گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۱)، ۷(۱): ۱-۱۲
مقاله پژوهشی
DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1

بررسی توابع همبستگی کانونی دو واریته لاله وحشی در بلندی‌های زنجان بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی

مجید سلطانی پاجی[۱]، سید نجم‌الدین مرتضوی[۱*]، فاطمه بیدرنامنی[۲]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان

۲. پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل

mortazavi46@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱۱، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷

چکیده

گل لاله یکی از مهم‌ترین گیاهان سوخوار در جهان بوده و در بسیاری از مناطق کشورما نیز پراکنش بالایی دارد. این پژوهش برای تبیین همبستگی توابع کانونی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی دو واریته لاله وحشی *Tulipa montana* var. montana (گل قرمز) و *Tulipa montana* var. chrysantha (گل زرد) جمع‌آوری‌شده از بلندی های شهر قیدار استان زنجان انجام شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده فیتوشیمیایی شامل فنول، فلاونویید و آنتی‌اکسیدان گل و سوخ و کلروفیل a و ویژگی‌های ریخت‌شناسی مانند طول گلبرگ، قطر سوخ، وزن تر گیاه، ارتفاع گیاه و طول سوخ دو واریته لاله قرمز و زرد بود. آنالیز داده‌ها به‌منظور تعیین روابط هم‌بستگی انجام گرفت و برای تعیین روابط بین متغیرها از آزمون‌های Wilks' Lambda، Pillai's Trace، Hotelling-Lawley Trace و Roy's Greatest Root استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد از چهار تابع کانونی مورد مطالعه تنها سه تابع، قابلیت برازش داشتند و بیشترین مقدار ویژه مربوط به آزمون Roy's Greatest Root با مقدار ۲۲٤ بود. سه متغیر کانونی اول ویژگی‌های ریخت‌شناسی، ۹۱ درصد از همبستگی کانونی بین متغیرها را تبیین کرد؛ که این میزان از همبستگی نسبت به ویژگی‌های فیتوشیمیایی بیشتر بود. بالاترین درصد برازش ویژگی‌های ریخت‌شناسی مربوط به تابع کانونی اول با ۷٦ درصد بود که نشان داد تابع کانونی اول روابط همبستگی کانونی را بهتر برازش می‌کند. همچنین مقایسه دو نوع ویژگی در لاله نشان داد که ویژگی‌های ریخت‌شناسی بهتر از ویژگی‌های فیتوشیمیایی می‌تواند با کانون همبستگی‌ها ارتباط معنی‌داری برقرار کند. تحلیل معادله‌های همبستگی کانونی نشان داد که با کاهش طول گلبرگ، میزان فنول سوخ و فلاونوئید گلبرگ با ضریبی کم می‌شود، همچنین با کاهش طول گلبرگ، ویژگی‌هایی مانند میزان فنول گلبرگ، فلاونوئید سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ افزایش یافت. فنول موجود در سوخ لاله و آنتی‌اکسیدان گلبرگ همبستگی مستقیمی با قطر سوخ لاله نشان داد، همچنین کاهش ارتفاع بوته، سبب کاهش میزان فنول گلبرگ و سوخ، فلاونوئید سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ گردید، ولی میزان فلاونوئید گلبرگ به نحو چشمگیری افزایش یافت. بر اساس نتایج این پژوهش، پژوهشگران بر اساس هدف پایانی خود از تولید یا جمع‌آوری گیاه لاله وحشی، باتوجه به ارتباط بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی، اقدام به گزینش بهترین بوته براساس ویژگی موردنظر خواهند کرد.

واژه‌های کلیدی: سوخ، گلبرگ، فنول، متغیر کانونی، معادله‌های کانونی.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

مقدمه

جنس لاله[1] از تیره Liliaceae حدود ۱۰۰ گونه دارد که ۱۹ گونه از آن در ایران گزارش شده است. گونه‌های آن بیشتر در مناطق معتدله و نیمه گرمسیری نیم‌کره شمالی پراکنده‌اند. تعدادی از گونه‌های این جنس محدود به آسیای غربی، آسیای شرقی و هیمالیا می‌باشند (Salar *et al.*, 2010). لاله از گیاهان علفی دائمی سوخوار است و سوخ آن تنها بخشی از گیاه است که در شرایط نامساعد تابستان‌های گرم و زمستان‌های بسیار سرد در زیر خاک باقی می‌ماند و بقای گیاهان را تضمین می‌کند. سوخ لاله یک ساقه فشرده است که شامل برگ‌های تغییر شکل یافته ضخیم به نام فلس است و مواد غذایی و آب را در خود ذخیره می‌کند (Matin, 1998). گونه‌های لاله پلی‌مورف هستند و از طرفی به دلیل امکان دورگه‌گیری بین‌گونه‌ای، شناسایی و تفکیک گونه‌های این جنس بسیار مشکل است. ازجمله مطالعاتی که توانسته در مورد تعیین جایگاه گونه‌ها کمک نماید، مطالعه سوخ و کرک‌های گونه‌های آن است (Mathew, 1987).

