده‌زا بر اساس خصوصیات گل، برگ و درخت در شکل ۱۰ نشان داده شده است که در فاصله اقلیدوسی ۰/۵ ژنوتیپ‌های گرده‌زا در ۴ گروه اصلی قرار گرفته‌اند. بر این اساس، در گروه اول



شکل ۱۰- تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته بر اساس صفات مورفولوژیکی.

منابع

- احتشام‌نیا، ع.، شریفانی، م. و وحدتی، ک. ۱۳۸۹. بررسی تنوع مورفولوژیکی و جغرافیایی توده‌های گردوی بومی مناطق مختلف استان گلستان با استفاده از صفات کیفی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۷(۲): ۱۵-۳۷.
- اسکندری‌تربقان، م. و شرافتی، ع.ا. ۱۴۰۰. مقایسه ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده پسته. دوازدهمین کنگره علوم باغبانی رفسنجان، ۱-۶.
- اسماعیل‌پور، ع. ۱۳۷۸. بررسی، شناسایی و جمع‌آوری ارقام نر پسته. گزارشات نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات پسته کشور تا پایان سال ۱۳۷۸. سازمان آموزش و ترویج کشاورزی، ۱: ۱۵-۲۳.
- اسماعیلی، م.، شریفانی، م.م.، حکم‌آبادی، ح. و علیزاده، م. ۱۳۹۷. بررسی کمی و عددی تولید گرده در ژنوتیپ‌های نر مختلف پسته با استفاده از لام هموسیتومتر. دومین همایش ملی پسته ایران، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان.
- چاپلاق‌پریدری، ا.، جلالی، غ.، سنبلی، ع. و زرافشار، م. ۱۳۹۱. ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در گونه‌های جنس *Merz* (*Carpinus* L.). مجله تاکسونومی و بیوسستماتیک، ۱۰: ۱۱-۲۶.
- حسینی، د.، مظفری، م.ر.، دهقان‌شورکی، ی.، سلیمانی، ا. و لونی، ا. ۱۳۹۲. صفات رویشی و زایشی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های بومی ایرانی و خارجی گردو (*Juglans regia* L.). مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۹(۴): ۸۳۹-۸۵۵.
- حکم‌آبادی، ح. و عوض‌آبادیان، ع.ا. ۱۳۹۴. بررسی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف انتخابی کلکسیون تلقیح‌کنندگان پسته و ژنوتیپ‌های مختلف ماده انتخابی بذری در ایستگاه تحقیقات پسته دامغان. نهمین کنگره علوم باغبانی، اهواز، ۱-۶.
- خداکرمی، ی.، نوری، ف.، خان‌حسینی، م. و فتاحی، م. ۱۳۸۰. بررسی فنولوژیکی بنه در استان کرمانشاه. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۰(۱): ۲۷۰-۲۸۲.
- خراسانی، م.، نصرتی، ه.، رزبان‌حقیقی، ا. و کلیچ، ص. ۱۳۹۴. بررسی ریخت‌شناسی برگ در پایه‌های نر و ماده گونه بنه (*Pistacia atlantica* Desf) در جنگل‌های ارسباران. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷(۴): ۶۰۵-۶۱۱.
- رنجبرکبوترخانی، م. ۱۴۰۱. ارزیابی برخی از ژنوتیپ‌های گرده‌زا پسته و مطالعه سازگاری گرده ژنوتیپ‌های منتخب با ارقام تجاری پسته رفسنجان. رساله دکتری، گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ستاریان، ع.، زرافشار، م. و سوستانی، ف. ۱۳۹۰. تنوع ریختی برگ بین جمعیت‌های طبیعی بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) و اوری (*Q. macranthera*) در جنگل‌های خزری. مجله تاکسونومی و بیوسستماتیک، ۸(۶): ۲۵-۳۴.

- طایفه‌علی اکبرخانی، س.، طلائی، ع.ر. و فتاحی مقدم، م.ر. ۱۳۹۲. تنوع مورفولوژیکی و فنولوژیکی و ترکیب شیمیایی مغز ژنوتیپ‌های پسته منطقه فیض‌آباد خراسان. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۹(۳): ۴۰۵-۴۲۱.
