گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۱)، ۸(۱): ۱۲۱-۱۴۰
مقاله پژوهشی

# مقایسه مواد رنگ‌زا و محلول‌های نگهدارنده بر عمر گلجایی مریم (*Polianthes tuberosa* L.)

**نیلوفر روزبهانه، علی تهرانی فر*، عطیه اورعی**

گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
tehranifar@um.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۵

## چکیده

استفاده از مواد رنگ‌زای مختلف در تغییر رنگ گل‌های بریدنی یکی از فنون نوین برای افزایش گوناگونی در بازار خرید و فروش گل‌ها است. برای بررسی اثر غلظت‌های مختلف رنگ‌های خوراکی و صنعتی بر عمر گلجایی و ویژگی‌های فیزیولوژیک مریم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل مواد رنگ‌زا (شاهد (بدون رنگ)، برلیانت بلو ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کارموزین قرمز ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کوئینولین زرد ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید اورنج ۷ ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم شامل محلول نگهدارنده (آب مقطر و محلول نگهدارنده شامل اسید سیتریک ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر+ هیدروکسی کوئینولین سولفات ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر+ سوکروز ۵٪) بود. نتایج آزمایش نشان داد رنگ کوئینولین زرد + محلول پالسینگ بیشترین عمر گلجایی (۸ روز)، مواد جامد محلول گلبرگ (۶/۲٪)، بالاترین پایداری غشای یاخته‌ی و کمترین نشت الکترولیت گلبرگ (۲۳/۰۵٪) و جمعیت باکتریایی محلول گلجایی (۴/۲۹ $\log_{10}$ CFU/ml) را نشان داد. میزان وزن تر نسبی تا روز دوم روندی افزایشی سپس در تمامی تیمارها روندی کاهشی نشان داد. در بررسی صفت درصد باز شدن گلچه، تیمار اسید اورنج ۷ + آب مقطر بسیار ضعیف عمل کرد (۶/۸۷٪) و کمترین ماندگاری (۴ روز) و میزان مواد جامد محلول (۲/۵۲٪) را نسبت به تیمارهای دیگر نشان داد. تیمار شاهد + آب مقطر کمترین وزن تر نسبی، بیشترین نشت الکترولیت گلبرگ (۴۱/۴٪) و بالاترین تجمع باکتریایی محلول گلجایی (۵/۸۶ $\log_{10}$ CFU/ml) را به خود اختصاص داد. به نظر می‌رسد کاربرد رنگ‌های خوراکی (برلیانت بلو، کارموزین قرمز، کوئینولین زرد) به همراه استفاده از محلول نگهدارنده به‌طور موقت افزون بر ایجاد گوناگونی، با بهبود شاخص وزن تر نسبی نسبت به گل‌های رنگ نشده و رنگ‌های صنعتی (اسید اورنج ۷)، سبب افزایش ماندگاری گل مریم شده است.

**واژه‌های کلیدی**: جمعیت میکروبی، رنگ گل، عمر پس از برداشت، گل بریدنی.

### مقدمه

گل مریم با نام علمی *Polianthes tuberosa* L. و نام انگلیسی Tuberose یک گیاه چند ساله است (De Hertogh & Le Nard, 1993). کل سطح زیر کشت گل و گیاهان زینتی در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ایران به ترتیب ۶۵۸۶/۴ و ۶۹۷۹/۳۶ هکتار و میزان تولید گل نیز ۲۵۰۶۱۰۹۴۶۰ و ۲۵۶۱۹۷۵۱۴۰ تعداد شاخه گل بوده است. در استان خراسان رضوی مساحت

سطح زیر کشت گلخانه‌ای برای تولید گل بریدنی ۸۱/۲۱ هکتار در سال ۱۳۹۶ گزارش شده است و میزان تولید گل ۱۶۱۰۶۲۵۰ شاخه گل بوده است (Ahmadi *et al*., 2018). متأسفانه ایران با داشتن ۲-۱/۵ درصد سطح زیرکشت جهانی کمتر از ۰/۱٪ صادرات جهانی گل را دارا می‌باشد (Shafiei & Azadi, 2020).

در گل مریم، عمر پس از برداشت و باز شدن گلچه‌ها بسیار دارای اهمیت است و ترکیبات شیمیایی که بتوانند فرایند پیری را به تعویق بیندازند و به باز شدن گلچه‌ها کمک کنند، همواره از لحاظ اقتصادی مورد توجه بوده‌اند (Alipour *et al*., 2012). حفظ شادابی و طراوت گل‌های بریدنی نیازمند شناخت و کنترل عواملی است که گیاه را به سمت نابودی سوق می‌دهد. یکی از این عوامل وجود میکروارگانیزم‌ها در محلول گلجایی است. به همین جهت برای کاستن از جمعیت میکروبی محلول‌های نگهدارنده و افزایش عمر پس از برداشت گل‌های بریدنی از مواد شیمیایی متفاوت استفاده می‌کنند (Fang *et al*., 2021). برای حفظ بالاترین کیفیت گل‌های بریده و ایجاد مقاومت در آن‌ها نسبت به تغییرات محیطی، تیمار با محافظ‌های گل توصیه می‌شود. محلول‌های محافظ گل می‌توانند در طی فروش از تولیدکننده تا مصرف کننده ( شامل عمده فروشی‌ها، خرده فروشی ها و مصرف کنندگان خانگی) استفاده شوند. این محلول‌ها با افزایش عمر گل، افزایش درشتی گل و حفظ رنگ برگ‌ها و گلبرگ‌ها می‌توانند صفات کیفی گل را تحت تاثیر قرار دهند (Verma & Singh, 2021). گزینش محلول محافظ مناسب ممکن است وابسته به تحقیقات علمی انجام شده در کشور، تجربیات عملی، ملاحظات شرکت تولید کننده و سهولت دسترسی به آن در بازارهای محلی باشد. اخیراً راه‌های متنوعی به منظور کاهش ضایعات گل‌های شاخه‌بریده از نظر کمی و کیفی شناخته شده است، که فروبری موقت در محلول‌های محافظ گل یکی از اساسی‌ترین این روش‌هاست. فروبری موقت بدین طریق صورت می‌گیرد که قسمت انتهایی ساقه گل برای چند ساعت تا دو روز در محلول حاوی قند و میکروب‌کش قرار داده می‌شود. غلظت قند مصرف شده در فروبری موقت بسیار بیشتر از مقدار مورد استفاده برای تیمارهای پیوسته است. این گونه از محلول‌دهی به ویژه برای گل‌های آماده نگهداری طولانی در انبار یا منتقل کردن در فواصل طولانی مفید می‌باشد (Muraleedhran *et al*., 2022).

به وجود آوردن رنگ‌های نوین در گل‌های شاخه بریده یکی از عملیات‌های جدید و نوظهور در جهت افزایش تنوع در بازار خرید و فروش گل‌های شاخه بریده است. در سال‌های گذشته به‌نژادگران با بهره‌گیری از روش‌های تازه، گامی در جهت ایجاد رنگ‌های متنوع در گل‌های زینتی برداشته‌اند. این امر روی گل‌هایی همچون رز، اطلسی، سیکلامن، بنفشه و استئوسپرموم (مینای آفریقایی) مورد آزمایش قرار گرفته است (Lin & Harnly, 2010). از آن‌جایی که این روش، روندی طولانی مدت و زمان‌بر را می‌طلبد و همچنین پرهزینه است، بنابراین ابداع یک روش راحت‌تر و ارزان‌تر ضروری تلقی می‌شود. به‌کارگیری دانش فنی و یافته‌های علمی معتبر در این زمینه همچون رنگ‌پذیری گل به منظور ارتقای ارزش اقتصادی گل یکی از گام‌های مهم جهت بالابردن فروش فراورده‌های گیاهان زینتی است. استفاده از رنگ‌دهنده‌های گوناگون صنعتی و خوراکی برای ایجاد تنوع در رنگ‌های گل‌های شاخه بریده یک روش رایج در بازار گل‌های شاخه بریده است ( Sowmeya *et al*., 2017). در عصر حاضر، تولیدکنندگان به قصد افزایش سود در صنعت تجارت گل‌ها و به وجود آوردن فام‌های دلخواه، از رنگ‌زاها بهره می‌برند. در مراجع علمی متفاوت، توصیف‌های مختلفی برای معرفی افزودنی‌ها عنوان شده است اما آن‌چیزی که واضح است رنگیزه‌های افزودنی، مشخصه‌های ظاهری یا عطر و مزه غذاها را بهبود می‌بخشند. البته باید دانست که افزودنی‌ها

در دوام و کیفیت محصولات کشاورزی نقش موثری ایفا می‌کنند. با وجود اینکه هر فراورده‌ای که در صنعت کشاورزی پدید می‌آید، به طور طبیعی شدت رنگ ویژه خود را دارد اما شرایط متفاوت زمان کشت و عدم مراقبت‌های پس از برداشت روی رنگ ظاهری آن‌ها تاثیر می‌گذارد؛ در نهایت پرورش دهنده در برخی مواقع با به کارگیری رنگ تلاش می‌کند عیب ایجاد شده را بپوشاند (Patil & Dhaduk, 2008). از نظر اداره غذا و داروی آمریکا، هر ماده، رنگدانه و یا ترکیبی که پس از افزودن به غذا، دارو یا مواد آرایشی و بهداشتی و یا اعمال به اندام انسان، قادر باشد به تنهایی و یا در اثر واکنش با مواد دیگر، ایجاد رنگ کند، به عنوان رنگینه خوراکی قلمداد می‌شود (Bahraini *et al*., 2021).