منابع ژنتیکی بومی هر کشور، حاصل میلیون‌ها سال تکامل و سازگاری با شرایط اقلیمی هر کشور می‌باشند. گونه‌های وحشی فراوانی از گل و گیاهان زینتی در اقلیم پهناور ایران سازگار شده‌اند. انواع لاله، لاله واژگون، رز، شقایق، نرگس، سوسن، زنبق، میخک، گلایول، گل پامچال و نگونسارگل از جمله مهمترین گل‌های بومی این سرزمین می‌باشند (Bagheri and Saki, 2017). ویژگی‌های ریخت‌شناسی به‌عنوان نخستین نشانگرها می‌توانند به دلیل ارزیابی کم‌هزینه و آسان و عدم نیاز به روش‌های پیشرفته بیوشیمیایی و مولکولی در برنامه‌های بهنژادی مورداستفاده قرار گیرند. گرچه نشانگرهای ریخت‌شناسی گیاه نیز تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند اما هنگامی‌که ویژگی‌های دارای توارث‌پذیری بالا باشند گزینه مناسبی در بررسی‌های گوناگونی ژنتیکی به‌شمار می‌روند (Shao *et al.*, 2010). نتایج گزارش کیانی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان از سودمندی انگشت‌نگاری DNA برای شناسایی لاله‌ها داشت. جمع‌آوری و مشخص کردن گوناگونی ژنتیکی بیشتر، از سایر مناطق پراکنش جنس Tulipa ضروری است.

با توجه به اینکه ارتباط خطی بین دو ویژگی در ضرایب همبستگی نشان داده می‌شود ، گاهی در ضرایب همبستگی برخی ویژگی‌ها ضرایب بالاتری نشان می‌دهند که می‌تواند نتیجه وجود گروهی از ویژگی‌های باشد که بر این ویژگی تأثیر می‌گذارند. تکنیک همبستگی کانونی با شناسایی و کمی‌کردن مجموعه بین دو ویژگی مشکل را حل می‌کند (Dunetman, 1984). همبستگی کانونی یک روش تجزیه و تحلیل چند متغیره است که برای بررسی رابطه بین دو گروه از ویژگی‌ها استفاده می‌شود (Uurtio *et al.*, 2018). تجزیه و تحلیل، امکان گروه‌بندی ویژگی‌های موردنظر را امکان‌پذیر می‌سازد به‌گونه‌ای که تعیین روابط بین گروه‌ها امکان انتخاب غیرمستقیم ویژگی‌ها را فراهم می‌کند، بنابراین اطلاعات ارزشمندی را برای انتخاب ویژگی‌هادر برنامه‌های ژنتیکی ارائه می‌دهد (Carvalho *et al.*,2015). تحلیل همبستگی کانونی اولین بار توسط (Hotelling, 1936) به‌منظور تعیین الگوهای هم‌تغییری و تشخیص روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته ارائه گردید. در زراعت، از همبستگی کانونی برای برآورد ارتباط بین دو گروه مختلف ویژگی‌ها استفاده شده است. به‌عنوان مثال، بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی، ویژگی‌های رویشی و اجزای عملکرد؛ ویژگی‌های زراعی و ویژگی کیفیت بذر؛ ویژگی‌های فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی که ازجمله این بررسی‌ها، پژوهش‌های انجام‌شده روی فلفل قرمز (Cankaya *et al.*, 2010) و

۱- *Tulipa spp.*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

گندم (Saba *et al*., 2018) را می‌توان نام برد. در پژوهشی که روی ارزیابی تغییرهای فیتوشیمیایی، ریخت‌شناسی و فعالیت اکسیدانی جمعیت گیاه بیلهر[1] انجام شد دو متغیر کانونی اول معنی‌دار شدند (Akbarian *et al*., 2017). در پژوهشی دیگر که روی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژی پنج رقم ارکیده فالانوپسیس انجام شد دو متغیر کانونی اول معنی‌دار شدند (Bidarnamani *et al*., 2020). در پژوهش‌هایی که با استفاده از همبستگی کانونی بین ویژگی‌های فیزیولوژیک و زراعی نژادگان‌های مختلف گندم انجام شد به این نتیجه رسیدند که سه متغیر کانونی برای این ویژگی‌های معنی‌دار شدند (Alavi-siny and Saba, 2016). در پژوهشی با بررسی فنتیکی گوناگونی دو واریته لاله وحشی با نام‌های *Tulipa montan* var. montana (گل قرمز) و *Tulipa montana* var. chrysantha (گل زرد) در کنار جمعیت‌هایی با گل‌های نارنجی بیان شد که دو واریته مدنظر از یکدیگر متمایز بوده و همچنین لاله‌های کوهی با گل نارنجی نیز در گروهی جدا از این دو واریته قرار می‌گیرند اما ویژگی‌هایی نزدیک به واریته *Tulipa montana* var. montana داشتند که نشان‌دهنده طبیعت دورگه این جمعیت‌ها می‌باشد (Khanafshar, *et al*., 2004). گوناگونی ژنتیکی بین و درون‌گونه‌ای لاله در ایران نشان داد که گوناگونی بین‌گونه‌ای قابل‌توجهی برای لبه لکه‌ها و شکل کلاله داخلی، رنگ حاشیه برگ، موهای موجود در قسمت میانی گلپوش، رنگ بساک و رنگ کلاله یافت شد. بر اساس تجزیه مؤلفه‌های اصلی، هفت مؤلفه معنی‌دار به دست آمد که ۷۸/۳۵٪ از کل گوناگونی را در بین گونه‌ها نشان می‌داد. برخی از توده‌های هرگونه دارای رنگ گل، اندازه گل، رایحه گل، طول ساقه و اندازه سوخ منحصربه‌فرد بودند که در برنامه‌های بهنژادی از آن استفاده می‌شود (Khaleghi *et al*., 2018). بررسی یاخته‌های روپوستی در زیرجنس Tulipa نشان داد نوع و شکل یاخته‌های روپوست پوسته خارجی سوخ در گونه‌های مختلف زیرجنس شباهت زیادی به هم دارند. واریته *T. montana var*. chrysanta دارای یاخته‌های پهن و کوتاه است، اما *T. montana var*. montana یاخته روپوست مستطیل‌شکل، طویل، چندوجهی و باریک دارد (Salar *et al*., 2010). براساس نتایج بررسی دیگری در گیاه آنمون[2] تعداد گلبرگ با طول گلبرگ، عرض گلبرگ، تعداد برگ و تعداد پرچم همبستگی مثبت داشت، درحالی‌که با تعداد گل بازشده همبستگی منفی نشان داد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد پنج مؤلفه اول ۸٤/۳٪ از کل تغییرات را تبیین می‌کنند (Hajyan *et al*., 2020). همبستگی ویژگی‌های تنژگی بذر ارکیده فالانوپسیس نشان داد که بیشترین ضریب همبستگی بین سرعت تنژگی و شاخص تنژگی با مقدار ۰/۹۸ بود (Bidarnamani *et al*., 2020).