- طهماسبی، م.، فتاحی، م.، قربانی، ح. و حسین‌زاده، ج. ۱۳۷۹. بررسی عوامل موثر بر پراکنش پسته وحشی در استان ایلام. طرح مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، ۵۵ ص.
- قاسمی، م.، کاشانی‌زاده، س.، گل محمدی، م.، قاسمی، ش.، هاشمی‌نسب، ح. و حکم‌آبادی، ح. ۱۳۹۹. بررسی الگوی گلدهی و کمیت دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های نر پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و هوایی قزوین. مجله علوم و فناوری پسته، ۵(۹): ۱۷۶-۱۸۷.
- کامیاب، ف.، وزوایی، ع.، عبادی، ع. و پناهی، ب. ۱۳۸۷. تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ گرده‌زا برای چهار رقم ماده تجاری پسته (کله‌قوچی، اکبری، اوحدی و احمدآقایی). علوم کشاورزی ایران، ۳۹(۱): ۷۷-۸۵.
- مسی‌وند، م.، پیام‌نور، و.، حسنی، د.، آقایی، م.ج. و محمدی، ج. ۱۳۹۸. بررسی برخی صفات کمی و کیفی برگ در گونه‌ها و هیبریدهای بین‌گونه‌ای گردو واقع در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر کرج. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۶(۲): ۱۷-۳۰.
- هاشمی‌نسب، ح.، اسماعیل‌پور، ع.، شرافتی، ع. و نیکویی، م. ۱۳۹۸. بررسی تنوع ژنتیکی درختان نر موجود در یک جمعیت پسته وحشی سرخس به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده امیدبخش. مجله علوم و فناوری پسته، ۴(۷): ۵۹-۷۵.
- Abu-Zahra, T.R. and Al-Abbadi, A.A. 2007. Effects of artificial pollination on pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit cropping. Journal of Plant Sciences, 2: 228-232.
- Acar, I. 2004. Effects of pistachio (*Pistacia vera* L.) pollinator types selected in Ceylanpinar on fruit set and fruit quality of some pistachio cultivars (Doctoral dissertation, PhD Thesis, University of Cukurova, Adana, Turkey).
- Acar, I. and Eti, S. 2008. Effect of pistil receptivity, pollen mixtures, and pollen application distances on fruit set of pistachios (*Pistacia vera*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 36(4): 295-300.
- Acar, I., Ak, B.E. and Kuzdere, H. 2001. An investigation on artificial pollination facilities in pistachios by using an atomizer. In Proceedings of the XI GREMPA seminar on pistachios and almonds. Cahiers Options Mediterraneennes, 56: 145-148.
- Afshari, H. and Hokmabadi, H. 2008. Studying the effects of elements on early splitting of pistachio nuts and the effects of phenolic compounds on aflatoxin control. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 4(2): 131-37.
- Ak, B.E., Acar, I., Sakar, E. and Gursoz, S. 2015. The importance of Pistacia species for pistachio production in Turkey. In III Balkan Symposium on Fruit Growing, 1139: 183-188.
- Bachelier, J.B. and Endress, P.K. 2007. Development of inflorescences, cupules, and flowers in Amphiptygium and comparison with Pistacia (*Anacardiaceae*). International Journal of Plant Sciences, 168(9): 1237-1253.
- Barzamini, S. and Fotouhi Ghazvini, R. 2017. Pollinizer influence on fruit quality traits in Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). International Journal of Horticultural Science and Technology, 4(2): 229-237.
- Benmahiou, B., Dorion, N., Kaid-Harche, M. and Daguin, F. 2012. Micropropagation and ex vitro rooting of pistachio (*Pistacia vera* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC): 353-358.
- Berrichi, M., Chikh, M., Haddad, A., Allam, F., Gueffar, M. and Belkhodja, Y. 2017. Quelques Aspects Histo-morphologiques du Pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* DESF.) dans le nord occidental de l'atlas tellien (Tlemcen-Algerie). Algerian Journal of Arid Environment, 7(1): 111-121.
- Bolat, İ. and Pirlak, L. 1999. An investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(4): 383-388.
- Boualem, S.A., Benabdeli, K. and Elouissi, A. 2015. Biochemical and biometrics characterization of five varieties of *Pistacia vera* L. grown in Maoussa experimental station (northwest of Algeria). Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(4): 1120-1130.
