

## Evaluation of the Biochemical Compounds of Pollen Grains of some Date Palm Genotypes: A Case Study of Khuzestan Province (Iran)

Pages  
31-51

L. Latif Zadeh<sup>1</sup>, M. Heidari<sup>2\*</sup>, M. Rahmati-Joneidabad<sup>3</sup> and P. Zofan<sup>4</sup>

1, 2 & 3) Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

4) Department of Biology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding author : [mkheidari@asnrukh.ac.ir](mailto:mkheidari@asnrukh.ac.ir)

Received date: 2025.04.06

Accepted date: 2025.07.14

### Abstract

Pollen grain, as the male gametophyte in plants, plays a key role in pollination and the production of fruits and seeds. In addition to its importance in breeding studies, the medicinal effects and nutritional value of pollen are also significant. Date palm is a horticultural plant that requires artificial pollination. Due to the importance of selecting appropriate male genotypes, evaluating pollen quality is crucial. However, limited information is available regarding the biochemical composition of pollen from different date palm genotypes. This study aimed to investigate the biochemical compounds of pollen from several male date palm genotypes in Khuzestan Province, Iran. Pollen samples from 12 male genotypes were collected from two regions, Dasht-e Azadegan and Behbahan. Results showed significant differences among the genotypes in terms of total soluble protein, soluble amino acids, ash percentage, pentoses, glucose, total soluble carbohydrates, antioxidant capacity, total phenolics, flavonoids, flavonols, and carotenoids. Genotype Dasht-e Azadegan-8 had the highest soluble protein content (204.1 µg/g fresh weight), while Dasht-e Azadegan-7 and Dasht-e Azadegan-5 had the highest soluble amino acid content (14.4 and 13.8 µg/g, respectively). The highest ascorbic acid content was found in Dasht-e Azadegan-7 (40.9 mg/100g fresh weight), and the highest ash content in Dasht-e Azadegan-2 (6.08%), with the lowest in Kabkab-1 (3.94%). Dasht-e Azadegan-4 had the highest pentose content, while Dasht-e Azadegan-5, -8, and -3 showed the highest glucose levels. Dasht-e Azadegan-8 had the highest non-structural soluble carbohydrate content. Genotypes Dasht-e Azadegan-9 and Khassi-2 exhibited the highest antioxidant capacity. The highest total phenolic content was recorded in Dasht-e Azadegan-1 (176.04 µg/g), and the lowest in Khassi-2 and Kabkab-2. These findings can be utilized to select superior male genotypes with higher pollen quality, assess their effects on fertility and fruit quality improvement, support breeding programs aimed at improving pollen traits, and explore the use of date palm pollen as a nutritional or medicinal compound.

**Keywords:** Antioxidant compounds, Flavonoids, Nutritional value, Pollen grain and Soluble carbohydrates.



## بررسی ترکیبات بیوشیمیایی دانه‌های گرده برخی ژنوتیپ‌های نر خرما: مطالعه موردی استان خوزستان

شماره صفحات

۳۱-۵۱

لیلا لطیف‌زاده<sup>۱</sup>، مختار حیدری<sup>۲\*</sup>، مصطفی رحمتی جنیدآباد<sup>۳</sup> و پرژک ذوفن<sup>۴</sup><sup>۱</sup>، <sup>۲</sup> و <sup>۳</sup> گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.<sup>۴</sup> گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، اهواز، ایران.\* نویسنده مسئول: [mkheidari@asnrukh.ac.ir](mailto:mkheidari@asnrukh.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷

### چکیده

دانه گرده به‌عنوان گامتوفیت نر گیاهان، در گرده‌افشانی و تولید میوه و بذر دخالت دارد و علاوه بر مطالعات به‌نژادی، اثرات دارویی و ارزش غذایی دانه گرده نیز اهمیت دارد. خرما یکی از محصولات باغبانی است که گرده‌افشانی آن توسط انسان انجام می‌شود. به دلیل اهمیت انتخاب رقم مناسب نر، بررسی کیفیت دانه گرده مهم است ولی در مورد مقایسه ترکیبات بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های دانه گرده خرما اطلاعات محدودی وجود دارد. این پژوهش با هدف بررسی ترکیبات بیوشیمیایی دانه‌گرده برخی ژنوتیپ‌های خرما در استان خوزستان انجام شد. نمونه دانه‌های گرده ۱۲ ژنوتیپ نر از دو منطقه دشت آزادگان و بهبهان (استان خوزستان) جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد دانه‌گرده ژنوتیپ‌ها از نظر میزان پروتئین کل محلول و اسیدهای آمینه محلول، درصد خاکستر، پنتوزها، گلوکز و کربوهیدرات‌های محلول کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، فلاونوئید کل، فلاونول‌ها و کاروتنوئیدها تفاوت معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ دشت آزادگان-۸ دارای بیشترین میزان پروتئین محلول (۲۰۴/۱ میکروگرم در گرم) و ژنوتیپ‌های دشت آزادگان-۷ و دشت آزادگان-۵ دارای بیشترین میزان اسیدهای آمینه محلول بودند (به ترتیب ۱۴/۴ و ۱۳/۸ میکروگرم در گرم). بیشترین میزان اسید آسکوربیک در ژنوتیپ دشت آزادگان-۷ (۴۰/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و بیشترین خاکستر در ژنوتیپ دشت آزادگان-۲ (۶/۰۸ درصد) و کمترین در ژنوتیپ کبکاب-۱ (۳/۹۴ درصد) بود. ژنوتیپ دشت آزادگان-۴ بیشترین پنتوزها، ژنوتیپ‌های دشت آزادگان-۵، دشت آزادگان-۸ و دشت آزادگان-۳ بیشترین گلوکز، و ژنوتیپ دشت آزادگان-۸ بیشترین کربوهیدرات محلول غیرساختمانی را داشتند. ژنوتیپ‌های دشت آزادگان-۹ و خاصی-۲ دارای بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بودند. بیشترین فنول کل در ژنوتیپ دشت آزادگان-۱ (۱۷۶/۰۴ میکروگرم در گرم) و کمترین در ژنوتیپ‌های خاصی-۲ و کبکاب-۲ بود. این نتایج می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌های نر خرما برتر جهت انتخاب ارقام نر خرما باکیفیت بالاتر دانه گرده و بررسی اثر آن‌ها در باروری و بهبود کیفیت میوه خرما، برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود کیفیت دانه گرده در برنامه‌های اصلاحی و همچنین استفاده از دانه گرده خرما به‌عنوان ماده غذایی یا ترکیبات دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارزش غذایی، کیفیت، دانه گرده، کربوهیدرات‌های محلول، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فلاونوئیدها.

## مقدمه

از نظر گیاه‌شناسی، دانه‌های گرده گامتوفیت (هاپلوئید) بالغ نر و سلول‌های زایشی نر با قطر بین ۱۰ تا ۱۰۰ میکرون هستند که در بساک‌های پرچم در گل گیاهان تولید می‌شوند. شکاف خوردن بساک و آزاد شدن و انتقال دانه گرده از بساک به کلاله به روش‌های مختلف توسط ناقل‌های دانه گرده موجب گرده‌افشانی شده و عملکرد و کیفیت محصولات باغبانی و زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hokstra, 1995). دانه گرده یک ماده با ارزش غذایی بالا می‌باشد. زنبورهای عسل که از حشرات گرده‌افشان مهم هستند، علاوه بر اینکه طی بازدید از گل‌ها، موجب جابجایی دانه گرده و گرده‌افشانی می‌شوند، دانه گرده را جمع‌آوری نموده و به صورت مستقیم و یا به صورت نان زنبور<sup>۱</sup> (دانه گرده ذخیره‌شده در کندو که با عسل مخلوط می‌گردد) به عنوان غذا برای تغذیه لاروها در کندوی زنبور عسل مورد استفاده قرار می‌دهد (Malerbo-Souza, 2011). هم‌چنین دانه گرده به عنوان یک ماده ژنتیکی در بهنژادی برای دورگه‌گیری، تولید گیاه هاپلوئید، شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌ها و حفظ منابع ژنتیکی گیاهان اهمیت دارد (Yahyaabadi et al., 2020). یکی از مواردی که کارایی دانه گرده در گرده‌افشانی و قابلیت زنده ماندن در دوره نگهداری درازمدت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، ترکیبات بیوشیمیایی دانه گرده می‌باشد. دانه گرده یک محصول ویژه می‌باشد که حاوی تقریباً ۲۵۰ ماده شیمیایی است. مهم‌ترین ترکیبات موجود در دانه گرده شامل ویتامین‌های A, B, C, D و E، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و فلاونوئیدها، استرول‌ها، قندهای ساده و پیچیده و عناصر غذایی مانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و آهن می‌باشد (Michalczyk and Sokół, 2019). به دلیل وجود ترکیبات سودمند، دانه گرده در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه تاکنون داده‌های علمی کافی نیست تا دانه گرده به عنوان دارو در نظر گرفته شود ولی در مورد اثرات دانه گرده گیاهان برای درمان بیماری‌ها (Yildiz et al., 2013؛ Denisow and Denisow-Pietrzyk, 2016) و هم‌چنین اثرات ضد میکروبی، ضد جهش‌زا، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی دانه گرده (Pascoal et al., 2014)، گزارش شده است. هم‌چنین دانه گرده در زنبور درمانی (آپی‌تراپی<sup>۲</sup>) مورد استفاده قرار می‌گیرد (Michalczyk and Sokół, 2019). یکی دیگر از موارد دیگر، امکان استفاده از دانه گرده در رژیم‌های غذایی مبتنی بر محصولات طبیعی و استفاده از دانه گرده به عنوان مکمل غذایی برای انسان می‌باشد. در حال حاضر دانه گرده به فرم‌های مختلف مانند گرانول، کپسول، قرص و پودر به صورت تجاری در بازار عرضه می‌گردد (Kostic et al., 2020)، به همین دلیل بررسی ترکیبات شیمیایی دانه گرده گیاهان مختلف اهمیت دارد. خرما (*Phoenix dactylifera*) گیاهی چندساله، تک‌لپه، دوپایه، متعلق به خانواده آراکاسه<sup>۳</sup> است. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰، خرما با میزان تولید ۱/۵ میلیون تن و ۶/۷ درصد تولید، پنجمین محصول باغبانی مهم بوده است (Ahmadi et al., 2018). گرده‌افشانی، تشکیل میوه و تولید محصول تجاری در ارقام ماده خرما به گرده‌افشانی توسط انسان