با توجه به اینکه تاکنون گزارشی روی بررسی همبستگی کانونی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی و دلیل‌های تأثیر افزایش یا کاهش هر ویژگی روی ویژگی دیگر در گیاه لاله وحشی منتشر نشده است، هدف از انجام این پژوهش مشخص کردن ارتباط بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی در دو واریته لاله وحشی در بلندی های زنجان با استفاده از روش همبستگی کانونی و تعیین سهم نسبی هر یک از این متغیرها و میزان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری بین ویژگی‌های بود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش دو واریته لاله زرد و قرمز از بلندی های شهر قیدار استان زنجان با مشخصات جغرافیایی "۰۳ '۱۲ °۳٦ شمالی و "۰۳ '۱۲ °٤۸ شرقی جمع‌آوری گردید. هدف از گزینش این دو واریته، پراکنش جمعیت آن در استان زنجان

۱- *Dorema aucheri*

۲- *Anemone* spp. L

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

بوده است. جامعه آماری در بخش آنالیز ویژگی‌های ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی در این پژوهش دو واریته لاله وحشی *Tulipa montana* var. montana (گل قرمز) و *Tulipa montana* var. chrysantha (گل زرد) بود. برای تعیین تفاوت‌های ریخت‌شناسی دو واریته لاله زرد و قرمز، از هر واریته سه نمونه گیاهی به‌طور تصادفی انتخاب و ۵ ویژگی ریخت‌شناسی (طول گلبرگ، قطر سوخ، ارتفاع گیاه، وزن تر گیاه و طول سوخ) و ۵ ویژگی فیتوشیمیایی (فنول سوخ، فلاونوئید گل و سوخ، آنتی‌اکسیدان و کلروفیل a) در آن‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. ویژگی‌های ریخت‌شناسی مربوط به وزن با ترازوی دیجیتال (برحسب گرم) و ویژگی‌های مربوط به طول با خط‌کش (برحسب سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری فنول کل، یک گرم نمونه در هاون کوبیده شده را در فالکن ریخته، ۹ سی‌سی متانول اسیدی به آن اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ٦۰۰۰ قرار گرفت. سپس ٦ سی‌سی محلول فولین و ٦ سی‌سی آب مقطر برای ۱۲۰ نمونه تهیه شد (۵۰٪). ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره سانتریفیوژشده را برداشته در فالکن ریخته، به آن ۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۲ درصد اضافه گردید، بعد از ۲ دقیقه ۱۰۰ میکرولیتر فولین ۵۰٪ به آن اضافه شد، بعد از ۳۰ دقیقه ماندن در تاریکی، جذب آن‌ها در طول‌موج ۷۲۰ نانومتر اسپکتروفتومتر قرائت و مقدار فنول کل از روی منحنی استاندارد mg GAE g-1 DW محاسبه گردید (Wojdylo *et al.*, 2007). جهت اندازه‌گیری فلاونوئید یک گرم از بافت گیاهی در هاون کوبیده، سپس ۹ سی‌سی متانول اسیدی به آن افزوده و ۱۵ دقیقه در ٦۰۰۰ دور سانتریفیوژ قرار داده شد. ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره در فالکن ریخته، ۱۰۰ میکرولیتر $AlCl_2$ 10% و ۱۰۰ میکرولیتر محلول استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید، سپس میزان جذب نوری آن‌ها در طول موج ٤۱۵ نانومتر خوانده و فلاونوئید کل با استفاده از منحنی $mg\ g^{-1}$ DW محاسبه شد (Chang *et al.*, 2002). برای اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان نیز یک گرم از بافت کوبیده گیاه در فالکن ریخته شد، ۹ سی‌سی متانول اسیدی اضافه و ٢٤ ساعت در دمای اتاق در تاریکی قرار داده شد، بعد از ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ ٦۰۰۰ دور، ۹/۸٦ میلی‌گرم DPPH را در ۲۵۰ سی‌سی متانول حل کرده، از عصاره سانتریفیوژشده، ۵۰ میکرولیتر برداشته، با ۱۹۵۰ میکرولیتر DPPH مخلوط گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شد، در پایان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Krzyminska *et al.*, 2020).

ایده همبستگی کانونی، به وجود آوردن مجموعه‌ای از متغیرهای جدید از طریق دو گروه داده اصلی است که دارای ترکیب خطی و با هم‌بستگی خیلی بالا ظاهر می‌شوند. اگر دو مجموعه داده اصلی در گزارش با عنوان‌های Y و Z تعیین گردند، متغیرهای جدید ماتریس با عنوان‌های U و V ظاهر می‌شوند که همبستگی بالایی با همان شاخص دارند. به عبارتی هدف از هم‌بستگی کانونی دستیابی به یک ترکیب خطی از متغیرهای مستقل با حداکثر هم‌بستگی با یک ترکیب خطی از متغیرهای وابسته است. برای ارزیابی هم‌بستگی کانونی بین دو متغیر از روش کروز و کارنیرو (۲۰۰٤) که در زیر شرح داده می‌شود استفاده شد:

$$a_1x_1+a_2x_2+\ldots+a_mx_m=ax=X=V_1$$
$$b_1y_1+b_2y_2+\ldots+b_py_p=bx=Y=U_1$$