با توجه به اینکه در زمینه‌ی رنگ و رنگ‌پذیری گل بریده‌ی مریم پژوهش‌های کمی صورت گرفته است، این پژوهش با هدف بررسی رنگ‌آمیزی گل‌های بریدنی مریم با رنگ‌های خوراکی و صنعتی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر و نیز بررسی اثر فروبری موقت (پالسینگ) گل‌های رنگ شده در محلول نگهدارنده بر ویژگی‌های کیفی و عمر گلجایی گل‌ها انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش در تیرماه سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. گل‌های مریم[۱] با گل‌آذین و ساقه گل یکنواخت، در ساعات اولیه صبح در مرحله دو گلچه باز از گلخانه‌ی عترت واقع در شهرستان دزفول شهرک شهید منتظری تهیه، و با حفظ شرایط پس از برداشت در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه دانشگاه فردوسی منتقل شدند. دمای محیط آزمایشگاه ۱±۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵-۷۰ درصد بود. عامل اول شامل ۵ سطح رنگی (شاهد (بدون رنگ)، برلیانت بلو[۲] ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کارموزین قرمز[۳] ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کوئینولین زرد[۴] ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید اورنج ۷[۵] ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و عامل دوم شامل محلول‌های نگهدارنده (آب مقطر (شاهد)، محلول نگهدارنده پالسینگ) بود. رنگ‌پذیری گل‌ها با رنگ‌های مختلف در شکل ۱ نمایش داده شده است. محلول نگهدارنده ترکیبی از سوکروز ۵٪ + اسید سیتریک ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر + ۸-هیدروکسی کوئینولین سولفات[۶] ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شد. در این آزمایش تعداد واحدهای آزمایشی ۳۰ ظرف و در هر واحد آزمایشی دو شاخه گل (در جمع ۶۰ شاخه گل) قرار داده شد. از رنگ‌های خوراکی (برلیانت بلو، کارموزین قرمز، کوئینولین زرد) و رنگ صنعتی (اسید اورنج ۷) در غلظت‌های معین به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول‌های رنگی جهت رنگ‌آمیزی گل‌ها تهیه شد. محلول نگهدارنده پالسینگ، ترکیبی از سوکروز ۵٪ + اسید سیتریک ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر + ۸-هیدروکسی کوئینولین سولفات ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بود.

برای تهیه محلول نگهدارنده، مقدار معین از هر ماده (سوکروز، اسید سیتریک، ۸-هیدروکسی کوئینولین سولفات) توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین و با آب مقطر به حجم ۳۰۰ میلی لیتر رسانده شد. ۸-هیدروکسی کوئینولین سولفات توسط مقداری استون در آب حل شد. بعد از انتقال گل‌ها به آزمایشگاه، عمل باز برش و کوتاه کردن ساقه آن‌ها تا ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر در زیر آب مقطر صورت گرفت. گل‌های بریدنی مریم پس از گذشت یک ساعت و نیم از محلول‌های رنگی خارج و بی‌درنگ به محلول‌های گلجایی (آب مقطر (شاهد) و محلول پالسینگ) به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. اثرات رنگ و محلول‌های نگهدارنده بر میزان اسیدیته در پایان رنگ‌آمیزی و محلول‌دهی اندازه‌گیری شد.

---

۱- *Polianthes tuberosa* ۲- Brilliant blue ۳- red Carmoisine ۴- Quinoline yellow ۵- Acid orange 7

۶- 8-Hydroxyquinoline sulfate

**جدول ۱- اثرهای رنگ و محلول نگهدارنده بر صفت اسیدیته محلول در پایان رنگ‌آمیزی و پایان محلول‌دهی.**

**Table 1-The effects of color and preservative solution on the acidity of the solution at the end of coloring and at the end of adding the solution.**

| مراحل اندازه‌گیری<br>Measurement steps | تیمار<br>Treatment | pH محلول<br>Solution pH |
|---|---|---|
| پایان رنگ‌آمیزی | قرمز<br>Carmosine Red | 6.47 |
| | آبی<br>Brilliant Blue | 6.20 |
| | زرد<br>Quinoline Yellow | 5.77 |
| | نارنجی<br>Acid Orange 7 | 6.30 |
| | شاهد<br>Control | 7.40 |
| پایان محلول‌دهی<br>End of adding the solution | شاهد×آب مقطر<br>Control×Distilled water | 6.43 |
| | شاهد×محلول پالسینگ<br>Control×Pulsing solution | 3.39 |
| | کارموزین قرمز×آب مقطر<br>Carmosine Red×Distilled water | 5.32 |
| | کارموزین قرمز×محلول پالسینگ<br>Carmosine Red×Pulsing solution | 2.63 |
| | برلیانت بلو ×آب مقطر<br>Brilliant Blue×Distilled water | 4.83 |
| | برلیانت بلو ×محلول پالسینگ<br>Brilliant blue×Pulsing solution | 3.38 |
| | کوئینولین زرد ×آب مقطر<br>Quinoline Yellow×Distilled water | 5.87 |
| | کوئینولین زرد ×محلول پالسینگ<br>Quinoline Yellow×Pulsing solution | 3.79 |
| | اسید اورنج ۷ ×آب مقطر<br>Acid Orange 7×Distilled water | 5.64 |
| | اسید اورنج ۷ ×محلول پالسینگ<br>Acid Orange 7×Pulsing solution | 3.57 |

**شکل ۱- رنگ‌آمیزی گل‌های مریم با رنگ‌های کارموزین قرمز (A)، برلیانت بلو (B)، کوئینولین زرد (C) و اسید اورنج ۷ (D).**

**Figure 1- Coloring of tuberose flowers by Carmosine red (A), Brilliant blue (B), Quinoline yellow (C) and Acid orange 7 (D).**

سپس صفات عمر گلجایی، وزن تر نسبی، درصد باز شدن گلچه، نشت الکترولیت گلبرگ، مواد جامد محلول گلبرگ و میزان رشد جمعیت باکتریایی محلول گلجایی مورد بررسی قرار گرفت.

عمر گلجایی به صورت روزانه مورد ارزیابی قرار گرفت و پژمردگی، تغییر رنگ گلبرگ، خم شدن سنبله و کاهش شادابی و کیفیت گل‌های بریدنی مریم به عنوان علائم پایان عمر گلجایی در نظر گرفته شد. درصد باز شدن گلچه برحسب درصد ارزیابی شد، بدین صورت که تعداد گلچه‌های باز شده شمارش شدند و با استفاده از رابطه (۱) درصد باز شدن گلچه در سنبله به‌دست آمد:

رابطه (۱) ۱۰۰× (تعداد کل گلچه‌ها در یک سنبله/تعداد گلچه‌های شکفته)=درصد باز شدن گلچه‌ها

وزن تر گل‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ و به صورت یک روز در میان (روزهای صفر، دوم، چهارم، ششم و هشتم) بر حسب درصد وزن تر اولیه، از روز آغاز آزمایش تا پایان عمر گلجایی اندازه‌گیری شد و درصد وزن تر نسبی گل‌ها با استفاده از رابطه (۲) بدست آمد (Liu *et al.*, 2010).

رابطه (۲) $$RFW\ (\%\ of\ the\ initial\ fresh\ weight) = \{(Wt/Wt{=}0)\} \times 100$$

$W_t$: وزن شاخه گل در روزهای ۱، ۳، ۵ و...، $W_{t=0}$: وزن همان شاخه گل در روز صفر

در طی فرایند آزمایش، صفت نشت الکترولیت گلبرگ دو بار (روزهای اول و سوم) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین میزان پایداری غشاء یاخته‌های گلبرگ، حدود نیم گرم نمونه گیاهی از جوان‌ترین گلبرگ‌ها از یک شاخه گل در هر واحد آزمایشی تهیه و به قطعات تقریبا هم شکل و هم اندازه خرد و به همراه ۵۰ میلی لیتر آب مقطر درون ویال‌های شیشه‌ای نگهداری شدند. ویال‌ها به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند و پس از این مدت نشت اولیه آن‌ها ($EC_1$) با استفاده از دستگاه ای‌سی متر اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس، ویال‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه و فشار ۱ بار اتوکلاو شدند و بعد از خنک شدن محتویات داخل ظروف، نشت ثانویه ($EC_2$) قرائت شد. در نهایت میزان نشت الکترولیت با استفاده از رابطه (۳) به صورت درصد بدست آمد (Jiang & Huang, 2001):

رابطه (۳) $$EC\% = (EC_1/EC_2) \times 100$$

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول گلبرگ در روز سوم، از هر واحد آزمایشی میزان نیم گرم نمونه گلبرگ توزین و تا خارج شدن کامل عصاره گیاهی در هاون چینی کوبیده شد. سپس یک قطره از عصاره برداشته، توسط دستگاه رفرکتومتر دستی قرائت و بر حسب درصد بیان شد (Lacey *et al.*, 2001).