---

1. Bee Bread

2. Apitherapy

3. Arecaceae

و انتقال دانه گرده رقم مناسب از درختان نر به گل‌آذین ماده در زمان گلدهی بستگی دارد. با توجه به عدم هم‌زمانی باز شدن گل‌های درختان نر و ماده خرما مواردی مانند انتخاب ژنوتیپ نر مناسب، جمع‌آوری و نگهداری دانه‌های گرده خرما در شرایط مناسب تا زمان گرده‌افشانی و ارزیابی قدرت زنده ماندن و جوانه‌زنی دانه گرده ژنوتیپ‌های خرما اهمیت زیادی دارند (Al-Khayri *et al.*, 2015). جمع‌آوری دانه گرده خرما نسبت به سایر درختان میوه محدودیت‌های کمتری دارد زیرا دوپایه بودن خرما (مجزا بودن درختان نر و ماده)، تولید تعداد زیاد اسپات نر در یک درخت، امکان قطع اسپات نر قبل از باز شدن و سهولت جمع‌آوری دانه گرده از اسپات نر خرما امکان جمع‌آوری راحت‌تر دانه گرده خرما را فراهم می‌سازد (Belay *et al.*, 2018). در مورد اثرات دارویی دانه گرده خرما مواردی مانند تحریک مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلول (آپتوسیس<sup>۴</sup>) و ایجاد سمیت در سلول‌های سرطان پروستات (Jia and Yao-Dong, 2007)، اثر حفاظت‌کننده در برابر تابش اشعه به دلیل دارا بودن ترکیبات آنتی-اکسیدانی (Fahim, 2008) گزارش‌هایی منتشر شده است. استان خوزستان یکی از مناطق مهم کشت و پرورش خرما در ایران می‌باشد. استان‌های فارس، سیستان و بلوچستان، کرمان و خوزستان چهار استان مهم تولیدکننده خرما در کشور هستند که در مجموع حدود ۷۲/۶ درصد از کل خرمای ایران را تولید می‌نمایند. استان خوزستان با سهم تولید ۱۶/۴ درصد، چهارمین منطقه مهم تولید خرما در ایران می‌باشد. اگرچه خصوصیات میوه ارقام مختلف خرما در خوزستان تشریح گردیده است (Pejman, 2001)، اما در مورد ویژگی‌های دانه گرده ارقام نر بومی خوزستان اطلاعات محدودی وجود دارد. در یک مطالعه انجام‌شده در زمینه ارقام نر خرما در استان خوزستان، ریخت‌شناسی گرده واریته‌های مختلف خرما در خوزستان با استفاده از میکروسکپ الکترونی مطالعه گردیده است (Mortazavi *et al.*, 2011). هدف از این مطالعه آزمایش، بررسی ترکیبات بیوشیمیایی و عناصر غذایی دانه گرده در برخی ژنوتیپ‌های خرمای نر در استان خوزستان به منظور فراهم نمودن زمینه استفاده از دانه گرده به‌عنوان یک محصول غذایی جدید و یا معرفی شاخص‌های بیوشیمیایی دانه گرده برای شناسایی ژنوتیپ‌های نر خرما می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش از اسفندماه سال ۱۳۹۸ تا خردادماه ۱۳۹۹ در گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با تیمار ژنوتیپ خرمای نر (۱۲ ژنوتیپ) در سه تکرار (هر تکرار یک اسپات نر) انجام شد (جدول ۱). درختان نخل نر مورد استفاده در آزمایش، از درختان نر مورد استفاده برای گرده‌افشانی توسط باغداران محلی در نظر گرفته شدند. اسپات‌های نر از درختان نخل نر از روستاهای آلبوجلال شمالی و روستای چولانه در منطقه دشت آزادگان (خوزستان) و روستای دودانگه، بهبهان (خوزستان) جمع‌آوری شدند.

4. Apoptosis

جدول ۱- ژنوتیپ‌های خرما نر و مختصات جغرافیایی منطقه نمونه‌برداری در استان خوزستان

Table 1- Male date palm genotypes and geographical coordinates of the sampling area in Khuzestan Province

Genotype	Local	Latitude	Longitude	Height above sea level (m)
1	Albojalal- Dashte Azadegan 1	31°34'11	48°11'09	13
2	Albojalal- Dashte Azadegan 2	31°34'11	48°11'09	13
3	Albojalal- Dashte Azadegan 3	31°34'11	48°11'09	13
4	Albojalal- Dashte Azadegan 4	31°34'11	48°11'09	13
5	Cholane- Dashte Azadegan 5	31°31'49	48°06'50	12
6	Cholane- Dashte Azadegan 6	31°31'49	48°06'50	12
7	Cholane- Dashte Azadegan 7	31°31'49	48°06'50	12
8	Cholane- Dashte Azadegan 8	31°31'49	48°06'50	12
9	Dodange- Kabkab 1 Behbahan	30°43'06	50°10'46	318
10	Dodange- Kabkab 2 Behbahan	30°43'06	50°10'46	318
11	Dodange- Khasi 1 Behbahan	30°43'06	50°10'46	318
12	Dodange- Khasi 2 Behbahan	30°43'06	50°10'46	318

هم‌زمان با شروع گلدهی درختان نر از اسفندماه ۱۳۹۸ تا فروردین ۱۳۹۹، از هر درخت نخل نر تعداد سه اسپات درست قبل از ایجاد شکاف در اسپات، برداشت شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه، اسپات‌ها شکاف داده‌شده و رشته‌های خوشه گل نر در سایه روی یک‌لایه کاغذ قرار داده شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت و مشاهده رهاسازی دانه گرده از گلچه‌های نر، دانه‌های گرده با تکان دادن آرام از گلچه‌های روی رشته‌های گل نر جداشده و جمع‌آوری شدند. دانه‌های گرده در ظرف شیشه‌ای قرار داده‌شده و تا زمان اندازه‌گیری‌ها در فریزر (دمای ۲۰- درجه سلسیوس) نگهداری شدند. قبل از شروع اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی، دانه‌های گرده از فریزر خارج شده و تا زمان خارج شدن از حالت انجماد درون دسیکاتور در دمای آزمایشگاه (۲۴-۲۲ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. یک گرم دانه گرده از هر ژنوتیپ با ده میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد در بوتله چینی ساییده شده و پس از سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰، برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول و اسیدهای آمینه استفاده شد (Agbadi *et al.*, 2017). میزان کربوهیدرات‌های محلول در نمونه‌های دانه گرده به روش پیشنهادی (Dubois *et al.*, 1956) با استفاده از فنول و اسیدسولفوریک انجام شد. صد میکرولیتر فنول پنج درصد و پنج میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به ۹۰۰ میکرولیتر محلول تهیه‌شده از دانه گرده اضافه شد. پس از سه دقیقه ورتکس، محلول به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه (۲۴-۲۲ درجه سلسیوس) نگهداری گردید. قرائت میزان جذب در طول موج‌های ۴۸۰، ۴۸۵ و ۴۹۰ نانومتر (به ترتیب مقدار پنتوزها و یورونیک اسیدها، گلوکز و کل کربوهیدرات‌های محلول) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۲۱۰۰- ساخت آمریکا) انجام شد. برای تعیین میزان قند، نمودارهای استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف قندهای خالص زایلوز و گلوکز تهیه گردید و میزان قند بر اساس میکروگرم در گرم محاسبه گردید اسیدآمینه کل با استفاده از معرف ناین هیدرین و بر اساس روش پیشنهادی Sugano *et al.*, (1975) اندازه‌گیری شد. برای تهیه معرف ناین هیدرین مقدار ۰/۲ گرم پودر ناین هیدرین در ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد حل شد. برای اندازه‌گیری اسیدآمینه محلول کل، یک میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین (۲۰۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) به چهار میلی‌لیتر محلول تهیه‌شده از دانه گرده اضافه شد. محلول به مدت ۱۰ دقیقه در آب جوش قرار داده شد و در دمای آزمایشگاه نگهداری شد تا خنک شود. میزان جذب در طول موج ۵۷۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای تهیه استاندارد از اسیدآمینه گلایسین استفاده شد. اندازه‌گیری پروتئین با استفاده از کیت تشخیص کمی پروتئین کل (بر اساس

روش بیوره) محصول شرکت پارس آزمون انجام شد. مقدار ۶۰ میکرولیتر عصاره و ۳ میلی‌لیتر از محلول تهیه‌شده از دانه گرده مخلوط شدند و پس از آن پنج دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری شده و سپس میزان جذب در طول موج ۵۴۶ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین بر اساس منحنی استاندارد محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری اسیداسکوربیک، عصاره‌گیری با مخلوط EDTA و تری‌کلرواستیک‌اسید (TCA) به نسبت (۲:۱) انجام شد و اندازه‌گیری اسید اسکوربیک به روش تیتراسیون با سولفات مس به روش پیشنهادی (Barakat et al., 1973) انجام شد. به پنج میلی‌لیتر محلول تهیه‌شده از دانه گرده، مقدار ۱۰ میلی‌لیتر یدور پتاسیم پنج درصد و سه قطره نشاسته یک درصد اضافه گردید. تیتراسیون با استفاده از سولفات مس (۰/۰۱ مولار) تا ظهور علائم تغییر رنگ بنفش روشن پایدار انجام شد. با استفاده از ضریب ۰/۸۸ (مقدار اسیداسکوربیک لازم برای خنثی کردن یک میلی‌لیتر سولفات مس ۰/۱ مولار) مقدار اسیداسکوربیک بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد:

$$V.C = \frac{V \times Z}{Y} \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