- Chelli Chaabouni, A., Ghrab, M. and Ben Mimoun, M. 2013. Assessment of some reproductive traits of male pistachio genotypes in Tunisia. In VI International Symposium on Almonds and Pistachios, 1028: 307-312.

- Crane, J.C. and Nelson, M.M., 1971. The unusual mechanism of alternate bearing in the pistachio. *Biology Hortscience*, 90: 820-833.
- Cruzan, M.B. and Barrett, S.C. 1996. Postpollination mechanisms influencing mating patterns and fecundity: an example from *Eichhornia paniculata*. *The American Naturalist*, 147(4): 576-598.
- Doghbage, A., Boukerker, H. and Belhadj, S. 2018. Analyse eco-botanique comparative de deux populations du *Pistacia atlantica* en Algérie par le biais de marqueurs morphologiques foliaires. *Courrier Du Savoir*, 25: 119-126.
- Ebrahimi, N., Piri, S., Imani, A. and Kashanizadeh, S. 2011. Effects of supplementary pollination on qualitative and quantitative traits of pistachio in Qazvin region. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 2(4): 33-36.
- El Zerey-Belaskri, A. and Benhassaini, H. 2016. Morphological leaf variability in natural populations of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* along climatic gradient: new features to update *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* key. *International Journal of Biometeorology*, 60: 577-589.
- Emlen, J.M., Freeman, D.C. and Graham, J.H., 1993. Nonlinear growth dynamics and the origin of fluctuating asymmetry. *Genetica*, 89: 77-96.
- Eslami, M., Nasibi, F., Manouchehri Kalantari, K., Khezri, M. and Oloumi, H. 2019. Effect of exogenous application of l-arginine and sodium nitroprusside on fruit abscission and physiological disorders of pistachio (*Pistacia vera* L.) Scions. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 6(1): 51-62.
- Esmailpour, A., 2003. The effect of *Pistacia mutica*, *P. vera*, and *P. vera* var. *Sarakhs* rootstocks on yield, qualitative and quantitative characteristics of three commercial pistachio cultivars. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 10: 333-345.
- Ghareyazie, B., Huang, N., Second, G., Bennett, J. and Khush, G.S. 1995. Classification of rice germplasm. I. Analysis using ALP and PCR-based RFLP. *Theoretical and applied genetics*, 91: 218-227.
- Hosseini, N., Zamanibahramabadi, E. and Rezanejad, F. 2015. Study of morphological and anatomical traits of male flower, development stages of anther and pollen grain of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 28(1): 116-125.
- Inbar, M. and Kark, S. 2007. Gender-related developmental instability and herbivory of *Pistacia atlantica* across a steep environmental gradient. *Folia Geobotanica*, 42: 401-410.
- IPGRI. 1998. Descriptors for *Pistacia* spp. (excluding *P. vera* L.). International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy.
- Isfendiyaroglu, M. 2007. Hermaphroditism in *Pistacia atlantica* Desf.: A new report from Izmir/Turkey. *Ege Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi*, 44(3): 1-12.
- Isfendiyaroglu, M., Ozeker, E., Misirli, A. and Saglam, H. 2001. Determination of pollinator characteristics of different *Pistacia* spp. in Manisa-Yunt mountain area. *Cahiers Options Mediterraneennes (CIHEAM)*, 56.
- Kallsen, C.E., Parfitt, D.E. 2017. 'Famoso', a new male Pistachio cultivar to replace 'Peters'. *HortScience*, 52(12): 1829-1831.
- Kamiab, F., Vesvaei, A. and Panahi, B. 2005. Male performance in pistachio (*Pistacia vera* L.). In IV International Symposium on Pistachios and Almonds, 726: 133-138.
- Karimi, H.R. and Zeraatkar, H. 2016. Effects of artificial pollination using pollen suspension spray on nut and kernel quality of pistachio cultivar Owhadi. *International Journal of Fruit Science*, 16(2): 171-181.
- Karimi, H.R. 2012. Evaluation of the behavior of native Iranian pistachio species as rootstocks. *Journal of Nuts*, 4: 41-46.
- Karimi, H.R., Zamani, Z., Ebadi, A. and Fatahi, M.R. 2009. Morphological diversity of *Pistacia* species in Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56: 561-571.