نحوه انتخاب معادلات به‌صورتی است که به‌ترتیب هم‌بستگی ین U_1 و V_1 ماکزیمم باشد و پس‌ازآن هم‌بستگی بین U_2 و V_2 و بقیه جفت‌ها به‌ترتیب کمتر می‌شود؛ هریک از جفت متغیرهای کانونی (U_1 و v_1) و (U_2 و v_2) و... بُعد مستقلی از رابطه بین دو مجموعه متغیر x و y را نشان می‌دهند (Liu *et al.*, 2009).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

آنالیز آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SAS version 9.1 صورت گرفت. تعیین تعداد متغیرهای کانونی و انتخاب همبستگی کانونی مناسب بر مبنای مقادیر همبستگی کانونیک تصحیح‌شده و آزمون‌های Wilks' Lambda، Pillai's Trace، Hotelling-Lawley Trace و Roy's Greatest Root انجام شد.

نتایج

بررسی توابع همبستگی کانونی در جدول ۱ نشان داد که بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی در بلندی های مختلف و در دو واریته لاله زنجان همبستگی کانونی معنی‌دار شد. نتایج آزمون‌های توابع کانونی نشان داد که همبستگی کانونی با معنی‌دار شدن آزمون‌های Wilks' Lambda، Pillai's Trace و Roy's Greatest Root تأیید شد درحالیکه معنی‌دار نشدن آزمون Hotelling-Lawley Trace همبستگی کانونی را تأیید نکرد. بیشترین مقدار ویژه مربوط به آزمون Roy's Greatest Root با مقدار ۲۲٤ است. ارزیابی مقدار لامبدای ویکنز نشان می‌دهد که با احتمال ۹۹ درصد بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی همبستگی کانونی وجود دارد.

جدول ۱- آزمون‌های معنی‌داری همبستگی کانونی برای ویژگی‌های فیتوشیمیایی و ریخت‌شناسی گل‌های لاله قرمز و زرد در زنجان.

Table 1. Significant tests of canonical correlations for phytochmeical and morphological trait *Tulipa montana* var. montana and *Tulipa montana* var. chrysantha in Zanjan.

آزمون Tests	مقادیر ویژه Special values	F	درجه آزادی Freedom degree	سطح معنی‌داری P value
Wilks' Lambda	0.00002	5.89^{**}	25	0.0046
Pillai's Trace	3.586	3.04^{**}	25	0.0021
Hotelling-Lawley Trace	238.38	3.81^{ns}	25	0.2285
Roy's Greatest Root	224.22	269.07^{**}	5	<0.0001

نتایج تجزیه ضرایب همبستگی کانونی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی نشان داد که سه متغیر کانونی اول معنی‌دار شد (جدول ۲). سه متغیر کانونی به ترتیب از اول تا سوم دارای ضرایب ۲۲٤، ٦/۳ و ۵/۵٦ می‌باشند که بیشترین ضریب مربوط به متغیر کانونی اول است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۲، ضرایب کانونی باید مورد توجه قرار گیرد و بر مبنای قانون همبستگی کانونی، توابع کانونی با ضریب ۱۰ درصد و کمتر حذف می‌شوند و قابل تبیین نیستند (Sherry and Henson, 2005). پس با بررسی ضرایب مجذور همبستگی، سه تابع اول تا سوم به ترتیب با مجذور همبستگی ۰/۹۹، ۰/۸٦ و ۰/۸٤ قابل تبیین و مجذور ضریب همبستگی تابع چهارم با ۰/۰۸ غیرقابل تبیین است. همچنین نتایج جدول ۲ نشان داد که تابع کانونی اول ۹٤ درصد، تابع کانونی دوم و سوم به ترتیب ۲/٦٤ و ۲/۳۳ درصد از همبستگی کانونی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی را برازش می‌کند. مجموع برازش سه تابع کانونی اول ۹۹ درصد است که درصد قابل قبولی است.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که سه متغیر کانونی ویژگی‌های فیتوشیمیایی در مجموع ۸٦ درصد از همبستگی کانونی بین خود را برازش می‌کند که متغیر کانونی اول با بیشترین درصد (٤۵/٦۵) ویژگی‌های فیتوشیمیایی را برازش می‌کند. تابع کانونی دوم و سوم به ترتیب ٦/۳۱ و ۳٤/۱۱ درصد از همبستگی کانونی را مورد برازش قرار می‌دهند. با توجه به این نکته در همبستگی

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

کانونی ویژگی‌های فیتوشیمیایی، متغیر کانونی اول نسبت به متغیرهای کانونی دوم و سوم بهتر می‌تواند ویژگی‌های فیتوشیمیایی را تبیین کند. همچنین میزان مجذور همبستگی در ویژگی‌های فیتوشیمیایی برای تابع اول تا سوم به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۸٦ و ۰/۸٤ می‌باشد. در تابع کانونی اول ویژگی‌های فیتوشیمیایی، بیشترین ضرایب همبستگی مربوط به ویژگی فنول سوخ (۰/۹۲-) و آنتی‌اکسیدان گلبرگ (۰/۸٦) است. ویژگی‌های فنول گل، فلاونوئید گلبرگ و فلاونوئید سوخ به ترتیب دارای ضریب همبستگی ۰/۵۲-، ۰/٦٦ و ۰/٦ می‌باشند. شایان ذکر است ضریب همبستگی مثبت در همبستگی کانونی نشان از رابطه مستقیم بین آن ویژگی و تابع کانونی موردنظر می‌باشد، یعنی هرچه مقدار آن ویژگی افزایش و به عدد یک نزدیک باشد، بهتر می‌تواند آن تابع کانونی را تبیین کند، درحالی‌که ضریب همبستگی منفی نشان دهنده تأثیر عوامل دیگر بر روی تابع کانونی موردنظر است و هرچه عدد به منفی یک نزدیکتر باشد، یعنی آن ویژگی ، تابع کانونی موردنظر را برازش نمی‌کند.