$V$ : حجم سولفات مس مصرفی،  $Y$ : حجم نمونه داخل ارلن،  $Z$ : ضریبی که بر اساس مقدار اسیداسکوربیک لازم برای

خنثی کردن ۱ میلی‌لیتر سولفات ۰/۱ مولار نیاز است (۰/۸۸)،  $VC$ : مقدار اسید اسکوربیک

برای اندازه‌گیری فلاونوئیدها، مقدار ۰/۵ گرم نمونه دانه گرده با ۱۰ میلی‌لیتر متانول خالص در بوتله چینی ساییده شده و پس از ۳ دقیقه ورتکس، محلول برای سنجش میزان فلاونوئیدها مورد استفاده قرار گرفت. به سه میلی‌لیتر عصاره، مقدار ۳۰۰ میکرولیتر محلول نیتريت سدیم (۱:۲۰ وزنی/حجمی) اضافه شد. پس از ۵ دقیقه مقدار سه میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد اضافه شد و پس از شش دقیقه مقدار دو میلی‌لیتر محلول هیدروکسید سدیم (یک نرمال) اضافه شد. حجم محلول با استفاده از آب مقطر به ده میلی‌لیتر رسانیده شد. پس از ده دقیقه، میزان جذب با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد. از متانول خالص برای شاهد استفاده گردید. مقدار فلاونوئید بر اساس منحنی استاندارد تهیه‌شده با استفاده از کوئرستین تعیین شد (Zhuang et al., 1992). برای اندازه‌گیری فلاونولها، عصاره‌گیری از ۱۰۰ میلی‌گرم دانه گرده با استفاده از ده میلی‌لیتر متانول ۶۰٪ انجام شد. یک میلی‌لیتر از عصاره با یک میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۲ درصد (محلول در متانول) مخلوط گردیده و سپس ۶ میلی‌لیتر محلول استات پتاسیم ۵ درصد (محلول در آب) اضافه شد. میزان جذب نور در طول موج ۴۴۰ نانومتر پس از ۲/۵ ساعت اندازه‌گیری شد. از منحنی استاندارد تهیه‌شده با استفاده از کوئرستین برای تعیین میزان کل فلاونولها استفاده شد (Sharafati-chalesshtori et al., 2011). عصاره‌گیری از ۱۰۰ میلی‌گرم دانه گرده با ده میلی‌لیتر متانول به روش ساییدن نمونه در هاون چینی پس از افزودن متانول انجام‌شده و پس از سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور، برای اندازه‌گیری فنول کل استفاده شد. میزان فنول کل بر اساس روش پیشنهادی (Waterhouse (2002) اندازه‌گیری شد. مقدار ۳۰۰ میکرولیتر عصاره با ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر مخلوط شده و ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالسیو (۱۰ درصد) اضافه شد. پس از شش

دقیقه، مقدار دو میلی‌لیتر کربنات سدیم (۷/۵ درصد) اضافه گردید و محلول ورتکس شد. محلول به مدت ۱/۵ ساعت در تاریکی نگهداری شده و سپس میزان جذب نور در طول موج ۷۶۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. میزان فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد تهیه‌شده با اسیدگالیک محاسبه گردید. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با استفاده از آزمون فسفومولیدات سدیم اندازه‌گیری شد (Vijayabaskar et al., 2012). مقدار ۱۰۰ میکرولیتر محلول تهیه‌شده از دانه گرده با یک میلی‌لیتر از معرف فسفومولیدات سدیم (اسیدسولفوریک شش مولار، سولفات سدیم ۲۸ میلی‌مولار و آمونیوم مولیدات چهار میلی‌مولار) در لوله‌آزمایش مخلوط شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه (۲۲-۲۴ درجه سلسیوس) در تاریکی قرار داده شد. میزان جذب در طول موج ۶۹۵ نانومتر، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای نمونه شاهد به جای عصاره از آب متانول استفاده شد. مقدار کل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به صورت میزان جذب<sup>۵</sup> در طول موج ۶۹۵ نانومتر در میلی‌لیتر (AU<sub>695/ml</sub>) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری کاروتنوئیدها، صد میکرولیتر دانه گرده با ۵ میلی‌لیتر متانول در بوتله چینی ساییده شده شد. سپس یک میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (۳۰ درصد) اضافه شد. عصاره به مدت یک دقیقه ورتکس شده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه روی یخ قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ در ۲۵۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق، مقدار ۸ میلی‌لیتر محلول هگزان: استون (۱:۱) اضافه شد. سپس ۲۵ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم اشباع اضافه شد. پس از انتقال به لوله‌آزمایش، فاز پایینی جدا شد. سپس ۸ میلی‌لیتر هگزان اضافه شد. میزان جذب نور با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان کاروتنوئیدها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Biehler et al., 2009).

$$C = (A_{450} * Fd) / (135310) \quad \text{رابطه ۲:}$$

$C$  = غلظت کاروتنوئید بر اساس میکروگرم در گرم،  $A_{450}$  = میزان جذب در طول موج ۴۵۰ نانومتر،  $F$  = ضریب رقیق‌سازی،  $d$  = عرض کووت (یک سانتی‌متر)

برای اندازه‌گیری خاکستر، مقداری دانه گرده به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس نگهداری گردید تا خشک شود. یک گرم از نمونه خشک دانه گرده در کروزه چینی قرار داده شد و پس از سه ساعت نگهداری در کوره الکتریکی (مدل EX-۱۱۰۰-۱۱۲، ساخت شرکت اکسایتون ایران) در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس، خاکستر تهیه شد. برای محاسبه درصد خاکستر از رابطه زیر استفاده گردید. برای محاسبه درصد خاکستر از رابطه ۳ استفاده شد (AOAC, 2000):

$$\text{رابطه ۳:} \quad \text{وزن قبل از کروزه} / ۱۰۰ \times (\text{وزن پس از سوزاندن در کروزه} - \text{وزن قبل از سوزاندن در کوره}) = \text{درصد خاکستر}$$

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با تیمار توده خرما (۱۲ توده) و در سه تکرار (هر تکرار یک اسپات نر)

<sup>5</sup> . Absorbance Unite

انجام شد. بررسی نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون اسمیرنوف-کولموگروف با استفاده از نرم‌افزار (Ver. 16) MiniTab انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

### پروتئین کل و کل اسید آمینه‌های محلول

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد میزان پروتئین کل محلول دلنه گرده ژنوتیپ‌های نر خرمای خوزستان در سطح احتمال ۰/۰۵ و میزان اسید آمینه کل محلول در سطح احتمال ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند. مقایسه میزان پروتئین کل در دانه‌های گرده ژنوتیپ‌های خرمای نر استان خوزستان (شکل ۱- الف) نشان داد بیشترین میزان کل پروتئین کل در دانه گرده در ژنوتیپ دشت آزادگان-۷ بود (۲۰۴/۱ میکروگرم در گرم وزن تر) که به طور معنی‌داری بیشتر از کل پروتئین کل در ژنوتیپ دشت آزادگان-۲ بود (۱۵۲/۲ میکروگرم در گرم وزن تر). میزان پروتئین کل در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. دانه گرده دارای سه لایه می‌باشد که شامل دیواره بیرونی (اگزین)، غشای درونی (انتین) و پوسته دانه گرده می‌باشد. ترکیبات پوسته دانه گرده شامل چربی، پروتئین، رنگدانه‌ها و ترکیبات معطر می‌باشد (Edlund *et al.*, 2004) بنابراین احتمالاً بخشی از تفاوت‌های موجود در میزان پروتئین دلنه گرده در توده‌های خرمای نر مربوط به تفاوت در میزان پروتئین‌های پوسته دانه گرده در ژنوتیپ‌های مختلف باشد. نتایج آزمایش حاضر در مورد میزان پروتئین دانه گرده با میزان پروتئین دلنه گرده خرمای رقم ال-حیانی در الجزایر (۳۱/۱۱ درصد) (Hassan, 2011) تفاوت دارد. به نظر می‌رسد این تفاوت ناشی از دقت در روش اندازه‌گیری می‌باشد. در آزمایش حاضر میان پروتئین با استفاده از کیت استاندارد پروتئین بر اساس اندازه‌گیری تغییر در طیف جذب نور با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید ولی محاسبه میزان پروتئین دانه گرده خرما در الجزایر (Hassan, 2011) بر اساس ضرب میزان نیتروژن اندازه‌گیری شده در ضریب جونز<sup>۶</sup> (۶/۲۵) محاسبه شده است. با توجه ترکیبات حاوی نیتروژن در مواد غذایی تنها شامل پروتئین نمی‌شود و ترکیبات دیگر مانند اسیدهای نوکلئیک، آمین‌ها، اوره، آمونیم، نیترات و نیتريت، فسفولیپیدها، گلیکوزیدهای نیتروژن دار و سایر ترکیبات حاوی نیتروژن هستند و استفاده از ضریب جونز برای تبدیل نیتروژن به پروتئین دقت کافی ندارد (Mariotti *et al.*, 2008)، لازم است در مطالعات بعدی برای اندازه‌گیری میزان پروتئین کل از روش‌های با خطای کمتر در روش اندازه‌گیری استفاده شود. میکروگرم در گرم). نتایج این تحقیق در مورد میزان اسید آمینه محلول در دلنه گرده ژنوتیپ‌های نر خوزستان با میزان اسید آمینه (۳۰/۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم) در دانه گرده رقم ال-حیانی در مصر (Hassan, 2011) تفاوت دارد. نتایج آزمایش

<sup>6</sup> . Jones Factor

حاضر در مورد تفاوت میزان اسیدآمینة محلول در دانه گرده ژنوتیپ‌های خرما در دو منطقه دشت آزادگان و بهبهان در استان خوزستان نشان می‌دهد علاوه بر خصوصیات ژنتیکی، شرایط آب و هوایی محل رشد نخل‌های نر نیز از عوامل مؤثر بر میزان اسیدهای آمینه دانه گرده می‌باشد. اثر منشأ جغرافیایی و نوع خاک بر ترکیب شیمیایی دانه گرده مورد تأیید قرار گرفته است (Sattler *et al.*, 2016). با توجه به اینکه اسیدآمینة یک از شاخص‌های مهم در تعیین کیفیت دانه گرده به‌عنوان یک ماده غذایی می‌باشد و نسبت به میزان پروتئین اهمیت بیشتری دارد زیرا در صورت کاهش میزان اسیدهای آمینه ضروری، ارزش غذایی دانه گرده کاهش می‌یابد (Hassan, 2011)، مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه دانه گرده ژنوتیپ‌های مختلف، می‌تواند اطلاعات بیشتری در زمینه کیفیت دانه گرده خرما در اختیار قرار دهد.