به منظور کشت جمعیت میکروبی محلول گلجایی، ابتدا محلول سالین ۰/۸۵٪ و محیط کشت پلیت کانت آگار[۱] تهیه و توسط اتوکلاو استریل شد. سپس ده میلی لیتر از محلول گلجایی هر واحد آزمایشی برداشته و با استفاده از محلول سالین، تا رقت $10^{-4}$ و $10^{-3}$ رقیق شدند. هر رقت دو تکرار داشت. یک میلی لیتر از محلول رقیق شده به همراه محیط کشت آگار در هر پلیت ریخته شد و ظروف کشت در جهت و خلاف جهت عقربه‌های ساعت به منظور اختلاط و پخش شدن کامل نمونه تهیه شده،

۱- Plate Count Agar

چرخانده شدند. در نهایت پلیت‌ها به مدت ۷۲ ساعت درون انکوباتور با دمای ۳۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از خروج از انکوباتور، اقدام به شمارش تعداد کلونی‌های میکروبی گردید. پلیت‌های حاوی ۳۰ تا ۳۰۰ کلنی انتخاب شدند و با استفاده از رابطه (٤) (Roberts & Greenwood, 2003) تعداد کلونی‌های باکتریایی محلول گلجایی بر حسب $Log_{10}$ CFU/ml بدست آمد:

$$N=C/v\ (n_1+0.1n_2)\ d$$ رابطه (٤)

C: مجموع کلونی‌های شمارش شده در دو تکرار در هر دو رقت، v : حجم اضافه شده از نمونه به هر پتری دیش، $n_1$: تعداد پتری دیش‌های شمارش شده در اولین رقت، $n_2$: تعداد پتری دیش‌های شمارش شده در دومین رقت، d: اولین رقت

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با دو تیمار (رنگ و محلول) در سه تکرار (هر تکرار شامل دو مشاهده) انجام شد. پس از بررسی و اندازه‌گیری صفات، داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS JMP 13.2 آنالیز شدند. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح $P <$ ۰/ ۰۵ مقایسه شدند و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم شدند.

## نتایج و بحث

### عمر گلجایی

با توجه به جدول آنالیز واریانس، برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده در سطح احتمال پنج درصد برای صفت عمر گلجایی معنی‌دار شد. در بررسی برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده، بیشترین عمر گلجایی مربوط به گل‌های تیمار کارموزین قرمز (آب مقطر ۷/۸۸ روز و محلول پالسینگ ۸ روز) و گل‌های تیمار کوئینولین زرد (آب مقطر ۷/۸۸ روز و محلول پالسینگ ۸ روز) بود. تیمارهای شاهد + محلول پالسینگ (٦ روز) و شاهد + آب مقطر (٤/٦٦ روز) تفاوت معنی‌داری نشان دادند و استفاده از محلول پالسینگ ۲۸/۵٦٪ عمر گل را نسبت به آب مقطر افزایش داد. کمترین عمر گلجایی در گل‌های تیمار اسید اورنج ۷ (آب مقطر و محلول پالسینگ هر دو ٤ روز) مشاهده شد (جدول ۲). به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت استفاده از محلول پالسینگ نسبت به آب مقطر عمر گلجایی را افزایش داد. با توجه به جدول ۱، محلول‌های پالسینگ که حاوی اسیدسیتریک و هیدروکسی کوئینولین سولفات بودند سبب کاهش اسیدیته گردیدند و میزان جذب محلول را افزایش دادند. در حین ثبت تغییرات در فرآیند انجام آزمایش، مشاهده شد که در روز مرگ گل‌هایی که با رنگ اسید اورنج ۷ تیمار شده بودند، در قسمت گلگاه گلچه‌ها سوختگی اتفاق افتاده بود و نیز ساقه گل شدیدا به زردی گراییده بود و در مناطقی از ساقه لکه‌های سوختگی و بافت مردگی (نکروز[1]) دیده می‌شد. انتهای سنبله نیز خمیده شده بود که این علائم در هیچ کدام از تیمارهای دیگر مشاهده نشد (شکل ۲). همچنین در پایان عمر گلجایی گل‌های تیمار کارموزین قرمز، گلچه‌ها ریزش داشتند و ریزش گلچه‌ها در گل‌هایی که در آب مقطر قرار گرفتند نسبت به گل‌های تیمار شده با محلول پالسینگ به مراتب بیشتر بود و نیز در روز مرگ گل‌های تیمار شده با رنگ برلیانت بلو اندکی سوختگی در انتهای گلبرگ گلچه‌های بسته رخ داده بود. در پایان روز

۱- Necrosis

هشتم بیشترین گلچه‌های سالم در گل‌های زرد رنگ (در مقایسه با گل‌های قرمز رنگ) مشاهد شد. گل‌های شاهد تیمار شده با محلول پالسینگ با اینکه بسیار زودتر از گل‌های تیمار شده با کوئینولین زرد و کارموزین قرمز از بین رفتند (در روز ششم) اما در این روز ساقه و برگ‌های تردتر و سبزتری نسبت به رنگ‌های کوئینولین زرد و کارموزین قرمز داشتند. براساس نتایج بدست آمده، استفاده از رنگ صنعتی می‌تواند عمر گلجایی و کیفیت گل را به شدت کاهش دهد و سوختگی‌های وسیعی در گل و ساقه ایجاد کند، در نتیجه استفاده از این دسته رنگ‌ها برای رنگ‌آمیزی گل‌های بریدنی، توصیه نمی‌شود. گلبرگ‌های گل‌های داوودی و میخک پس از رنگ‌آمیزی با رنگ صنعتی اسید اورنج ۷ نیز دچار سوختگی شده بودند ( Behnam Nia 2018). از آنجایی که رنگ کوئینولین زرد برخلاف رنگ برلیانت بلو هیچگونه سوختگی در گل‌ها ایجاد نکرد، برای داشتن ظاهری بهتر و عمر گلجایی بیشتر (که دو عامل مهم در بازارپسندی گل‌های بریدنی هستند)، در صورت رنگ‌آمیزی گل مریم، رنگ کوئینولین زرد نسبت به رنگ برلیانت بلو ارجحیت دارد. این نتایج با مشاهدات Safeena و همکاران (۲۰۱۶) در گل مریم رقم کم پر مکزیکی و پرپر مروارید همخوانی داشت. استفاده از محلول‌های نگهدارنده به صورت پالسینگ برای گل‌های رنگ شده مریم، عمر گلجایی را در مقایسه با گل‌های رنگی‌ای که برای آن‌ها از هیچ محلول محافظ گلی استفاده نشده بود افزایش داد و بیشترین عمر گلجایی در رنگ‌های زرد لیمویی و قرمز نارنجی مشاهده شد ( Kumar Baidya 2020 ,&Chakrabarty). از طرفی، Viradia و همکاران (2015) گزارش کردند که برهمکنش استفاده از رنگ‌های خوراکی زرد و قرمز و محلول نگهدارنده، در عمر گلجایی گل‌های تیمار شده با این دو رنگ تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. ممکن است یکی از دلایل این پدیده استفاده از محلول‌های نگهدارنده متفاوت باشد.

**جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش رنگ و محلول بر عمر گلجایی و درصد باز شدن گل‌های مریم.**

**Table 2- Comparison of the average interaction effect of color and solution on the vase life and flower opening percentage of tuberose flowers.**

| درصد باز شدن گل در پایان عمر گلجایی<br>Flower opening percentage at the end of vase life | عمر گلجایی (روز)<br>Vase life (day) | تیمار<br>Treatment |
|---|---|---|
| 18.63$^{cde}$ | 4.66$^{d}$ | شاهد×آب مقطر<br>Control×Distilled water |
| 19.26$^{b}$ | 6.00$^{c}$ | شاهد×محلول پالسینگ<br>Control×Pulsing solution |
| 24.34$^{b}$ | 7.88$^{a}$ | کارموزین قرمز×آب مقطر<br>Carmoisine Red×Distilled water |
| 20.93$^{a}$ | 8.00$^{a}$ | کارموزین قرمز×محلول پالسینگ<br>Carmoisine Red×Pulsing solution |
| 23.74$^{b}$ | 6.00$^{c}$ | برلیانت بلو ×آب مقطر<br>Brilliant Blue×Distilled water |
| 27.56$^{ab}$ | 6.89$^{b}$ | برلیانت بلو ×محلول پالسینگ |

| | | |
|---|---|---|
| | | Brilliant blue×Pulsing solution |
| 18.66[a] | 7.88[a] | کوئینولین زرد ×آب مقطر |
| | | Quinoline Yellow×Distilled water |
| 25.53[a] | 8.00[a] | کوئینولین زرد ×محلول پالسینگ |
| | | Quinoline Yellow×Pulsing solution |
| 6.87[f] | 4.00[e] | اسید اورنج ۷ ×آب مقطر |
| | | Acid Orange 7×Distilled water |
| 18.11[de] | 4.00[e] | اسید اورنج ۷ ×محلول پالسینگ |
| | | Acid Orange 7×Pulsing solution |

در هرستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر اساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند

In each ccolumn, means with the same letters are not significantly different at 5% level based on Tukey's test.

**شکل ۲- سوختگی گلگاه و لکه‌های نکروز در پایان عمر گلجایی گل‌های تیمار شده با اسید اورنج ۷ و برلیانت بلو.**

**Figure 2. Burning of the flower bud, and necrotic spots at the end of the vase life of flowers treated with Acid orange 7 and Brilliant blue.**

### درصد باز شدن گلچه

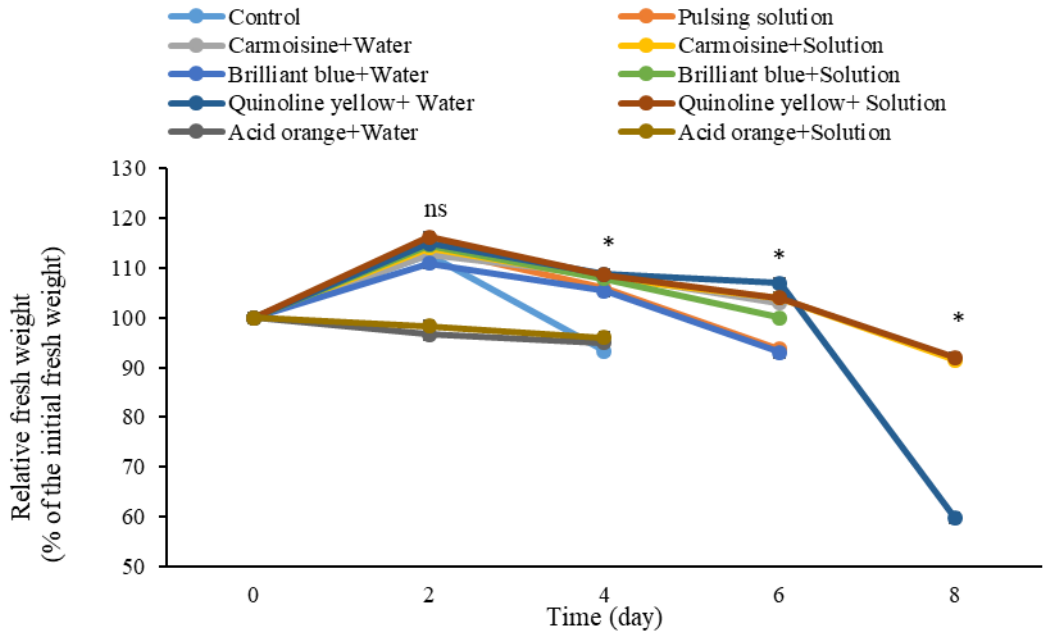
بر اساس جدول آنالیز واریانس، برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده برای صفت درصد باز شدن گلچه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت. بیشترین درصد باز شدن گلچه در تیمارهای کارموزین + محلول پالسینگ (۲۰/۹)، کوئینولین + آب مقطر (۱۸/۷)، و کوئینولین + محلول پالسینگ (۲۵/۵) به ثبت رسید. کمترین درصد بازشدگی گلچه در تیمار اسیداورنج ۷ + آب مقطر (٦/۸۷) مشاهده شد. محلول پالسینگ در گیاهان شاهد نیز ۳/۷٦٪ سبب باز شدن گلچه نسبت به آب مقطر شد. بین درصد باز شدن گلچه در رنگ برلیانت بلو + محلول پالسینگ و آب مقطر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). میزان کربوهیدرات کافی در دسترس گیاه، می‌تواند روی شکوفایی غنچه‌های گل تاثیر مثبت بگذارد (Tehranifar & Rashidi, 2019). مطابق با تجزیه و تحلیل جدول آنالیز واریانس برای صفت درصد باز شدن گلچه، نتایج پژوهش حاضر با مشاهدات پژوهشگران دیگر مقایسه شد. استفاده از محلول سوکروز + هیدروکسی کوئینولین سولفات و سوکروز + اسید سیتریک برای رنگ کوئینولین زرد تفاوت معنی‌داری برای صفت درصد باز شدن گلچه گل مریم نسبت به تیمار آب مقطر (در دو ساعت

غوطه وری) ایجاد نکرد (Kumar Baidya &Chakrabarty, 2020). همچنین از لحاظ آماری بین استفاده از رنگ‌های زرد و قرمز برای درصد گلچه‌های باز شده تفاوت معنی‌داری به ثبت نرسید (Prasanth *et al*., 2020). استفاده از رنگ خوراکی زرد لیمویی و قرمز و صورتی رزی، تفاوت معنی‌داری در تعداد گلچه‌های شکفته در گل مریم رقم پراجوال نشان نداد ( Kumari & Deb, 2018) که با آنچه در این آزمایش بدست آوردیم همخوانی داشت. استفاده از محلول نگهدارنده سوکروز همراه با یک ماده میکروب‌کش (در گل رز) در مقایسه با کاربرد آب مقطر، باعث افزایش درصد شکفتگی گل شد (Gheisari, 2011). بنابراین احتمال داده می‌شود که مصرف محلول نگهدارنده در آزمایش اخیر و تاثیر مثبت آن علاوه بر نوع گل و رنگ به کار رفته، بستگی به روز اندازه‌گیری دارد.

**وزن تر نسبی**

در بررسی روند تاثیر رنگ و محلول‌های نگهدارنده، نتایج نشان داد که تمامی تیمارها به جز تیمار اسید اورنج ۷ با گذشت زمان بر وزن تر نسبی گل‌ها افزودند اما با گذشت زمان تا روز چهارم تمامی تیمارها روندی نزولی داشتند و بیشترین میزان کاهش در تیمار شاهد + آب مقطر به ثبت رسید. در روز ششم بیشترین میزان وزن تر نسبی در تیمار کوئینولین زرد در آب مقطر و محلول گلجایی مشاهده شد و تا پایان روز هشتم روندی نزولی به ثبت رسانید (شکل ۳). بر طبق جدول آنالیز واریانس، برهمکنش اثر رنگ و محلول نگهدارنده برای صفت وزن تر نسبی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. در روز دوم که اولین روز محاسبه وزن تر نسبی بود، برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده معنی‌دار نشدند ولی اثرات ساده رنگ و محلول نگهدارنده به تنهایی، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را از لحاظ آماری نشان دادند. در این روز بین رنگ‌های کوئینولین زرد (۱۱۵/۷٪ وزن اولیه)، کارموزین قرمز (۱۱۳/٤٪ وزن اولیه) و برلیانت بلو (۱۱۲/۷٪ وزن اولیه) تفاوت معنی‌داری ایجاد نشد، اما این سه رنگ با گل‌های شاهد (۱۰۷٪ وزن اولیه) تفاوت معنی‌داری نشان دادند. کمترین میزان وزن تر نسبی در گل‌های اسید اورنج ۷ (۹۷/۵٪ وزن اولیه) مشاهد شد که به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای دیگر بود. همچنین در این روز استفاده از محلول پالسینگ (۱۱۰/٤٪ وزن اولیه) به طور معنی‌داری بهتر از تیمار آب مقطر (۱۰۸/۱٪ وزن اولیه) عمل کرد (جدول ۳). در روز چهارم، در بررسی برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده، بیشترین میزان وزن تر نسبی در تیمار کوئینولین زرد + آب مقطر (۱۰۸/۸٪ وزن اولیه) مشاهده شد. پس از این تیمار، تیمارهای کارموزین قرمز + آب مقطر (۱۰۸/۷٪ وزن اولیه) و کوئینولین زرد + محلول پالسینگ ۱۰۸/٦٪ وزن اولیه)، بهتر از بقیه تیمارها عمل کردند. تیمارهای کارموزین قرمز + محلول پالسینگ (۱۰۸/۱٪ وزن اولیه)، برلیانت بلو + محلول پالسینگ (۱۰۷/۸٪ وزن اولیه)، شاهد + محلول پالسینگ (۱۰۵/۹٪ وزن اولیه) و برلیانت بلو + آب مقطر (۱۰۵/٤٪ وزن اولیه) نیز از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. در مقایسه دو تیمار شاهد + محلول پالسینگ (۱۰۵/۸٪ وزن اولیه) و کوئینولین زرد + محلول پالسینگ، مشخص شد که استفاده از رنگ کوئینولین زرد به طور معنی‌داری به میزان ۲/۷۳٪ وزن تر را افزایش داد. کمترین میزان وزن تر نسبی در روز چهارم در تیمار شاهد + آب مقطر (۹۳/۳٪ وزن اولیه) مشاهده شد. استفاده از محلول پالسینگ در گل‌های شاهد، ۱۳/٤٤٪ وزن اولیه را افزایش داد. در روز ششم به دلیل پایان یافتن عمر گلجایی تیمارهای اسید اورنج ۷ (آب مقطر و محلول پالسینگ) و شاهد + آب مقطر، مقدار آن‌ها در محاسبه میزان وزن تر نسبی صفر در نظر گرفته شد. بیشترین میزان وزن تر در تیمار کوئینولین زرد + آب مقطر (۱۰٦/۷٪ وزن اولیه) و کارموزین قرمز + محلول پالسینگ (۱۰٤/۲٪ وزن اولیه) مشاهده