- Li XuXin, L.X., Bai ZhiYing, B.Z., Lu BingShe, L.B., Pang Man, P.M., Wang Jie, W.J., Feng XianBin, F.X. and Dong Qian, D.Q. 2011. Megasporogenesis, microsporogenesis and development of gametophytes of *Pistacia vera*. *Acta Horticulture Sinica*, 38: 1447-1454.
- Mahmoudi Meimand, M.J. and Ghanbari Odivi, A. 2014. New approach for cultivation pistachio trees. *Niushe Publishers*, pp.55-59.

- Mahmoudi Meymand, M.J., Shamshiri, M.H. and Raoufi, A. 2021. Evaluation of Breeding Strategies for Pistachio Male Genotypes Based on Flowering Index, Pollen Traits, and Female Yield Elements. *Journal of Nuts*, 12(4): 311-321.
- Martinez-Palle, E. and Herrero, M. 1994. Male performance in pistachio (*Pistacia vera*). *Journal of Horticultural Science*, 69(6): 1117-1122.
- Monjauze, A. 1980. Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. *Revue forestière française*, 32(4): 356-363.
- Nadjat, T. and Tayeb, S. 2020. Effect of environmental conditions on morphological variability of leaves and fruits of five populations of Desf. in North Algeria. *Biodiversity Research and Conservation*, 58(1): 1-12.
- Neyshaburi, S., Rezaei, M., Movahednejad, M.H., Hokmabadi, H. and Heidari, P. 2021. Morphological and Phenological Characterizations of Some Male and Female Promising Pistachio Genotypes from an Open-pollinated Population. *International Journal of Fruit Science*, 21(1): 456-467.
- Ozeker, E., Isfendiyaroglu, M. and Mısırlı, A. 2005. Variation of fruit characteristics of *Pistacia* spp. pollinated by different hybridization pistachio types in Manisa-Yunt Mountain area in Turkey. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1): 13-24.
- Parfitt, D.E., Kallsen, C.E., Holtz, B. and Maranto, J. 2010. 'Randy' male pistachio. *HortScience*, 45(7): 1113-1115.
- Polito, V.S. and Luza, J.C. 1980. Blanking in Kerman pistachio. Department of pomology. University of California, Davis. CPC. Founded Research. Pp. 81-82.
- Qiu ZhengFang, Q.Z., Li BaoGuo, L.B., Gu YuHong, G.Y., Li YingChao, L.Y., Zhang YanQing, Z.Y. and Qi Kun, Q.K. 2010. Megasporogenesis, microsporogenesis and development of female and male gametophyte of *Pistacia chinensis* Bunge. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 7: 1475-1480.
- Rezaei, M., Hokmabadi, H., Khadivi, A., Safari-Khuzani, A. and Heidari, P. 2019. The selection of superior pistachio (*Pistacia vera* L.) genotypes among seedling trees originated from open-pollination. *Scientia Horticulturae*, 251: 88-100.
- Rostami, R., Khadivi, A. and Bikdeloo, M. 2020. Morphological and pomological characterizations of male and female genotypes of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *mutica*. *Euphytica*, 216: 1-18.
- Royer, D.L., McElwain, J.C., Adams, J.M. and Wilf, P. 2008. Sensitivity of leaf size and shape to climate within *Acer rubrum* and *Quercus kelloggii*. *New phytologist*, 179(3): 808-817.
- Sharifkhah, M., Bakhshi, D., Pourghayoumi, M., Abdi, S. and Hokmabadi, H. 2020. Effect of pollination time on yield and antioxidant properties of some pistachio cultivars. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(1): 51-58.
- Shuraki, Y.D. and Sedgley, M. 1994. Effect of pistil age and pollen parent on pollen tube growth and fruit production of pistachio. *Journal of Horticultural Science*, 69(6): 1019-1027.
- Wang, G., Zhou, G., Yang, L. and Li, Z. 2003. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant ecology*, 165(2): 169-181.
- Zamani Bahramabadi, E., Jonoubi, P. and Rezanejad, F. 2018. Some cytological and physiochemical features relating to non-storability of pistachio (*Pistacia vera* L.) pollen. *Grana*, 57(6): 456-463.
- Zeraatkar, H., Karimi, H.R., Shamshiri, M.H. and Tajabadipur, A. 2013. Preliminary evaluation of artificial pollination in pistachio using pollen suspension spray. *Plant Knowledge Journal*, 2(3): 94-98.