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی ترکیبات بیوشیمیایی دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های خرما استان خوزستان

Table 2 - Analysis of variance of some biochemical compounds of pollen grains in some male date palm genotypes in Khuzestan province

میانگین مربعات (MS)					منابع تغییرات
خاکستر Ash	اسید اسکوربیک Ascorbic acid	پروتئین کل محلول Total soluble protein	اسیدآمینة کل Total Amino acids	درجه آزادی d.f	S.O.V
1.07 *	127.09 **	635.56 *	20.79 **	11	ژنوتیپ Genotype
1.19 **	24.35 *	808.92 **	4.67 *	24	خطا Error
20.98	19.36	16.37	20.82	-	ضریب تغییرات (%) C.V (%)

به ترتیب \*\* و \* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱٪ و ۵٪، n.s عدم اختلاف معنی‌دار

\*\* and \* Significantly difference at 0.01 and 0.05 of probability level, respectively. n.s. : non-significant difference

مقایسه اسیدآمینة محلول در دانه‌های گرده ژنوتیپ‌های خرما نر استان خوزستان (شکل ۱- ب) نشان داد بیشترین میزان اسیدآمینة محلول در دانه گرده ژنوتیپ‌های دشت آزادگان -۶ و دشت آزادگان -۵ بود (به ترتیب ۱۴/۴ و ۱۳/۸ میکروگرم در گرم) که با این شاخص در ژنوتیپ‌های ۱، ۳، ۶ و ۷ تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان اسیدآمینة محلول در سایر تیمارها بودند. کمترین میزان اسیدآمینة محلول در دانه گرده ژنوتیپ خاصی -۱ (منطقه بهبهان) بود.

### اسید آسکوربیک

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد میزان اسید آسکوربیک دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خرما استان، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ داشتند. بیشترین میزان اسید آسکوربیک در دانه‌های گرده ژنوتیپ دشت آزادگان - ۶ بود (۴۰/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از اسید آسکوربیک در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌ها بود

(شکل ۱- ج). پس از ژنوتیپ ۶، ژنوتیپ‌های دشت آزادگان -۲ و دشت آزادگان -۵ دارای میزان اسید آسکوربیک بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند. اسید آسکوربیک گرده در سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. میزان اسیداسکوربیک در دانه‌های گرده ژنوتیپ‌های خرماي خوزستان در این تحقیق کمتر از میزان اسیداسکوربیک دانه گرده خرماي ال حیانی در الجزایر بود (۸۰/۰۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) (Hassan, 2011). باتوجه به اینکه ویتامین ث یک ترکیب دارای اثر آنتی-اکسیدانی می‌باشد (Vijayabaskar et al., 2012)، بخشی از تفاوت موجود در میزان اسید اسکوربیک در دانه گرده ژنوتیپ‌های مختلف خرما نشان‌دهنده تفاوت در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دانه‌های گرده این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. همچنین باتوجه به اینکه ساختار ویتامین ث در برابر شرایط محیطی مانند نور و دما به سرعت تغییر می‌کند و تخریب می‌شود، در صورت استفاده از دانه گرده باهدف مصرف به‌عنوان مکمل غذایی، باید شرایط مناسب نگهداری دانه گرده موردتوجه قرار گیرد تا از تخریب ویتامین ث جلوگیری شود.

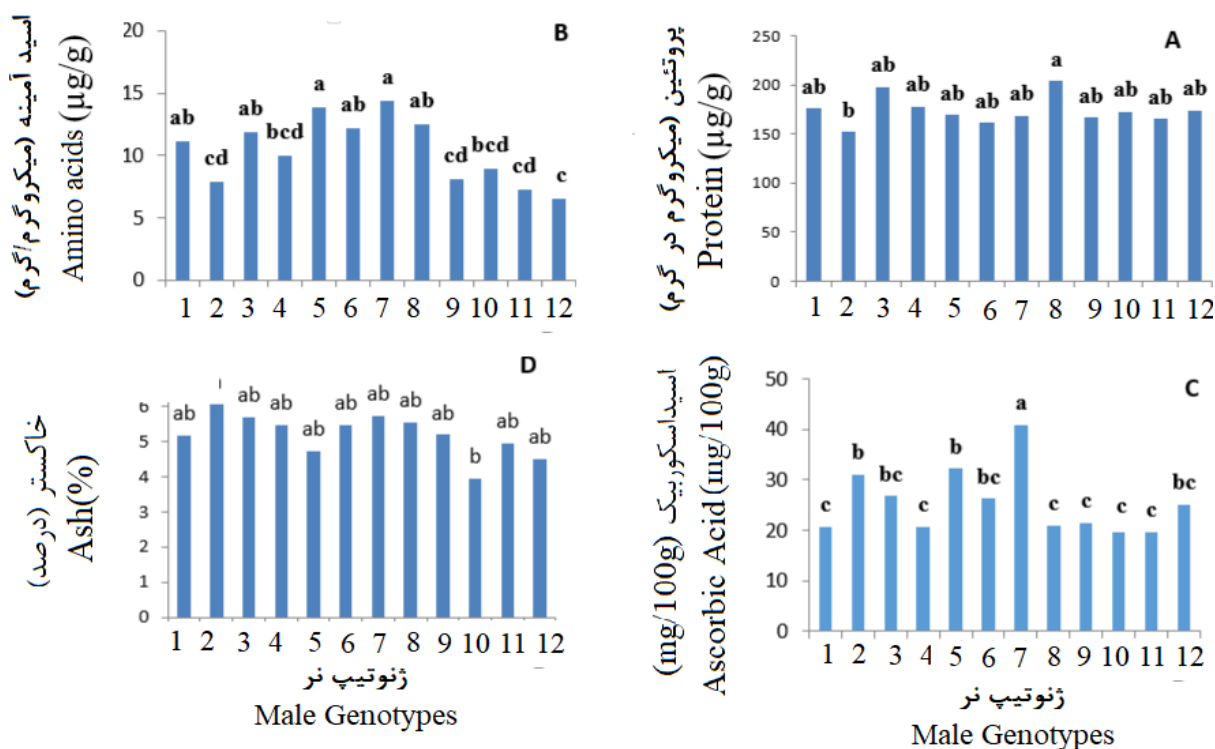
### درصد خاکستر

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد میزان خاکستر دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خرماي خوزستان، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ داشتند. بررسی نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱- د) نیز نشان داد بیشترین میزان خاکستر در دانه گرده ژنوتیپ دشت آزادگان -۲ بود (۶/۰۸ درصد) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان خاکستر در دانه گرده ژنوتیپ کبکاب-۱ (منطقه بهبهان) بود (۳/۹۴ درصد). میزان خاکستر در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج آزمایش حاضر نشان داد میزان خاکستر دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خوزستان بین ۶/۰۸ تا ۳/۹۴ درصد بود. حسن (۲۰۱۱) میزان خاکستر دانه گرده خرما رقم آل-حیانی در مصر را ۴/۵۷ درصد گزارش داد. تفاوت در میزان خاکستر دانه‌های گرده جمع‌آوری شده توسط زنبورعسل نیز گزارش شده است و عنوان شده میزان خاکستر موجود در دانه گرده تحت تأثیر عوامل مختلف مانند نوع خاک و منشأ جغرافیایی گونه‌های گیاهی می‌باشد (Nogueira et al., 2012). با توجه به اینکه میزان خاکستر نمونه‌های گیاهی، نشان‌دهنده میزان عناصر معدنی می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که وجود تفاوت در میزان خاکستر در دانه گرده ژنوتیپ‌های مختلف خرماي نر می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت در میزان عناصر دانه گرده ژنوتیپ‌های خرما باشد. این موضوع می‌تواند روی کیفیت دانه گرده به‌عنوان یک ماده غذایی سودمند مؤثر باشد.