جدول ۲- همبستگی کانونی و سطح احتمال معنی‌دار بودن ویژگی‌های فیتوشیمیایی و ریخت‌شناسی گل‌های لاله قرمز و زرد در زنجان.

Table 2. Canonical correlation and significant probability level of phytochmeical and morphological trait *Tulipa montana* var. montana and *Tulipa montana* var. chrysantha in Zanjan.

متغیر کانونی Canonical variable	همبستگی کانونی Canonical correlation	مربع همبستگی کانونی Square of canonical correlation	مقادیر ویژه Special values	درصد percentage	درصد تجمعی Accumulative percentage	سطح احتمال P value
1	0.99	0.99	224.2	94.06	94.06	0.004
2	0.92	0.86	6.3	2.64	96.7	0.05
3	0.92	0.84	5.56	2.33	99.03	0.05
4	0.81	0.08	2.02	0.86	99.89	0.11
5	0.45	0	0.26	0.11	100	0.25

جدول ۳- همبستگی کانونی ویژگی‌های فیتوشیمیایی با سه متغیر کانونی معنی‌دار ویژگی‌های فیتوشیمیایی.

Table 3. Canonical correlation of phytochemical trait with three phytochemical significant canonical variables.

ویژگی‌های فیتوشیمیایی Phytochemical trait	کانونی اول First canon	کانونی دوم Second canon	کانونی سوم Third canon
فنول گلبرگ Phenol of petal	-0.51	0.28	0.28
فنول سوخ Phenol of bulb	-0.92	0.12	0.12
فلاونوئید گلبرگ Flavonoid of petal	0.66	0.23	0.23
فلاونوئید سوخ Flavonoid of bulb	0.60	0.44	0.44
آنتی‌اکسیدان گلبرگ Antioxidant of petal	0.86	-0.14	-0.14
درصد Percentage	45.65	06.31	34.11
	45.65	51.96	86.07

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

درصد تجمعی Accumulative percentage			
مجذور همبستگی Squares of correlation	99.56	86.30	84.76

بررسی توابع همبستگی کانونی در جدول ٤ نشان می‌دهد که سه متغیر کانونی اول ویژگی‌های ریخت‌شناسی ۹۱ درصد از همبستگی کانونی بین متغیرها را تبیین کرد؛ که این میزان از همبستگی نسبت به ویژگی‌های فیتوشیمیایی بیشتر است. بالاترین درصد برازش ویژگی‌های ریخت‌شناسی مربوط به تابع کانونی اول با ۷٦ درصد است که نشان می‌دهد تابع کانونی اول روابط همبستگی کانونی در ویژگی‌های مورفوفیزیولوژی را بهتر برازش می‌کند. درصورتی که تابع کانونی دوم و سوم با ۱ و ۱۲ درصد میزان کمی از روابط همبستگی کانونی را تبیین کرد در متغیر کانونی اول بیشترین ضریب همبستگی مربوط به وزن تر گیاه (r=-۰/۹٤) و کمترین ضریب مربوط به قطر سوخ (r=۰/۷) می‌باشد.

جدول ٤- همبستگی کانونی ویژگی‌های ریخت‌شناسی با سه متغیر کانونی معنی‌دار ویژگی‌های ریخت‌شناسی.

Table 3. Canonical correlation of morphological trait with three morphological significant canonical variables.

	ویژگی‌های مورفوفیزیولوژی Morphological trait		
	کانونی اول First canon	کانونی دوم Second canon	کانونی سوم Third canon
طول گلبرگ Petal length	0.81	-0.01	-0.41
قطر سوخ Bulb diameter	0.70	0.34	-0.25
ارتفاع گیاه Plant length	0.78	0.24	-0.56
وزن تر گیاه Fresh weight of plant	0.94	-0.07	-0.22
طول سوخ The length of bulb	0.86	0.01	-0.37
درصد Percentage	76.98	01.55	12.89
درصد تجمعی Accumulative percentage	76.98	78.53	91.42
مجذور همبستگی Squares of correlation	99.56	86.30	84.76

معادلات متغیرهای کانونی استاندارد شده برای ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی نشان داد که معادله اول مهم‌ترین معادله برای ارزیابی ویژگی‌های مختلف است و پس از آن می‌توان معادله دوم و سوم را ارزیابی کرد. نتایج بررسی $Morph_1$

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

در جدول ۵ نشان داد که $Morph_1$ بیان‌کننده معادله است که برای مقایسه X_1 (طول گلبرگ) با سایر متغیرهای Y به کار می‌رود. بر این اساس معادله $Morph_1$ معادله‌ای است که با کاهش طول گلبرگ، میزان فنول سوخ و فلاونویید گلبرگ با ضریبی کم می‌شود؛ که در بین این ویژگی‌های بیشترین ضریب کاهش مربوط به میزان فنول سوخ با ۱/۹۸- است. همچنین با کاهش طول گلبرگ، ویژگی‌های میزان فنول گلبرگ، فلاونوئید سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ افزایش می‌یابد؛ که بیشترین ضریب و افزایش مربوط به فلاونوئید سوخ است.

نتایج بررسی $Morph_2$ در جدول ۵ نشان داد که $Morph_2$ به‌عنوان تابع کانونی دوم بیانگر معادله‌ای است که کاهش قطر سوخ، موجب کاهش فنول سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ می‌شود. همچنین این معادله نشان داد که با کاهش قطر سوخ میزان فنول و فلاونوئید گلبرگ و فلاونوئید سوخ زیاد می‌شود. نتایج بررسی معادله سوم $Morph_3$ نشان داد که با کاهش ارتفاع گیاه، میزان فنول گلبرگ و سوخ، فلاونوئید سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ با ضریب بسیار بالا کاهش می‌یابد، ولی میزان فنول فلاونوئید گلبرگ به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد.