شد. تیمارهای کوئینولین زرد + محلول پالسینگ (۱۰٤٪ وزن اولیه)، کارموزین قرمز + آب مقطر (۱۰۳/٦٪ وزن اولیه) و برلیانت بلو + محلول پالسینگ (۱۰۰٪ وزن اولیه) نیز تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. مقایسه دو تیمار شاهد + محلول پالسینگ (۹۳/٦٦۷٪ وزن اولیه) و کارموزین قرمز + محلول پالسینگ نشان داد که وزن تر نسبی به طور معنی‌داری در تیمار شاهد + محلول پالسینگ، ۱۰/۰۵٪ کاهش داشته است. کمترین میزان وزن تر در روز ششم در تیمار برلیانت بلو + آب مقطر (۹۳/۰۰٪ وزن اولیه) مشاهده شد. در روز هشتم که فقط سه تیمار کوئینولین زرد + محلول پالسینگ، کوئینولین زرد + آب مقطر و کارموزین قرمز + محلول پالسینگ باقی ماندند، بیشترین وزن تر در تیمار کوئینولین زرد + محلول پالسینگ ( ۹۲/۱٪ وزن اولیه) مشاهده شد (جدول ٤). به‌طور کلی در طول مدت انجام آزمایش، بیشترین وزن تر نسبی بر حسب درصد وزن تر اولیه، در تیمار کارموزین قرمز + آب مقطر مشاهده شد و کمترین میزان وزن تر در تیمارهای اسید اورنج ۷ + محلول پالسینگ و اسید اورنج ۷ + آب مقطر مشاهده شد. در انبارداری گل‌های بریدنی، با افزایش زمان انبارمانی وزن تر نسبی کاهش می‌یابد. کاهش وزن تر گل‌ها با مسدود شدن دسته‌جات آوندی و آب از دست‌دهی رابطه مستقیمی دارد (Reid & Jiang, 2012). طی آزمایشی که Viradia و همکاران (2015) روی تاثیر رنگ‌های خوراکی و مواد نگهدارنده شیمیایی بر رنگ‌پذیری و کیفیت گل مریم رقم پرپر انجام دادند، مشاهده کردند بین رنگ‌های زرد زعفرانی و آبی کلاسیک تفاوت معنی‌داری برای صفت وزن تر نسبی ایجاد نشد. در مطالعه حاضر نتایج مشابهی بین تیمارهای رنگ برلیانت بلو (آب مقطر و محلول پالسینگ) و کوئینولین زرد (آب مقطر و محلول پالسینگ) در روز چهارم و بین تیمارهای برلیانت بلو + محلول پالسینگ و کوئینولین زرد + محلول پالسینگ در روز ششم حاصل شد. Bayleyegn و همکاران (2012) گزارش کردند که محلول نگهدارنده حاوی مواد میکروب‌کش نسبت به کاربرد آب مقطر، نتوانست تفاوت معنی‌داری در وزن تر نسبی ایجاد کند. این یافته آنان با مشاهدات حاصل از این پژوهش در رابطه با تیمار شاهد (آب مقطر و محلول پالسینگ) همخوانی داشت، چرا که به غیر از این تیمارها، در تمامی تیمارهای دیگر (گل‌های رنگ شده)، استفاده از آب مقطر نسبت به محلول پالسینگ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. هم‌چنین، به‌منظور بررسی اثر محلول‌های نگهدارنده مختلف به صورت موقت و پیوسته بر صفات کیفی گل بریدنی میخک، در تیمار ۲۱ ساعت محلول‌دهی (فروبری موقت) محلول‌های حاوی مواد میکروب‌کش (هیدروکسی کوئینولین) توانست به طور معنی‌داری وزن تر نسبی را نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) افزایش دهد (Zadeh Bagheri *et al*., 2010) که با نتایج این پژوهش درباره گل‌های رنگ نشده (شاهد) مطابقت داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از محلول نگهدارنده به تنهایی و توام با برخی از رنگ‌های خوراکی می‌تواند نتایج مطلوبی را از نظر افزایش وزن تر گل بریدنی مریم و در نتیجه افزایش عمر گلجایی سودمند عمل کند.




**شکل ۳- اثر تیمارهای رنگ‌زا و محلول‌های نگهدارنده بر وزن تر نسبی گل‌های مریم تا روز هشتم عمر گلجایی. بر اساس آزمون توکی، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ns غیرمعنی‌دار.**

**Figure 3- The effect of dye treatments and preservative solutions on the relative fresh weight of tuberose flowers till 8th day of vase life. Based on Tukey's test, *significant at 5% probability level, ns not significant.**

**جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده رنگ و محلول نگهدارنده بر وزن تر نسبی در روز دوم.**

**Table 3- Comparison of the average simple effect of color and preservative solution on the relative fresh weight on the second day.**

| روز دوم: درصد وزن اولیه<br>Second day :% of the initial fresh weight | تیمار<br>Treatment |
|---|---|
| | رنگ<br>Color |
| 106$^{b}$ | شاهد<br>Control |
| 113$^{a}$ | کارموزین قرمز<br>Carmosine Red |
| 113$^{a}$ | برلیانت بلو<br>Brilliant Blue |
| 116$^{a}$ | کوئینولین زرد<br>Quinoline Yellow |
| 97.5$^{c}$ | اسید اورنج ۷<br>Acid Orange 7 |
| | محلول گلجایی<br>Vase solution |
| 108$^{b}$ | آب مقطر<br>Distilled water |

| | |
|---|---|
| محلول پالسینگ<br>Pulsing solution | 110[a] |

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر اساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند

Means with the same letters are not significantly different at the 5% level based on Tukey's test.

**جدول ٤- مقایسه میانگین برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده بر وزن تر نسبی در روزهای چهارم، ششم و هشتم ( درصد وزن تر اولیه).**

**Table 4- Comparison of the average interaction effect of color and preservative solution on the relative fresh weight on the fourth, sixth and eighth days (% of the initial fresh weight).**