### کربوهیدرات‌های محلول

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد میزان پنتوزها، گلوکز و کربوهیدرات‌های محلول دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خرماي خوزستان، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ داشتند. مقایسه میزان پنتوزها در دانه‌های گرده برخی ژنوتیپ‌های خرماي نر استان خوزستان (شکل ۲- الف) نشان داد بیشترین میزان پنتوزها در دانه گرده ژنوتیپ دشت آزادگان -

۴ بود (۱۵ میکروگرم در گرم) که با میزان پنتوزها در ژنوتیپ‌های دشت آزادگان ۵- و کبکاب-۱ (منطقه بهبهان) (به ترتیب ۱۳/۹ و ۱۳/۲ میکروگرم در گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از پنتوزها در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های خرمای نر خوزستان بود. میزان پنتوزها در دانه گرده ژنوتیپ دشت آزادگان ۶- (۹/۲ میکروگرم در گرم) به‌طور معنی‌داری کمتر از پنتوزها در سایر ژنوتیپ‌ها بود. مقایسه میزان گلوکز (شکل ۲-ب) نشان داد بیشترین میزان گلوکز در دانه گرده ژنوتیپ‌های دشت آزادگان ۳-، دشت آزادگان ۵- دشت آزادگان ۸- بود (به ترتیب ۲/۸، ۲/۷ و ۲/۷ میلی‌گرم در گرم) که با میزان گلوکز در دانه گرده ژنوتیپ دشت آزادگان ۱- (۲/۶ میلی‌گرم در گرم) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان گلوکز در سایر ژنوتیپ‌ها بود. کمترین میزان گلوکز در دانه گرده ژنوتیپ‌ها دشت آزادگان ۶- بود (۱/۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) که به‌طور معنی‌داری کمتر از میزان گلوکز در سایر ژنوتیپ‌ها بود.



شکل ۱- مقایسه میزان پروتئین کل محلول، اسیدهای آمینه کل، اسید اسکوربیک و خاکستر دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های نخل خرما در استان خوزستان. در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف (حروف) مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

(ژنوتیپ: ۱- دشت آزادگان-۱، ۲- دشت آزادگان-۲، ۳- دشت آزادگان-۳، ۴- دشت آزادگان-۴، ۵- دشت آزادگان-۵، ۶- دشت آزادگان-۶، ۷- دشت آزادگان-۷، ۸- دشت آزادگان-۸، ۹- کبکاب-۱ (بهبهان)، ۱۰- کبکاب-۲ (بهبهان)، ۱۱- خاصی-۱ (بهبهان)، ۱۲- خاصی-۲ (بهبهان))

Fig. 1 – Comparison of total soluble protein, total amino acids, ascorbic acid, and pollen ash levels of some male date palm genotypes in Khuzestan province. In each Chart, means followed by the same letter within a column are not significantly different according to the Duncan's test ( $P < 0.05$ )

(Genotype: 1, Dasht-e-Azadegan-1; 2, Dasht-e-Azadegan-2; 3, Dasht-e-Azadegan-3; 4, Dasht-e-Azadegan-4; 5, Dasht-e-Azadegan-5; 6- Dasht-e-Azadegan-6; 7, Dasht-e-Azadegan-7; 8, Dasht-e-Azadegan-8, 9, Kabkab-1 (Behbahan); 10, Kabkab-2 (Behbahan); 11, Khasi-1 (Behbahan); 12, Khasi-2 (Behbahan))

بیشترین میزان کل کربوهیدرات‌های محلول غیرساختمانی در دانه گرده ژنوتیپ ۸ بود (۲۰/۹۲ میلی‌گرم در گرم) که با این شاخص در ژنوتیپ ۵ (۱۹/۵۹) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲) ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از کربوهیدرات‌های محلول غیر ساختمانی در سایر ژنوتیپ‌ها بود. کمترین میزان کل کربوهیدرات‌های محلول غیر ساختمانی در دانه گرده ژنوتیپ‌های ۶، ۲ و ۴ بود (به ترتیب ۱۴/۹۵، ۱۵/۸۱ و ۱۶/۶۳ میلی‌گرم در گرم). نتایج آزمایش حاضر نشان داد وجود تفاوت در میزان پنتوزها، گلوکز و کربوهیدرات‌های محلول دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خرماي خوزستان بود (شکل ۱). دانه گرده دارای سه‌لایه می‌باشد و بخش زیادی از کربوهیدرات‌های دانه گرده در غشا داخلی به‌صورت سلولز است (Edlund *et al.*, 2004). میزان کربوهیدرات‌های دانه گرده به‌عنوان یکی از ترکیبات بیوشیمیایی در دانه گرده رقم نر خرماي واریته حیانی در مصر ۱۳/۱۴ درصد گزارش شده است (Hassan, 2011). وجود تفاوت در میزان پنتوزها، گلوکز و کربوهیدرات‌های محلول دانه گرده گونه‌های نعنا (*Mentha sp.*) نیز گزارش شده است (Yahyaabadi *et al.*, 2020). با توجه به اینکه گزارش شده توسعه و شکل‌گیری دیواره خارجی دانه گرده می‌تواند در شناسایی دانه گرده عقیم و بارور نقش داشته باشد و دانه‌های گرده عقیم دارای دیواره خارجی توسعه‌نیافته می‌باشند (Rumpunen and Kaufman, 2002)؛ بنابراین مطالعه نقش کربوهیدرات‌ها در توسعه دیواره دانه گرده و تولید دانه‌های گرده عقیم یا بارور اهمیت دارد. در آزمایش حاضر کربوهیدرات‌های محلول دانه گرده خرما اندازه‌گیری شد و بخش زیادی از کربوهیدرات‌های محلول اندازه‌گیری شده در آزمایش حاضر مربوط به کربوهیدرات‌های محلول در سیتوپلاسم دانه گرده می‌باشد. با توجه به اینکه یکی از روش‌های تعیین کیفیت دانه گرده خرما استفاده از آزمون رنگ‌آمیزی با ید در یدورپتاسیم و بر اساس واکنش این معرف با کربوهیدرات‌های محلول است (Pedersen *et al.*, 2004)؛ بنابراین تعیین نوع و میزان کربوهیدرات‌های محلول ژنوتیپ‌های خرماي نر می‌تواند در مطالعات مربوط به کیفیت دانه گرده و میزان باروری دانه‌های گرده خرما و نقش کربوهیدرات‌ها در رشد و نمو دانه گرده مورد استفاده قرار گیرد. هم‌چنین با توجه به اینکه گزارش گردیده است کربوهیدرات‌های دانه گرده خرما اثر ضد سرطانی دارند (Ishurda and Kennedy, 2005)، مقایسه کربوهیدرات‌های دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خرما می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌هایی با میزان کربوهیدرات بیشتر برای انجام آزمایش‌های مربوط به سلامتی انسان مورد استفاده قرار گیرد.

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد کل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه‌های گرده ژنوتیپ‌های نر خرما در سطح احتمال خطای ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (بر اساس آزمون فسفومولیدات سدیم) در دانه‌های گرده برخی ژنوتیپ‌های خرماي نر استان خوزستان (شکل ۲-۵) نشان داد بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه گرده ژنوتیپ‌های دشت آزادگان ۹ و خاصی ۲- (بهبهان) بود (به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۵۵ جذب در میلی‌لیتر) که با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه گرده ژنوتیپ‌های ۸ (دشت آزادگان ۸)، ۱۰: کبکاب ۱- (بهبهان) و ۱۲:

خاصی ۱- (بهبهان) تفاوت معنی‌داری نداشت (به ترتیب ۰/۵۱، ۵۱/۵۱ و ۰/۵۱ جذب در میلی‌لیتر) ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های این آزمایش بود. کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه گرده ژنوتیپ‌های کبکاب ۲- (بهبهان)، دشت آزادگان ۴، دشت آزادگان ۳ و دشت آزادگان ۲ بود (به ترتیب ۰/۴۱، ۰/۳۹، ۰/۴۲ و ۰/۴۱ واحد جذب در میلی‌لیتر) که با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه گرده ژنوتیپ‌های ۱ و ۷ تفاوت معنی‌دار نداشتند (به ترتیب ۰/۴۵ و ۰/۴۴ جذب در میلی‌لیتر) ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های نر خرما بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس میزان کربوهیدرات‌های محلول و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های گرده خرما استان خوزستان

Table 3 - Analysis of variance of soluble carbohydrates and antioxidative capacity of pollen grains in some male date palm genotypes in Khuzestan province

میانگین مربعات (MS)					
منابع تغییرات	درجه آزادی	گلوکز	پنتوزها	کربوهیدرات‌های محلول	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
S.O.V	d.f	Glucose	Pentoses	Soluble carbohydrates	Antioxidant capacity
ژنوتیپ	11	0.25 **	6.27 *	8.39 **	0.0097 *
Genotype					
خطا	24	0.38 *	0.65 **	0.64 *	0.0013 **
Error					
ضریب تغییرات (%)	-	5.21	6.32	4.56	7.56
C.V (%)					

به ترتیب \*\* و \* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱٪ و ۵٪، n.s عدم اختلاف معنی‌دار