جدول ۵- معادلات متغیرهای کانونی استانداردشده.

Table 5- Equations of standard canonical variables.

معادله Equation	فرمول Formula
$Morph_1$	$-2.99X_1+1.12X_2-0.05X_3+2.03X_4+0.28X_5$
$Phyto_1$	$+0.5Y_1-1.98Y_2-0.24Y_3+0.78Y_4+0.94Y_5$
$Morph_2$	$-7.81X_1+8.05X_2-2.24X_3-3.68X_4+6.82X_5$
$Phyto_2$	$+0.73Y_1-1.55Y_2+5.1Y_3+2.4Y_4-3.18Y_5$
$Morph_3$	$-7.47X_1+5.29X_2-5.1X_3+0.87X_4+3.87X_5$
$Phyto_3$	$+1.23Y_1+1.23Y_2-2.5Y_3+0.74Y_4+2.98Y_5$

بحث

با بررسی آزمون‌های معنی‌داری همبستگی کانونی و معنی‌داری لامبدای ویلکنز، با توجه به اینکه میزان اثر مدل کامل در ماتریس r با ۱-λ نشان داده می‌شود، لامبدای ویلکنز مقدار واریانسی را نشان می‌دهد که قابل برازش با مدل نیست (کلانتری، ۱۳۹۵). با توجه به این نکته، میزان اثر این تابع کانونی ۱=۰/۰۰۰۰۲-۱ است. مقدار اثر ۱ نشان‌دهنده آن است که مدل به‌صورت کامل قادر به برازش اثر واریانس مشترک بین دو گروه ویژگی می‌باشد. درواقع مدل لامبدای ویلکنز بیان‌کننده یک منبع مشترکی از واریانس بین ویژگی‌های فیتوشیمیایی و ریخت‌شناسی است که یک کانون همبستگی بین این دو گروه ویژگی‌های را تبیین می‌کند. نتایج بررسی میزان تبیین واریانس توسط توابع کانونی با مجذور همبستگی نشان داد که از چهار تابع کانونی فقط سه تابع قابلیت برازش داشتند و باتوجه به بررسی این توابع در ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی گل لاله می‌توان نتیجه گرفت که از بین سه تابع مورد بررسی بر اساس درصد و سهم برازش در این همبستگی تنها تابع کانونی اول با درصد بالای ۹۶ درصد می‌تواند همبستگی کانونی بین ویژگی‌ها را به‌خوبی برازش کند. یکی از دلایل این امر که تابع کانونی اول دارای درصد برازش بالاست می‌توان به فاصله ویژگی‌ها در بین دو گل لاله وحشی Tulipa *montana* var. *montana* (قرمز) و *T. montana* var. *chrysantha* (زرد) اشاره کرد که درواقع در حالت جمع‌بندی همبستگی کانونی بین دو

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

واریته فاصله میانگین و انحراف معیار زیاد می‌شود و تعداد توابعی که می‌توانند همبستگی کانونی را برازش کنند، کاهش می‌یابد (Bidarnamani *et al.*, 2020). نتایج این مطالعه با نتایج سایر گزارش‌ها بر روی همبستگی کانونی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فنولوژی گل ارکیده که همه آزمون‌های همبستگی معنی‌دار بود، مطابقت نداشت (Bidarnamani *et al.*, 2020). سایر پژوهشگران با توجه به اهمیت لامبدای ویلکنز فقط معنی‌داری این آزمون را مورد بررسی قرار دادند (Mousavizadeh *et al.*, 2018; Mohammadi Alaghoz *et al.*, 2021). با توجه به اینکه در ویژگی‌های فیتوشیمیایی تابع کانونی اول بیشترین برازش را با مدل همبستگی داشت و در متغیر کانونی اول فنول سوخ ضریب همبستگی منفی با تابع کانونی اول داشت و سایر ضرایب همبستگی مثبتی با این تابع داشتند. می‌توان این‌گونه بیان کرد که با افزایش تابع کانونی اول بیشترین فاصله کانونی با تابع کانونی اول مربوط به ویژگی فنول سوخ است و کمترین فاصله کانونی مربوط به ویژگی آنتی‌اکسیدان گلبرگ است. پس ویژگی آنتی‌اکسیدان گلبرگ کانون ویژگی‌های فیتوشیمیایی در بین این دو گل لاله در بلندی های مختلف زنجان است. بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی نشان داد که تابع کانونی اول مانند ویژگی‌های فیتوشیمیایی دارای بیشترین برازش با مدل همبستگی است. نتایج این بررسی با نتایج سایر پژوهشگران که سه تابع کانونی را قابل تفسیر دانستند، مطابقت دارد (Mousavizadeh *et al.*, 2018; Bidarnamani *et al.*, 2020)؛ و با نتایج محققی دیگر که فقط دو تابع کانونی را قابل تفسیر دانستند، مطابقت نداشت (Mohammadi Alaghoz *et al.*, 2021). هر چه تعداد توابع کانونی برای دو ویژگی قابل بررسی، بیشتر باشد می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که عوامل متعدد دیگری مانند شرایط محیطی و ژنتیکی هم در بررسی فاکتورها موثر هستند. همچنین در بررسی هایی که تعداد توابع کانونی بیشتری معنی‌دار می‌شوند سهم نسبی تابع کانونی اول با سایر توابع دیگر بسیار اختلاف دارد که در واقع بر همین اساس می‌توان ادعا نمود که در توابع بعدی، همبستگی این ویژگی‌های کم می شود.