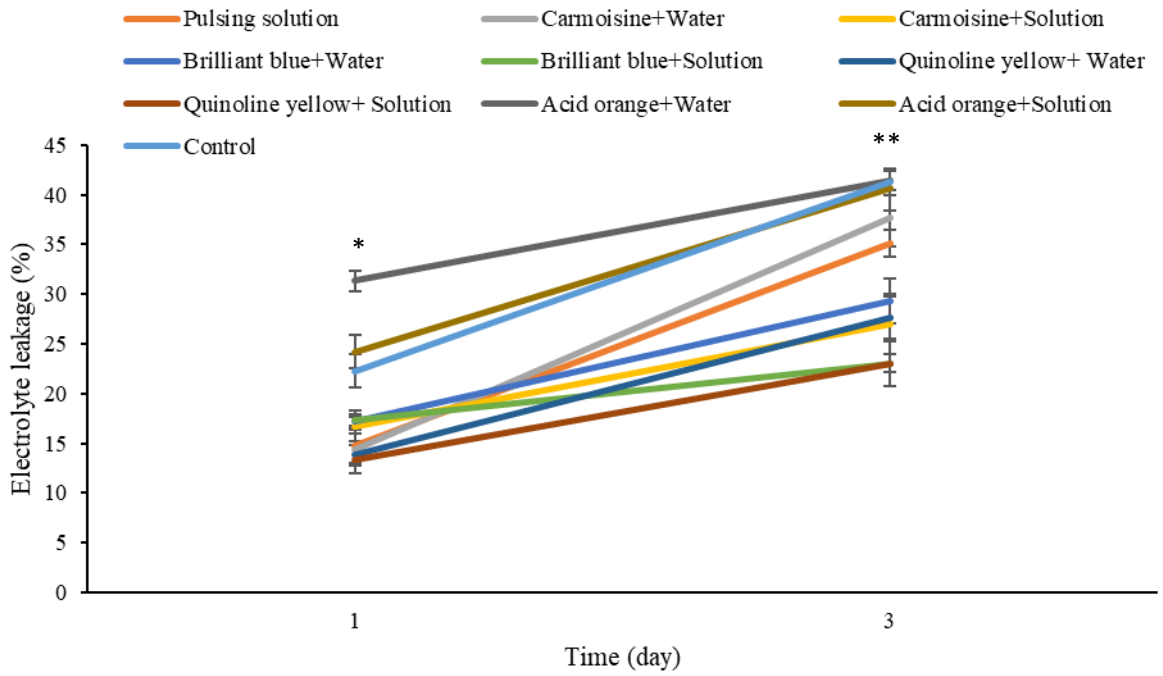
| تیمار<br>Treatment | روز چهارم<br>(درصد وزن اولیه)<br>Fourth day :% of the initial fresh weight | روز ششم<br>(درصد وزن اولیه)<br>Sixth day :% of the initial fresh weight | روز هشتم<br>(درصد وزن اولیه)<br>Eighth day :% of the initial fresh weight |
|---|---|---|---|
| رنگ×محلول<br>Color×Solution | | | |
| شاهد×آب مقطر<br>Control×Distilled water | 93.3[b] | - | - |
| شاهد×محلول پالسینگ<br>Control×Pulsing solution | 106[a] | 93.7[b] | - |
| کارموزین قرمز ×آب مقطر<br>Carmoisine Red×Distilled water | 109[a] | 103[a] | - |
| کارموزین قرمز ×محلول پالسینگ<br>Carmoisine Red×Pulsing solution | 108[a] | 104[a] | 91.4[a] |
| برلیانت بلو ×آب مقطر<br>Brilliant Blue×Distilled water | 105[a] | 93.0[b] | - |
| برلیانت بلو ×محلول پالسینگ<br>Brilliant Blue×Pulsing solution | 108[a] | 100[ab] | - |
| کوئینولین زرد ×آب مقطر<br>Quinoline Yellow×Distilled water | 109[a] | 107[a] | 59.7[a] |
| کوئینولین زرد ×محلول پالسینگ<br>Quinoline Yellow×Pulsing solution | 109[a] | 104[a] | 92.1[a] |
| اسید اورنج ۷ ×آب مقطر<br>Acid Orange 7×Distilled water | 95.0[b] | - | - |
| اسید اورنج ۷ ×محلول پالسینگ<br>Acid Orange 7×Pulsing solution | 96.0[b] | - | - |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر اساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at 5% level based on Tukey's test.

**نشت الکترولیت گلبرگ**

برهمکنش اثر رنگ، و محلول نگهدارنده برای صفت نشت الکترولیت گلبرگ از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در روز اول بیشترین میزان نشت الکترولیت در تیمار رنگ اسید اورنج ۷ + آب مقطر (۳۱/۳٪) به ثبت رسید. تیمار شاهد + محلول پالسینگ (۱٤/۷٪) به میزان ۵۱/٤۹٪ نشت یونی کمتری نسبت به تیمار شاهد + آب مقطر داشت اما از نظر آماری تفاوتی با یکدیگر نداشتند. کمترین میزان نشت یونی در تیمار کوئینولین زرد + محلول پالسینگ (۱۳/۳۸٪) مشاهده شد. به طور کلی در روز اول تفاوت معنی‌داری بین استفاده از محلول پالسینگ و آب مقطر در بین رنگ‌های مختلف مشاهده نشد. در روز سوم میزان نشت یونی در تمامی تیمارها به شدت افزایش یافت. بیشترین نشت الکترولیت در این روز در تیمار شاهد + آب مقطر (٤۱/٤۵٪) و اسید اورنج ۷ در محلول آب مقطر و پالسینگ مشاهده شد. هر چند در روز سوم تفاوت معنی‌داری بین شاهد و گل‌های رنگ شده در محلول نگهدارنده از نظر نشت الکترولیت مشاهده نشد اما کمترین میزان نشت در کوئینولین زرد به ثبت رسید (شکل ٤). افت در میزان محتوای نسبی آب گیاه، می‌تواند در کنشگری و واکنش‌های غشای یاخته‌ی اختلال ایجاد کند که به تبع آن، نشت یاخته‌ی تشدید می‌شود (Mirzaei *et al.*, 2017) و پایداری غشای یاخته‌ی کاهش می‌یابد. با توجه به این ادعا، در این پژوهش مشاهده شد که تیمار کوئینولین زرد + محلول پالسینگ بیشترین میزان محتوای نسبی آب را داشت (داده ها نمایش داده نشدند) و در نهایت کمترین میزان نشت الکترولیت را نشان داد. اما آنچه که به طور کلی در این آزمایش حاصل شد مشخص کرد استفاده از محلول نگهدارنده به کاربرده شده به صورت موقت در گل‌های رنگ شده و رنگ نشده گل مریم، به منظور جلوگیری از نشت الکترولیت یاخته‌های گلبرگ خیلی موثر نیست، که این پژوهش برخلاف نتایج Rabiza-Świder و همکاران(2020) بود. آنها گزارش کردند که در گل‌هایی که با محلول نگهدارنده حاوی سوکروز + میکروب‌کش تیمار شدند میزان نشت الکترولیت نسبت به تیمار آب مقطر کمتر بود. به نظر می‌رسد محلول نگهدارنده که سبب افزایش عمر گل گردیده است بر صفات دیگری در آزمایش حاضر تاثیر مثبت داشته است که منجر به افزایش ماندگاری گل‌های مریم شده است. از طرفی در تمامی تیمارها با گذشت زمان بر نشت الکترولیت گلبرگ‌ها افزوده شد بدین ترتیب که در تیمارهای اسید اورنج ۷ و شاهد که عمر کوتاهتری داشتند، این میزان نشت الکترولیت در گلبرگ‌ها نیز نسبت به دیگر تیمارها بیشتر بود.




**شکل ٤- اثر تیمارهای رنگزا و محلول‌های نگهدارنده بر نشت الکترولیت گل‌های مریم در روزهای یک و سه عمر گلجایی. بر اساس آزمون توکی، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.**

**Figure 4- The effect of dye treatments and preservative solutions on the electrolyte leakage of tuberose flowers at first and third days of vase life. Based on Tukey's test,* significant at the 5% probability level, ** significant at the 1% probability level.**

### مواد جامد محلول گلبرگ

برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده برای صفت مواد جامد محلول گلبرگ در سطح احتمال ۵٪ معنی‌داری بود. بیشترین میزان مواد جامد محلول گلبرگ در تیمارهای کوئینولین زرد + محلول پالسینگ (٦/۲٪) و کارموزین قرمز + محلول پالسینگ (۵٪/۹٦) مشاهده شد. در بررسی بین دو تیمار کوئینولین زرد + محلول پالسینگ و شاهد + محلول پالسینگ (۳/۵۳٪)، رنگ کوئینولین زرد به طور معنی‌داری ۷۵/٦۳٪ میزان مواد جامد محلول را افزایش داد. کمترین میزان مواد جامد محلول در تیمار اسید اورنج ۷ + آب مقطر (۲/۵۲٪) به ثبت رسید. در بررسی هر رنگ به طور مجزا، استفاده از محلول نگهدارنده و آب مقطر تنها در گل‌های قرمز رنگ تفاوت معنی‌داری را ایجاد نمود و در بقیه رنگ‌ها بین کاربرد آب مقطر و محلول نگهدارنده از نظر آماری تفاوتی وجود نداشت (جدول ۵). مشابه با نتایج دیگر آزمایش اخیر، استفاده از محلول نگهدارنده در برخی رنگ‌ها اثری مثبت داشت. نتایج این آزمایش در رابطه با رنگ کوئینولین زرد (آب مقطر و محلول پالسینگ) با داده‌های حاصل از آزمایش Mekonnen Bushen و Abebie (2014) مطابقت داشت، چراکه آنها نیز نتیجه گرفتند استفاده از ۸-هیدروکسی کوئینولین سولفات میزان مواد جامد محلول را در نمونه گیاهی افزایش می‌دهد. استفاده از ماده‌ای ضدمیکروب از خانواده هیدروکسی کوئینولین در محلول نگهدارنده، میزان مواد جامد محلول را در گل بریدنی ژربرا افزایش داد (Manzoor *et al.*, 2021). میزان مواد جامد محلول در گل‌های رز تیمار شده با محلول‌های رنگی در مقایسه با شاهد بیشتر بود و دلیل آن را وجود مقادیری کربوهیدرات در رنگ‌های مورد استفاده اعلام کردند (Baba Rabi *et al.*, 2016).

**جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده بر مواد جامد محلول گلبرگ و کلونی میکروبی محلول گلجایی.**

**Table 5- Comparison of the average interaction effects of color and preservative solution on the solids of petal solution and the microbial colony of vase solution.**

| جمعیت میکروبی محلول گلجایی ( $log_{10}$ (CFU/ml<br>Vase solution microbial colony | مواد جامد محلول گلبرگ (درصد)<br>Petal soluble solid | تیمار<br>Treatment |
|---|---|---|
| $5.86^{a}$ | $4.12^{abcd}$ | شاهد×آب مقطر<br>Control×Distilled water |
| $5.78^{b}$ | $3.53^{bcd}$ | شاهد×محلول پالسینگ<br>Control×Pulsing solution |
| $5.54^{d}$ | $3.33^{cd}$ | کارموزین قرمز×آب مقطر<br>Carmoisine Red×Distilled water |
| $5.46^{f}$ | $5.95^{ab}$ | کارموزین قرمز×محلول پالسینگ<br>Carmoisine Red×Pulsing solution |
| $5.45^{f}$ | $4.46^{abc}$ | برلیانت بلو ×آب مقطر<br>Brilliant Blue×Distilled water |
| $5.32^{g}$ | $4.13^{abcd}$ | برلیانت بلو ×محلول پالسینگ<br>Brilliant Blue×Pulsing solution |
| $5.25^{h}$ | $5.64^{abc}$ | کوئینولین زرد ×آب مقطر<br>Quinoline Yellow×Distilled water |
| $4.29^{i}$ | $6.20^{a}$ | کوئینولین زرد ×محلول پالسینگ<br>Quinoline Yellow×Pulsing solution |
| $5.57^{c}$ | $2.52^{d}$ | اسید اورنج ۷ ×آب مقطر<br>Acid orange 7×Distilled water |
| $5.50^{e}$ | $4.16^{abcd}$ | اسید اورنج ۷ ×محلول پالسینگ<br>Acid orange 7×Pulsing solution |

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر اساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at 5% level based on Tukey's test.

### تعداد کلونی میکروبی محلول گلجایی

برهمکنش رنگ و محلول نگهدارنده برای صفت جمعیت میکروبی محلول گلجایی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. بیشترین تعداد کلونی باکتریایی در تیمار شاهد + آب مقطر (۵/۸۶ $log_{10}$ CFU/ml) و سپس در تیمار شاهد + محلول پالسینگ (۵/۷۸ $log_{10}$ CFU/ml) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با هم نشان دادند. جمعیت میکروبی در تیمار کارموزین قرمز + آب مقطر (۵/۵٤ $log_{10}$ CFU/ml) به طور معنی‌داری رشد بیشتری از تیمار اسید اورنج ۷ + محلول پالسینگ (۵/۵۰ $log_{10}$ CFU/ml) داشت، اما بین دو تیمار کارموزین قرمز + محلول پالسینگ (۵/٤٦ $log_{10}$ CFU/ml) و برلیانت بلو + آب مقطر (۵/٤۵ $log_{10}$ CFU/ml) تفاوت معنی‌داری مشخص نشد. لازم به ذکر است استفاده از تیمار محلول پالسینگ در گل‌های تیمار شده با برلیانت بلو (۵/۳۲ $log_{10}$ CFU/ml)، رشد باکتریایی را نسبت به تیمار آب مقطر برای همین گل‌ها، به

طور معنی‌داری کاهش داد (۲۵/۲۷٪). همچنین بین دو تیمار کوئینولین زرد + آب مقطر (۵/۲۵ $\log_{10}$ CFU/ml) و کوئینولین زرد + محلول پالسینگ (۴/۲۹ $\log_{10}$ CFU/ml) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و کاربرد محلول پالسینگ برای گل‌های کوئینولین زرد نسبت به تیمار آب مقطر برای همین گل‌ها، ۸۸/۹٪ جمعیت باکتریایی را کاهش داد (جدول ۵). جمعیت باکتریایی محلول نگهدارنده، هنگامی‌که گیاهان رز با سوکروز ۵٪ + ۸-هیدروکسی کوئینولین سولفات ۲۰۰ میلی گرم در لیتر + اسید سیتریک ۳۰۰ میلی گرم در لیتر تیمار شدند، در مقایسه با آب مقطر به طور معنی‌داری کاهش یافت (Moghadam Hosseini, 2017). همچنین استفاده از اسید سیتریک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری می‌تواند میزان تجمع میکروبی محلول نگهدارنده را نسبت به تیمار آب مقطر کاهش دهد (Mehdikhah *et al.*, 2016). طی آزمایشی که روی رنگ‌آمیزی گل‌های بریدنی گلایل در زمان‌های مختلف غوطه‌وری در محلول رنگ با دو رنگ خوراکی پونسئو (قرمز) و برلیانت بلو (آبی درخشان) در غلظت سه گرم در لیتر انجام شد، محققین دریافتند که بعد از یک ساعت غوطه وری در محلول رنگی، گل‌های قرمز رنگ تیمار شده با آب مقطر نسبت به گل‌های شاهد تعداد کلونی میکروبی کمتری داشتند، و تیمار برلیانت بلو نیز نسبت به تیمار شاهد تعداد کلونی میکروبی کمتری را نشان داد (Abd El-kafie *et al*. 2016). این مشاهدات، با یافته‌های آزمایش اخیر مطابقت داشت.

## نتیجه‌گیری

رنگ کوئینولین زرد نسبت به دیگر رنگ‌ها و حتی نسبت به گل‌های رنگ نشده، صفات کیفی گل را بهبود بخشید و رنگ اسید اورنج ۷ با کاهش عمر گلجایی، درصد باز شدن گلچه و مواد جامد محلول گلبرگ، پیری گل مریم را تسریع کرد. درنتیجه استفاده از رنگ‌های صنعتی برای رنگ‌آمیزی مصنوعی گل‌های بریدنی توصیه نمی‌شود. محلول پالسینگ در مقایسه با آب مقطر در برخی رنگ‌ها تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد، البته توانست با تاثیر مثبت بر کاهش باکتری‌های محلول نگهدارنده عمر گلجایی را افزایش دهد. لذا می‌توان اینگونه برداشت کرد که استفاده از محلول نگهدارنده استفاده شده در این آزمایش با هدف افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی مفید بوده البته لازم است میزان اثربخشی محلول‌های نگهدارنده دیگر با ترکیبات و غلظت‌های متفاوت بر روی گل‌های بریدنی مریم مورد آزمون قرار گیرد. اما آنچه که مسلم است رنگ‌آمیزی گل مریم با رنگ‌های کوئینولین زرد و کارموزین قرمز نه تنها عمر گلجایی را کاهش نداد بلکه با بهبود بعضی از فاکتورها توانست میزان ماندگاری را نسبت به گل‌های شاهد تا چند روز افزایش دهد.

## منابع


Abd El-kafie, O. M., Kasem, M. M., Mohammed, O. H. (2016). Stimulating postharvest characteristics and artificial coloring of gladiolus (*Gladiolus hybrida* cv. White prosperity) cut spikes. *Journal of Plant Production*, *7*(6), 585-591.

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatemi, F., Hoseinpour, R. Abdshah, H. (2018). Agricultural statistics. Tehran, Ministry of Agriculture Jihad, Assistance of Planning and Economy, Information and Communications Technology Center, page 157.

Alipour, S., Nasibi, F., Farahmand, H. (2012). Investigating the effect of different concentrations of sodium nitroprusside (SNP) on the physiological traits and increasing the shelf life of cut flowers of Maryam (*Polianthes tuberosa* L). *Plant Biology*, *3*(9), 63-73.

Baba Rabi, M., Zarei, H., Khishe, Z. (2016). Investigating the shelf life of white rose cut flowers due to dyeing

the flower using natural and chemical dyes. *Karafan Journal, 13*(39), 62. (In Persian).

Bahraini, Z., Abedi, M., Sadeghi Fateh, D., Hekmat Nazimi, A. (2021). An overview of food colorants, opportunities, challenges and approaches. *Scientific Journal of Studies in Color World, 11*, 1-10.

Bayleyegn, A., Tesfaye, B., Workneh, T. S. (2012). Effects of pulsing solution, packaging material and passive refrigeration storage system on vase life and quality of cut rose flowers. *African Journal of Biotechnology, 11*, 3800-3809.