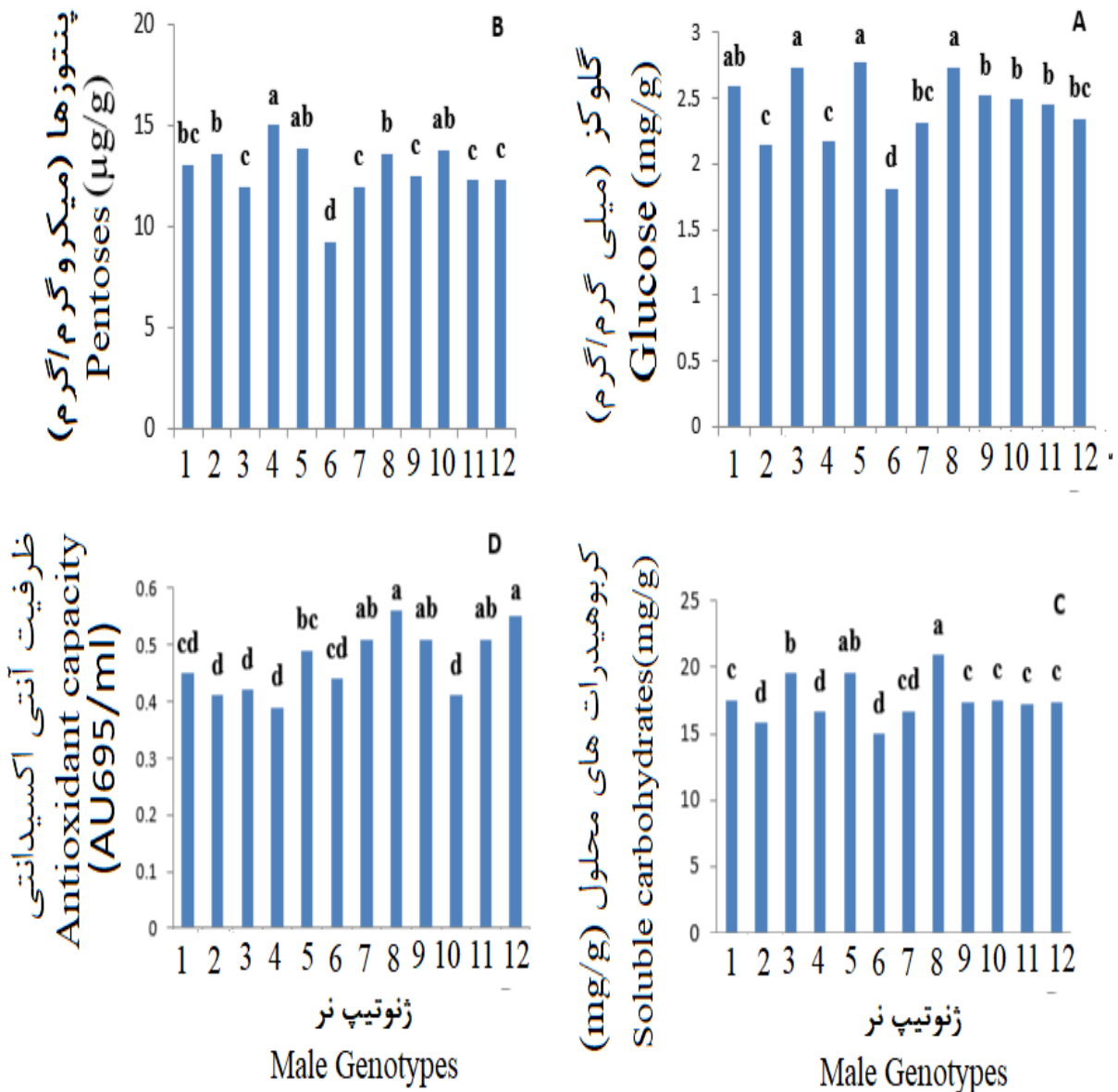
\*\* and \* Significantly difference at 0.01 and 0.05 of probability level, respectively. n.s. : non-significant difference

خاصیت آنتی‌اکسیدانی یکی از ویژگی‌های مهم دانه گرده به‌عنوان یک مکمل غذایی می‌باشد که توجه به اثرات آن بر سلامتی را مطرح می‌نماید و نتایج آزمایش حاضر نشان‌دهنده اهمیت توجه بیشتر به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دانه گرده خرما و بررسی جنبه‌های مختلف آن می‌باشد. وجود تفاوت در میزان آنتی‌اکسیدان‌های دو رقم خرما (Daoud *et al.*, 2015) و هم‌چنین وجود متابولیت‌های گیاهی دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی در دانه گرده گونه‌های مختلف نعنا (*Mentha*) نیز گزارش شده است (Yahyaabadi *et al.*, 2020). بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد میزان فنول کل، فلاونوئیدها، فلاونول‌ها، کاروتنوئیدها و کل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خوزستان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ داشتند (جدول ۴- ۲).

## فنول کل

بیشترین میزان فنول کل در دانه گرده خاصی ۲- (بهبهان) بود (۱۵۱۹/۴۵ میکروگرم در گرم وزن تر) که به‌طور معنی‌داری

بیشتر از میزان فنول کل در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های خرما بود (شکل ۳-الف). کمترین میزان فنول کل در دانه گرده ژنوتیپ‌های ۴ (دشت آزادگان ۴)، ۱۲: خاصی ۱- (بهبهان) و ۷ (دشت آزادگان ۷) بود (به ترتیب ۹۱۴/۹۱، ۹۹۵۴/۴۵، ۹۹۹ و ۱۰۰۲/۱۸ میکروگرم در گرم وزن تر).



شکل ۲- مقایسه میزان کربوهیدرات‌های محلول و کل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های نخل خرماي خوزستان. در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف (حروف) مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. ژنوتیپ: ۱- دشت آزادگان-۱، ۲- دشت آزادگان-۲، ۳- دشت آزادگان-۳، ۴- دشت آزادگان-۴، ۵- دشت آزادگان-۵، ۶- دشت آزادگان-۶، ۷- دشت آزادگان-۷، ۸- دشت آزادگان-۸، ۹- کبکاب-۱ (بهبهان)، ۱۰- کبکاب-۲ (بهبهان)، ۱۱- خاصی ۱- (بهبهان)، ۱۲- خاصی ۲- (بهبهان)

Fig. 2 – Comparison of soluble carbohydrates and antioxidant capacity of pollen of some male date palm genotypes in Khuzestan province. In each Chart, means followed by the same letter within a column are not significantly different according to the Duncan's test ( $P < 0.05$ )  
 (Genotype: 1, Dasht-e-Azadegan-1; 2, Dasht-e-Azadegan-2; 3, Dasht-e-Azadegan-3; 4, Dasht-e-Azadegan-4; 5, Dasht-e-Azadegan-5; 6- Dasht-e-Azadegan-6; 7, Dasht-e-Azadegan-7; 8, Dasht-e-Azadegan-8, 9, Kabkab-1 (Behbahan); 10, Kabkab-2 (Behbahan); 11, Khasi-1 (Behbahan); 12, Khasi-2 (Behbahan))

### فلاونوئید کل

بیشترین میزان فلاونوئیدکل در دانه گرده ژنوتیپ دشت آزادگان ۱ بود (۱۷۶/۰۴ میکروگرم در گرم وزن‌تر) که با میزان فلاونوئیدکل در دانه گرده ژنوتیپ‌های دشت آزادگان ۲، دشت آزادگان ۳ و کبکاب ۱- (بهبهان) تفاوت معنی‌داری نداشتند (به ترتیب ۱۵۱/۸۳، ۱۵۴/۰۱ و ۱۵۴ میکروگرم در گرم وزن‌تر) ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان فلاونوئیدکل در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های خرما بود (شکل B-۳). کمترین میزان فلاونوئیدکل در دانه گرده ژنوتیپ‌های خاصی ۲- (بهبهان) و کبکاب ۲- (بهبهان) بود (به ترتیب ۱۰۰/۰۲ و ۹۳/۰۷ میکروگرم در گرم وزن‌تر). اگرچه وجود فلاونوئیدها در دانه گرده گیاهان مورد تأیید قرار گرفته است (Szczena *et al.*, 2006; Jean-Prost, 2007) ولی در مورد فلاونوئیدهای دانه گرده خرما و یا مقایسه فلاونوئیدها در دانه گرده ژنوتیپ‌های خرما اطلاعات محدودی وجود دارد. وجود تفاوت در میزان فلاونوئیدهای دانه گرده دو رقم خرما (کرکینه و توزیور) نیز گزارش شده است (Daoud *et al.*, 2004). با توجه به اینکه وجود فلاونوئیدها در قسمت‌های مختلف نخل خرما مانند میوه، بذر و تارونه (Al-Okbi, 2022) و قسمت‌های مختلف برگ شامل برگچه‌ها و دم برگ اصلی برگ خرما (Heidari, 2023) مورد بررسی قرار گرفته است، لازم است میزان فلاونوئیدها در قسمت‌های مختلف نخل خرما و همچنین در ژنوتیپ‌های مختلف بررسی شود تا بتوان در مورد توزیع فلاونوئیدها در بخش‌های مختلف نخل خرما و یا نحوه سنتز آن‌ها در اندام‌های مختلف، اطلاعات بیشتری به دست آورد.

### فلاونول کل

بیشترین میزان فلاونول‌ها در دانه گرده خاصی ۲- (بهبهان) بود (۵۴/۶۲ میکروگرم در گرم وزن‌تر) که با میزان کل فلاونول‌ها در دانه گرده دشت آزادگان- ۵ تفاوت معنی‌داری نداشت (۴۹/۶۲ میکروگرم در گرم وزن‌تر) ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان فلاونول‌ها در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های خرمای نر استان خوزستان بود (شکل ۳-۵). کمترین میزان فلاونول‌ها در دانه گرده ژنوتیپ‌های ۱ (دشت آزادگان)، ۲ (دشت آزادگان)، ۴ (دشت آزادگان) و ۱۱ : کبکاب ۲- (بهبهان) بود (به ترتیب ۳۹، ۴۰/۰۴، ۳۶/۸۸ و ۳۹/۶۲ میکروگرم در گرم وزن‌تر) بود.