آزمون معنی‌داری همبستگی کانونی نشان می‌دهد که دو تابع اول بر اساس سطح احتمال یک درصد برای ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی معنی‌دار است که با نتیجه همبستگی کانونی مبنی بر معنی‌داری این دو تابع مطابقت دارد. توابع کانونی اول تا سوم ویژگی‌های ریخت‌شناسی ۹۱ درصد واریانس کل متغیرهای ریخت‌شناسی را تبیین کرد، درحالی‌که توابع کانونی ویژگی‌های فیتوشیمیایی ۸۶ درصد از واریانس ویژگی‌های فیتوشیمیایی را برازش می‌کند، بنابراین ویژگی‌های ریخت‌شناسی بهتر از ویژگی‌های فیتوشیمیایی می‌تواند با کانون همبستگی‌ها ارتباط معنی‌داری داشته باشد. محتوای فنول و ترکیبات گیاه به فاکتورهای ژنتیکی و محیطی وابسته می‌باشد و علل بسیاری مانند آب، هوا، خاک، ارتفاع، نوع گونه، روش‌های استخراج و روش اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان‌ها در میزان متابولیت‌های ثانویه گیاهی مانند فنول، فلاونوئید کل و خواص ضد اکسیدانی آن دخالت دارند (Cao and Prior, 1998).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان بیان کرد که بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی همبستگی کانونی با توابع کانونی زیادی برقرار است که نشان‌دهنده تأثیر عوامل دیگری در ایجاد همبستگی بین این ویژگی‌های این دو واریته می‌باشد. ویژگی‌های ریخت‌شناسی دارای درصد برازش بالا و توابع کانونی قوی‌تر در بیان همبستگی بین ویژگی‌های هستند. در بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی وزن تر گیاه و در بین ویژگی‌های فیتوشیمیایی آنتی‌اکسیدان گلبرگ بیشترین برازش را در همبستگی

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

کانونی با سایر ویژگی‌های داشتند پس در کارهای اصلاحی بیشتر باید موردتوجه قرار گیرند. تحلیل معادلات همبستگی کانونی نشان می‌دهد که با کاهش طول گلبرگ، میزان فنول سوخ و فلاونویید گلبرگ با ضریبی کم می‌شود همچنین با کاهش طول گلبرگ، ویژگی‌های میزان فنول گلبرگ، فلاونوئید سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ افزایش می‌یابد. همبستگی کانونی اطلاعات بسیار خوبی از کانون‌های بین دو دسته ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی می‌دهد که برای بررسی دلایل تغییرات فیتوشیمیایی نسبت افزایش یا کاهش یک ویژگی ریخت‌شناسی نیازمند مطالعات گسترده‌تری در حوزه عوامل ژنتیک و شرایط محیطی است. در واقع با استفاده از اطلاعات این مقالات می‌توان بر اساس معادله اول این‌گونه بیان کرد که با کاهش طول گلبرگ، میزان فنول سوخ و فلاونوئید گلبرگ کاهش می یابد، اما ویژگی‌های میزان فنول گلبرگ، فلاونوئید سوخ و آنتی‌اکسیدان گلبرگ افزایش می‌یابد. پیشنهاد می‌شود در یک مطالعه نقش عوامل خاکی و ژنتیکی را روی ویژگی‌های این دو واریته و سایر ارقام در دسترس برای ارتباط بین عوامل ژنتیکی و ریخت‌شناسی بررسی گردد.

منابع

Akbarian, A., Rahimmalek, M., Sabzalian, M.R., Saeidi, G.H. (2017). Assessment of Phytochemical, Morphological and Antioxidant Variation of Bilehar (*Dorema aucheri*) Population cultivated in different environmental conditions. *Journal of Medicinal Plants*, *16*(2), 1-17.

Alavi-Siney, S., Saba, J. (2016). Studying the association between physiological and agronomical characteristics of different wheat genotypes in dryland condition using canonical correlation analysis. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *7*(1), 13-23.

Bagheri, H., Saki, S. 2017. Requirements and Guidelines for the Preservation of Genetic Resources of Ornamental Plants in Iran. *Flower and Ornamental Plants*, *1*(2), 24-33.

Bidarnamani, F., Mortazavi, S.N., Rahimi, M. (2020). Canonical correlation analysis for determination of relationship between morphological and physiological pollinated characteristics in five varieties of *phalaenopsis*. *Journal of ornamental plants*, *10*(4), 205-213.

Bidarnamani, F., Mortazavi, S.N., Rahimi, M. (2020). Study of correlation and cluster analysis of seed germination characteristics in 5 cultivars of Phalaenopsis orchid in Chen medium. *Flower and Ornamental Plants*, *4*(2), 101-114.

Cao, G., Prior, R.L. (1998). Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum. *Clinical Chemistry*, *44*(6), 1309-1315.

Cankaya, S., Balkaya, A., Karaagac, O. (2010). Canonical correlation analysis for the determination of relationships between plant characters and yield components in red pepper [*Capsicum annuum* L. var. conoides (Mill.) Irish] genotypes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *8*(1), 67–73.

Cargnin, A. (2019). Canonical correlations among grapevine agronomic and processing characteristics. *Acta Scientiarum*. *41*(2), 31-46.

Carvalho, I.R, Souza, V.Q., Nardino, M., Follmann, D.N., Schmidt, D., Baretta, D. (2015). Canonical correlations between morphological traits and yield components in dual-purpose wheat. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, *50*(8), 690–697.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

Chang, C., Yang, M., Wen, H., Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analaysis*, *10*, 178-182.

Dunetman, G.H. (1984). Introduction to Multivariate Analysis.Sage Publication, Beverly Hills, USA. 237p.

Hajyan, V., Roein, Z., Arminian, L. 2020. Evaluation of morphological diversity of some populations of anemone (Anemone spp. L.) in Iran. *Flower and Ornamental Plants*, *5*(2), 81-98.

Hotelling, H. (1936). Relations between two sets of varieties. *Biometrika*, *28*(3/4), 321–377.

Khaleghi, A., Khadivi, A. and Zonneveld, B.J.M. 2018. Morphological variations among and within species of wild tulip (*Tulipa* L.) from Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 10.1007/s10722-018-0688-4.

Khanafshar, S.H., Sheidai, M., Zahed, B. 2004. Phenetic study of flower diversity in *Tulipa Montana Lindil. (Liliaceae)* populations in Iran. *Environmental Science*, *1*(2); 17-25.

Kiani, M., Memariani, F., Zarghami, H. 2012. Molecular analysis of species of *Tulipa* L. from Iran based on ISSR markers. *Plant Systematic and Evolution*. *298*, 1515-1522.

Krzyminska, A., Gasecka, M., Magdziak, Z. (2020). Content of phenolic Compounds and organic acids in the flowers of selected *Tulipa gesneriana* Cultivars. *Molecules*, *25*(1), 1-15.

Liu, J., Drane, W., Liu, X., Wu, T. (2009). Examination of the relationships between environmental exposures to violate organic compounds and biochemical liver tests: application of canonical analysis. *Environment of Resources*, *109*, 193-199.

Mathew, B. (1987). Smaller bulbs The Royal Horticultural Society, London.

Matin, F. (1998). Iranian Tulips. Publication of Agricultural Research, Education and Development Tehran, Iran.

Mohammadi, Alaghoz, R., Darvishzadeh, R., Alijanpour, A., Razi, M. (2021). Assessment of relationship between morphological variability in sumac population and environmental variants by canonical correlation analysis, *Journal of Forest Research and Development*, *6*(4), 627-643.

Mousavizadeh, S., Hassandokht, M.R. Kashi, A. (2018). Analysis of nutrients content of Iranian *Asparagus* species and its relationship with environmental conditions by canonical correlation. *Plant Production Technology*, *18*(2), 1-13.

Regazzi, A.J, Carneiro, P.C.S. (2004). Biometric Models Applied to Genetic Improvement. volume 2. 3rd Edition. UFV Pub. 668 p.

Saba, J., Tavana, S., Qorbanin, Z., Shadan, E., Shekari, F., Jabbari, F. (2018). Canonical correlation analysis to determine the best traits for indirect improvement of wheat grain yield under terminal drought stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *20*(5), 1037–1048.

Salar, A., Jamzadeh, Z., Tavasoli, A. (2010). Anatomy study on Iranian tulip bulbs (*Tulipa* spp). *Taxonomy and Biosystematic Journal*, *1*, 45-56.

Shao, Q.S., Guo, Q.S., Deng, Y. M., Guo, H.P. 2010. A comparative analysis of genetic diversity in medicinal *Chrysanthemum morifolium* based on morphology, ISSR and SRAP markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, *38*, 1160-1169.

Uurtio, V., Monteiro, J.M., Kandola, J., Shawe-Taylor, J., Fernandez-Reyes, D., Rousu, J. (2018). A tutorial on

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

canonical correlation methods. *ACM Computing Surveys*. *50*(6), 1-33. https://doi.org/10.1145/3136624

Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, *Food Chemistry*, *105*, 940–949.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]

Flower and Ornamental Plants (2022), 7(1): 1-12
Research article
DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1

Investigation of canonical correlation's functions of morphological and phytochemical traits in two varieties of wild tulips in altitudes of Zanjan

Majid Soltani Paji[1], Seyed Najmmaddin Mortazavi[1*], Fatemeh Bidarnamani[2]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan
2. Agriculture Institute, Research Institute of Zabol, Zabol

Mortazavi@znu.ac.ir

Received: 2021/11/02, Revised: 2022/02/05, Accepted: 2022/02/06

Abstract

Tulipa is one of the most important bulbous plants in the world which is highly distributed in many parts of our country. This research was conducted to explain the correlation of canonical functions between morphological and phytochemical traits of two species of wild tulips: *Tulipa montana* var. montana (with red flower) and *T. montana* var. chrysantha (with yellow flower) collected from the altitudes of Qeydar city of Zanjan province. Measured phytochemical traits were phenol, flavonoids and antioxidants of flowers and bulbs and chlorophyll a in both varieties of tulip, morphological traits such as petal length, bulb diameter, fresh weight of plants, plant height and the height of rhizome. Data analysis was performed to determine the correlation relationship and Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotelling-Lawley Trace and Roy's Greatest Root tests were used to define the relationships between variables. The results of this study showed that three functions were only fitted between four canonical functions and the highest special value was 224 and it belonged to Roy's Greatest Root. Three first canonical variables of morphological traits fit 91% of the canonical correlation between variables which this rate of correlation is higher than phytochemical traits. The highest percentage of fitness (0.76%) in morphological traits was belonged to the first canonical function; which shows the first canonical function fit the canonical correlation relationships in morphological traits better than others. Also, comparison of two types of traits in red and yellow tulips showed that morphological traits can establish a significant relationship with the canonical correlation better than phytochemical traits. Analysis of canonical correlation equations displayed that the amount of phenol in bulb and petal flavonoid decreased with a coefficient by reduction in petal length. Also, the amount of phenol in petal, flavonoid in bulb and antioxidant in petal enhanced by reduction of petal length. Phenol in tulip bulbs and antioxidant amount of petal showed a direct correlation with tulip bulb diameter. Also, reduction in tulip height reduced the amount of petal and bulb's phenol, bulb flavonoid and petal's antioxidants, while the content of petal flavonoids increased significantly. Based on the result of this study, researcher will select the best plant according to their ultimate goal of producing or collecting wild tulips, considering the relationship between morphological and phytochemical traits.

Keywords: Bulb, canonical equations, canonical variable, petal, phenol.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.1.6]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.1]