### کاروتنوئید کل

بیشترین میزان کل کاروتنوئیدها در دانه گرده ژنوتیپ‌های دشت آزادگان ۹ و کبکاب ۱- (بهبهان) بود (به ترتیب ۱۶۸/۸ و ۱۵۳/۲ میکروگرم در گرم وزن‌تر) که با میزان کاروتنوئیدها در دانه گرده ژنوتیپ دشت آزادگان- ۸ تفاوت معنی‌داری نداشت (۱۳۶ میکروگرم در گرم وزن‌تر) ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان کل کاروتنوئیدها در دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های نر خرما بود (شکل ۳-ج). کمترین میزان کل کاروتنوئیدها در دانه گرده ژنوتیپ ۳ بود (۲۴/۴ میکروگرم در گرم وزن‌تر). نتایج آزمایش حاضر نشان داد ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها و فلاونول‌های دانه گرده ژنوتیپ‌های خرما در خوزستان تفاوت معنی‌داری داشتند (شکل ۳). وجود تفاوت در میزان ترکیبات فنولی در دو رقم خرما (کرکینه و توزیور) و بالاتر بودن میزان فنول کل در گرده رقم

توزیو (Daoud *et al.*, 2004) و همچنین وجود تفاوت در میزان فنول، فلاونوئیدها و فلاونول کل در دانه‌های گرده گونه‌های مختلف نعنا (*Mentha sp.*) در شمال ایران نیز گزارش گردیده است (Yahyaabadi *et al.*, 2020). گزارش شده دانه گرده بالغ دارای سه لایه می‌باشد و دیواره بیرونی (اگزین) از ساختار محکمی تشکیل شده که از ترکیبی بنام اسپورپولینین و پلیمر حاوی اسیدهای چرب و ترکیبات فنولی تشکیل شده است (Edlund *et al.*, 2004)؛ بنابراین احتمالاً بخشی از تفاوت موجود در میزان فنول دانه گرده ژنوتیپ‌های مختلف نخل نر در استان خوزستان می‌تواند مربوط به تفاوت در ترکیبات تشکیل دهنده ساختار دانه گرده و ترکیبات فنولی موجود در دیواره دانه گرده باشد. گزارش شده است دانه‌های گرده حاوی اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، کمپلکس‌های ویتامین، لیپیدها، عناصر کمیاب، فنول‌ها و پلی فنول‌ها هستند و این ترکیبات مسئول خاصیت آنتی‌اکسیدانی دانه‌های گرده هستند (Gupta *et al.*, 2011). با توجه به اینکه نتایج آزمایش حاضر علاوه بر تفاوت در میزان فنول‌ها، نشان دهنده وجود تفاوت در میزان اسیدهای آمینه و اسید آسکوربیک در دانه گرده ژنوتیپ‌های خرما نر در استان خوزستان بود (شکل‌های B-1 و C-1)، می‌توان نتیجه‌گیری نمود بخشی از نتایج آزمایش حاضر در مورد تفاوت در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دانه گرده ژنوتیپ‌های نر خرما (شکل D-2) می‌تواند ناشی از ترکیبات دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی باشد. با توجه به اینکه گزارش شده عصاره دانه گرده خرما حاوی p-cymen-4-ol به میزان (۱۳/۵۱ درصد)، ایزومرهای دی متوسوتیلون (۱۹/۷۵ درصد)، کاریوفنیل (۹/۵۱ درصد) و فنیل اتانول (۸/۷۵ درصد) بودند، همچنین میزان آنتی‌اکسیدانی، بتاکاروتن و اسیدلینولئیک بین IC<sub>50</sub> ۵۰ تا ۰/۸۹ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بودند (Farouk *et al.*, 2015)، به نظر می‌رسد لازم است نقش هر یک از ترکیبات دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی در ایجاد ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی دانه گرده خرما مورد بررسی قرار گیرد.

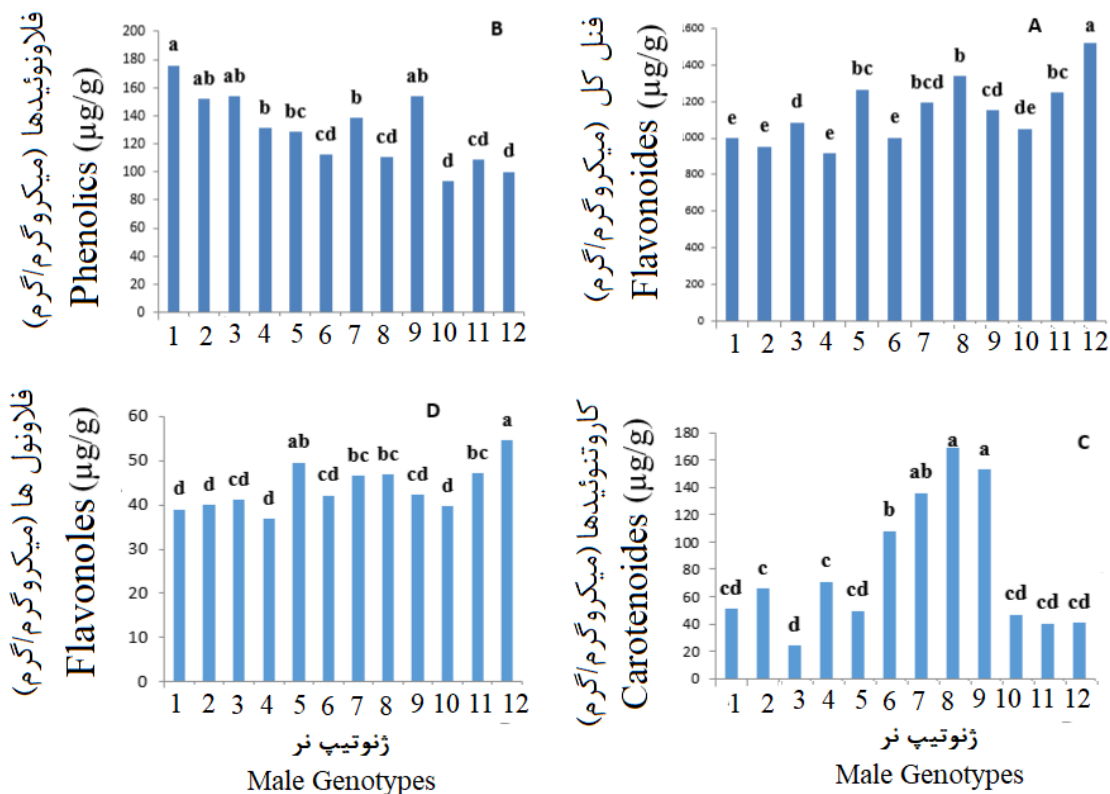
جدول ۴- تجزیه واریانس برخی ترکیبات بیوشیمیایی دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های خرما استان خوزستان

Table 4 - Analysis of variance of some biochemical compounds of pollen grains in some male date palm genotypes in Khuzestan province

میانگین مربعات (MS)				درجه آزادی d.f	منابع تغییرات S.O.V
کاروتنوئیدها Carotenoides	فلاونول‌ها Flavonoles	فنول کل Total phenolics	فلاونوئیدها Falvonoides		
7237.82 *	79.91 **	95497.77 *	1977.72 **	11	ژنوتیپ Genotype
388.74 **	14.92 *	7925.44 **	298.84 *	24	خطا Error
24.77	8.81	7.78	13.31	-	ضریب تغییرات (%) C.V (%)

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱٪ \* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵٪<sup>ns</sup> عدم اختلاف معنی‌دار

\*\* and \*: Significantly difference at 0.01 and 0.05 of probability level, respectively. ns: non-significant difference,



شکل ۳- مقایسه میزان فنول کل، فلاونوئیدها، فلاونول ها و کاروتنوئیدهای دانه گرده برخی ژنوتیپ‌های نخل خرماي خوزستان. در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف (حروف) مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

(ژنوتیپ: ۱- دشت آزادگان-۱، ۲- دشت آزادگان-۲، ۳- دشت آزادگان-۳، ۴- دشت آزادگان-۴، ۵- دشت آزادگان-۵، ۶- دشت آزادگان-۶، ۷- دشت آزادگان-۷، ۸- دشت آزادگان-۸، ۹- کبکاب-۱ (بهبهان)، ۱۰- کبکاب-۲ (بهبهان)، ۱۱- خاصی-۱ (بهبهان)، ۱۲- خاصی-۲ (بهبهان))

Fig. 3 – Comparison of total phenolics, falvonoides, flavonoles, and carotenoides contents of pollen of some male date palm genotypes in Khuzestan province. In each Chart, means followed by the same letter within a column are not significantly different according to the Duncan's test ( $P < 0.05$ )

(Genotype: 1, Dasht-e-Azadegan-1; 2, Dasht-e-Azadegan-2; 3, Dasht-e-Azadegan-3; 4, Dasht-e-Azadegan-4; 5, Dasht-e-Azadegan-5; 6- Dasht-e-Azadegan-6; 7, Dasht-e-Azadegan-7; 8, Dasht-e-Azadegan-8, 9, Kabkab-1 (Behbahan); 10, Kabkab-2 (Behbahan); 11, Khasi-1 (Behbahan); 12, Khasi-2 (Behbahan))

### نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد دانه‌های گرده ژنوتیپ‌های نر خرماي استان خوزستان از نظر ترکیبات بیوشیمیایی شامل پروتئین‌های کل محلول، اسیدهای آمینه، اسید اسکوربیک، خاکستر، کربوهیدرات‌های محلول، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، فلاونوئیدها، فلاونول‌ها و کاروتنوئیدها تفاوت معنی‌داری داشتند. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل توجه میان ژنوتیپ‌ها و پتانسیل بالای برخی از آن‌ها از نظر ویژگی‌های تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی است. به‌طور خاص، ژنوتیپ‌های «دشت آزادگان ۸»، «دشت آزادگان ۵»، «خاصی ۲» و «کبکاب ۱» از نظر ترکیبات بیوشیمیایی دانه گرده، ژنوتیپ‌های برتری بودند و می‌توان این ژنوتیپ‌ها را به‌عنوان منابع ژنتیکی در تحقیقات بعدی و مقایسه با دانه گرده سایر ژنوتیپ‌های دانه گرده خرما در استان خوزستان مورد استفاده قرار داد تا بتوان برای بهبود کیفیت دانه گرده یا مصارف دارویی و تغذیه‌ای ژنوتیپ‌های برتر معرفی

کرد. این اطلاعات می‌تواند مبنای مناسبی برای برنامه‌ریزی در جهت بهنژادی نخل خرما، انتخاب والدین برتر در برنامه‌های بهنژادی، یا توسعه کاربردهای صنعتی و دارویی از دانه گرده خرما فراهم آورد.

### منابع

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Abdshah, H., Hatami, F. & Hosseinpour, R. (2018).** Agricultural Statistics for 2017: Horticultural Products (Volume 3). Publisher: Information and Communication Technology Center of the Ministry of Agricultural Jihad. 1st edition. 232 pages. (In Persian)
- Ahmadi, M. H., Mirlohi, A., Nazari, M. A., & Ghasempour, R. (2018).** A review of thermal conductivity of various nanofluids. *Journal of Molecular Liquids*, 265, 181-188.
- Al-Khayri, J., Jain, S. & Johnson, D. (2015).** Date palm genetic resources and utilization. Vol. 2: Asia and Europe. Springer, Dordrecht.
- Agbadi, R. K., Kaukhova, I. E., Terninko, I. I. and Sirichenko, T. I. (2017).** Quantitative and Qualitative Analyses of Amino Acids in *Morinda citrifolia* (Rubiaceae) *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(7): 980-984.
- Al-Okbi, S. Y. (2022).** Date Palm as Source of Nutraceuticals for Health Promotion: a Review. *Current Nutrition Reports*. 11:574-591.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000).** *Official Methods of Analysis* (17th ed.) Virginia, Washington DC., USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Arafat, K., Mohamad, H. & Elsharabasy, S. (2013).** Influence of environmental conditions, salinity and root exudates on incidence and disease severity of *Lasiodiplodia theobromae* that caused root rot of date palm off shoots and biocontrolling. *Journal of Biological Chemistry and Environmental Sciences*, 8(1), 73-91.
- Attia, A., Al-Hanoun, A., Tag El- Din, A., Bovera, F. & Shewika, Y. (2011).** Effect of bee pollen levels on productive, reproductive and blood traits of NZW rabbits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(3), 294-303.
- Barakat, M. Z., Shehab, S. K., Darwish, N. & El-Zoheiry, E. (1973).** A new titrimetric method for the determination of vitamin C. *Analytical Biochemistry*, 53(1), 245-251.
- Belay, A., Baye, K. and Ebro, A. (2018).** Physicochemical and Antioxidant Properties of Honey and Pollen from West Shoa, Ethiopia. A thesis submitted to the Center of Food Science and Nutrition, Collage of Natural and Computational Sciences, Addis Ababa University.
- Biehler, E., Mayer, F., Hoffmann, L., Krause, E. and Bohn, T. (2006).** Comparison of 3 spectrophotometric methods for carotenoid determination in frequently consumed fruits and vegetables. *Journal of Food Science*. 75(1): C55-61.
- Daoud, A., Malika, D., Bakari, S., Hfaiedh, N., Mnafigui, K., Kadri, A. & Gharsallah, N. (2015).** Assessment of polyphenol composition, antioxidant and antimicrobial properties of various extracts of Date Palm Pollen (DPP) from two Tunisian cultivars. *Arabian Journal of Chemistry*, 1-12.
- Denisow B., & Denisow-Pietrzyk, M. (2016).** Biological and therapeutic properties of bee pollen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 4303-4309.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Roberts, P. A. & Smith, F. (1956).** Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
- Edlund, A., Swanson, R. & Preuss, D. (2004).** Pollen and stigma structure and function: the role of diversity in pollination. *Plant Cell*, 16, 84-97.
- Fahim, T. M. (2008).** Possible Radio-Protective Efficiency of Bee-Pollen against Radiation Induced Cardiotoxicity in Male Rats. *Egyptian Journal of Radiation Sciences and Applications*, 21(2), 547-563.

- Farouk, A., Metwaly, A. & Mohsen, M. (2015).** Chemical Composition and antioxidant activity of Date Palm pollen grains (*Phoenix dactylifera* L. Palmae) essential oil for Siwe Cultivar Cultivated in Egypt. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(4), 945-949.
- Gahler, S., Otto, K. & Böhm, V. (2005).** Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7962-7968.
- Gupta, J., Sharma, R. & Ojha, K. (2011).** Bee pollen as a hive product and potentials of its use in human diet. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 1(1), 39-48.
- Hassan, H. (2011).** Chemical Composition and Nutritional Value of Palm Pollen Grains. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*, 6(1), 01-07.
- Heidari, M. (2023).** Evaluation of Allopathic Effects of Wood Chips of Pomegranate, Sour orange and Date Palm Leaves. *Journal of Research In Plants Metabolites*, 1(2), 17-32.
- Hoekstra, R. F. (1995).** Direct selection on life span in *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, 49(4), 649-659.
- Ishurda, O. & John F. K. (2005).** The anti-cancer activity of polysaccharide prepared from Libyan dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Carbohydr Polym.* 59:531-5.
- Jean-Prost, P. (2007).** Apiculture: Conocimiento de la abeja Manejo de la colmena. 4a ed, Madrid, S.A. Mundi-Prensa Libros.
- Jia, L. & Yao-Dong, W. (2007).** A Steroid Fraction of Chloroform extract from Bee pollen of *Brassica Campestris* induces apoptosis in human Prostate Cancer PC-3. *Phytotherapy Research*, 21, 1087-1097.
- Kaufman, E. & Rumpunen, K. (2002).** Sporogenesis and gametophyte development in *Chaenomeles japonica* (*Japanese quince*). *Scientia Horticulturae*, 94, 241-249.
- Kędzia, B. & Holderna-Kędzia, E. (2012).** New studies on biological properties of pollen. *Postępy Fitoterapii*, 1, 48-54.
- Kostic, J., & Boskovic, M. M. (2020).** How COVID-19 pandemic influences Rule of Law backsliding in Europe. *Regional L. Rev.*, 77.
- Malerbo-Souza, D. T. (2011).** The corn pollen as a food source for honeybees. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33, 701-704.
- Mariotti, F., Tome, D. and Mirand, P. P. (2008).** Converting Nitrogen into Protein -Beyond 6.25 and Jones' Factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48:177-184.
- Michalczyk, M. & Sokół, R. (2019).** The impact of pollen on the health status of animals and humans. *Polish Journal of Natural Sciences*, 34(1), 143-156.
- Mortazavi, S. M. H., Tarahi, A. & Bermeh, L. (2011).** A study on the pollen morphology of Khuzestan male date varieties by scanning electron microscopy (SEM). *Plant Productions*, 33(2), 97-109. (In Persian)
- Nogueira, N., Iglesias, A., Fe´as, X. & Estevinho, L. (2012).** Commercial bee pollen with different geographical origins: a comprehensive approach. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(9), 11173-11187.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Fe´as, X. & Estev-inho, L. (2014).** Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233-239.
- Pedersen, Jeffrey F.; Bean, S.R.; Funnell, Deanna L.; & Graybosch, Robert A. (2004).** "Rapid Iodine Staining Techniques for Identifying the Waxy Phenotype in Sorghum Grain and Waxy Genotype in Sorghum Pollen. *Crop Sci.* 44:764-767.

- Waxy Phenotype in Sorghum Grain and Waxy Genotype in Sorghum Pollen"**Pejman, H. (2001). Date Guide (Planting, Growing and Harvesting). Agricultural Education Publication. SID. <https://sid.ir/paper/437538/fa> (In Persian)
- Rao, A. V. & Rao, L. G. (2007).** Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55, 207–216.
- Saha, H., & Bhattacharya, K. D. (2017).** A review of inverter topologies for single-phase grid-connected photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1256-1270.
- Sattler, j., De-melo, A., Nascimento, K., Mancini-filho, J., Sattler, A. & Aalmeida-Muradian, L. (2016).** Essential minerals and inorganic contaminants (barium, cadmium, lithium, lead and vanadium) in dried bee pollen produced in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(3), 505-509.
- Sharafati-chaeshtori, R., Sharafati-chaeshtori, F., Rafieian-kopaei, M. and Ashrafi, K. (2011).** Ethanolic walnut kernel phenolic compounds and its antimicrobial effect. *Journal of Shahid Sadoughi University Medicinal Sciences*, 19(4): 525-32.
- Sugano, N., Tanaka, T., Yamamoto, E. and Nishi, A. (1975).** Phenylalanine ammonialyase in carrot cells in suspension cultures. *Phytochemistry*, 14, 2435-2440.
- Szczesna, J., Popielek, M., Schmidt, K., & Kowalczyk, R. (2006).** The first record of *Aelurostrongylus abstrusus* [Angistrongylidae: Nematoda] in Eurasian lynx [*Lynx lynx* L.] from Poland based on fecal analysis. *Wiadomości Parazytologiczne*, 52(4).
- Szczesna, T. (2006).** Long chain fatty acids composition of honeybee- collected pollen. *Journal of Apicultural Science*, 50(2), 65–79.
- Thompson, T., Senter, S. & Grauke, L. (1993).** Lipid Content and Fatty Acids of Pecan Pollen. *Ort Science*, 28(12), 1191-1193.
- Ulusoy, E. & Kolayli, S. (2014).** Phenolic composition and antioxidant properties of Anzer bee pollen. *Journal of Food Biochemistry*, 38(1), 73-82.
- Vijayabaskar, P., Vaseela, N. & Thirumaran, G. (2012).** Potential antibacterial and antioxidant properties of a sulfated polysaccharide from the brown marine algae *Sargassum swartzii*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 10(6), 421-428.
- Waterhouse, A. L. (2002).** Determination of Total Phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, UNIT 11.1. Pp 1-8.
- Yahyaabadi, Y., Mahmoudi Otaghvvari, A. & Nazifi, E. (2020).** Phytochemical and palynological study of several species of *Mentha* L. in north of Iran. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(4), 1037-1059. (In Persian)
- Yildiz, O., Ca, Z., Saral, Ö., Yulul, E., Öztürk, F., Aliyazicioglu, R., Canpolat, S. & Kolayli S. (2013).** Hepatoprotective potential of chestnut Bee Pollen on carbon, tetrachloride-induced hepatic damages in rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, article ID 461478, 1–9.
- Zhuang, X. P., LU, Y.Y. and Yang, G. S., 1992.** Extraction and determination of flavonoid in ginkgo. *Chinese Herbal Medicine*, 23: 122-124.