Behnam Nia, S. (2018). Optimizing the factors affecting dyeing process of cut chrysanthemum (*Chrysanthemum×morifolium* Ramat) and carnation (*Dianthus caryophyllus*) flowers. master's thesis, University of Isfahan, Iran. (In Persian).

Conrado, L., Shanahan, R., Eisinger, W. (1980). Effects of pH, osmolarity, and oxygen on solution uptake by cut rose flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science, 105*, 680-683.

De.Hertogh, A. A., Le Nard, M. (1993). The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier science publisher. Amsterdam, The Netherlands, Pp: 12-19.

Fang, H., Wang, C., Wang, S., Liao, W. (2021). Hydrogen gas increases the vase life of cut rose 'Movie star' by regulating bacterial community in the stem ends. *Postharvest Biology and Technology*, *181*, 11168

Fonseca, K.S., da Silva, L.F., de Brito, C.A., Morais, M.A.D.S., de Almeida, S.L., Jardim, A.D.R., Simões A.D.N. (2017). The action of 8-hydroxyquinoline and chlorine in the durability of the postharvest torch ginger variety Red Torch. *Amazonian Journal of Plant Research, 1*(2), 76-82.

Gheisari, H. (2011). The effect of pulsing and storage condition on the quality and vase life of cut Tuberosa (*Polianthes tuberosa* L.). Master's thesis. Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz. University of Ahvaz, Iran. (In Persian).

Jiang, Y., Huang, B. (2001). Physiological responses to heat stress alone or in combination with drought: A comparison between tall fescue and perennial ryegrass. *HortScience, 36*(4), 682–686.

Jowkar, M.M., Hayati, D. (2005). A profile of cut flower preserving knowledge and beliefs in Shiraz. I. R. Iran. *Acta. Hort*. 669, 71-74. (In Persian).

Kumar Baidya, B., Chakrabarty, S. (2020). Increasing vase life of tinted spikes of *Polianthes tuberosa* Linn. cv. Prajwal by adding floral preservatives. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *9*(8*)*, 2736-2758.

Kumari, S. Deb, P. (2018). Effect of Tinting on Value Addition of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Prajwal. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, *9*(3), 314-322.

Lacey L, McCarthy A, Foord, G. 2001. Maturity testing of citrus. Farm Note, Dep. Agri. West. Australia, 3, 1-5.

Lin, L. Z., Harnly, J. M. (2010). Identification of the phenolic components of chrysanthemum flower (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Food Chemistry*, *120*, 319-326.

Liu, J., He, S., Zhang, Z., Coa, J., Lv, P., He, S., Cheng, G., D.C, Joyce. (2010). Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. *Postharvest Biology and Technology*, *54*, 59-62.

Manzoor, A., Ahmad, R., Saqib Naveed, M. (2021). Impact of different biocidal compounds for improvement of vase life and quality of cut flowers: A review. *Integrative Plant Sciences, 1*(1), 01-14.

Mehdikhah, M., Onsinejad, R., Nabi Ilkaee, M., Kaviani, B. (2016). Effect of salicylic acid, citric acid and ascorbic acid on post-harvest quality and vase life of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. *Journal of Ornamental Plants, 6*(3), 181-191.

Mekonnen Bushen, E., Abebie, B. (2014). Pulsing of carbohydrates, biocides, and ethylene action inhibitor on vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) flowers. *African Journal of Agricultural Science and Technology,*

*2*(2), 71-83.

Mirzaei, F., Fatehi, F., Ismaili, A., Yaghootipoor, A., Qaderi, A. (2017). Expression of genes 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate reductoisomerase (DXR), Sabinen Synthase (Tctps1) and α-terpineol Synthase (Tctps5) and in Relation to Thymol and Carvacrol Biosynthesis in *Thymus vulgaris* under Water deficit Stress. *Journal of Medicinal Plants, 16*(64), 58-70.

Moghadam Hosseini, S. (2017). Investigating the effect of several preservative solutions on physiological, morphological and microbiological indicators after harvesting rose cut flowers in Samourai and Red One cultivars. Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

Muraleedhran, A., Kousika, S., Subasri, S., Kumar, C. P. S., Joshi, J. L., Karthikeyan, P. K. (2022). Post-Harvest Handling of Cut Flowers and Its Application. *Practices Research, 155*, 57.

Nematolahi, F. (2009). The effect of some natural compounds on the post-harvest characteristics of some short-lived cut flowers. Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

Prasanth, P., Salma, Z., Kumar Suvarna, P. (2020). Tinting efficiency of various food dyes in colour intensification of Tuberose (*Polianthes tuberose* L.) spikes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9*(9), 1545-1551.

Rabiza-Świder, J., Skutnik, E., Jędrzejuk, A., Rochala-Wojciechowska, J. (2020). Nanosilver and sucrose delay the senescence of cut snapdragon flowers. *Postharvest Biology and Technology, 165*, 111165. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111165

Reid, M. S., Jiang, C. Z. (2012). Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. *Horticultural Reviews, 40*, 1-54.

Roberts, D., Greenwood, M. (2003). Practical Food Microbiology. Third Edition, Blackwell Publishing.

Safeena, S. A., Thangam, M., Singh, N. P. (2016). Value addition of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) spikes by tinting with different edible dyes. *Asian Journal of Research in Biological and Pharmaceutical Sciences, 4*, 89 - 98.

Sambandhamurthy, S., Appavu, K. (1980). Effect of the chemicals on the colouring of tuberose (*polyantha tuberose* L.). National Seminar on Production Technology of Horticultural Crops. *South Indian Horticulture 7*(2), 103-104.

Shafiei, M. R., Azadi, P. (2020). A collection of world experience publications in the field of agriculture and natural resources; Comparison of flowers and ornamental plants in Iran with other countries. First. Tehran: Publisher: Publishing of Agricultural Education. Pp:1-40. (In Persian).

Soad M. M. I., Lobna S. T., Rawia A. E. (2011). Extending postharvest life and keeping quality of gerbera cut-flowers using some chemical preservatives. *Journal of Applied Sciences Researches, 7*(7), 1233-1239.

Sowmeya, S., Kumaresan, S., Priya, L. (2017). Effect of multi colours in tinting techniques in cut flowers (rose and carnation). *Chemical Science Review and Letters, 6*, 2250-2253.

Zadeh Bagheri M., Vadanede, A., Solati, M., Jawanmardi, S. (2010). The effect of pulse and continuous treatment of chemical preservative solutions on increasing the quality and life of cut flowers of cloves. *Crop Ecology (Modern Agricultural Science), 19*, 41-50. (In Persian)

Patil, S. D., Dhaduk, B. K. (2008). Value addition of Lady's Lace (*Pinpinella monoica*) cut flowers by colouring with edible dyes. *Journal of Ornamental Horticulture, 11*(1), 32-36.

Tehranifar, A., Rashidi, A. (2019). Quality and Postharvest Physiology of Ornamental Plants. Mashhad: Press of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

Verma, J., Singh, P. (2021). Post-harvest Handling and Senescence in Flower Crops: An Overview. *Agricultural Reviews, 42*(2) 145-155.

Viradia R. R., Bajad A., Polara N. D. (2015). Value addition through use of dye chemicals and floral preservatives in tuberose (*Polianthes Tuberosa* L.) Cv. Double. *International Journal of Forestry and Horticulture, 1*(1), 1-4.

Flower and Ornamental Plants (2023), 8(1): 121-140
Research article

# Comparison of dyes and preservative solutions on the vase life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.)

**Niloufar Rouzbehaneh, Ali Tehranifar*, Atiyeh Oraee**

Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
tehranifar@um.ac.ir

## Abstract
The use of different dyes for changing the color of cut flowers is one of the new and emerging operations in order to increase diversity in the market of buying and selling flowers. In order to investigate the effect of different concentrations of food and industrial dyes on the vase life and physiological traits, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with 3 replications. The first factor included dyes (control (without color), brilliant blue 4500 mg $L^{-1}$, Carmosine 4500 mg $L^{-1}$, quinoline yellow 4500 mg $L^{-1}$, acid orange 7 2500 mg $L^{-1}$) and the second factor includes the preservative solution (distilled water and preservative solution including citric acid 300 mg $L^{-1}$ + hydroxyquinoline sulfate 200 mg $L^{-1}$ + sucrose 5%). The results showed that yellow quinoline dye + pulsing solution had the longest vase life (8 days), petal soluble solids (6.2%), the highest cell membrane stability and the least petal electrolyte leakage (23.5%) and the bacterial population of vase life solution (4.29 $\log_{10}$ CFU/ml). The relative fresh weight showed an upward trend until the second day, then a downward trend was recorded in all treatments. In the investigation of flower opening percentage trait, the orange acid 7 + distilled water treatment performed very poorly (6.87) and showed the lowest vase life (4 days) and the amount of soluble solids (2.52%) compared to other treatments. The control + distilled water treatment had the lowest relative fresh weight, the highest electrolyte leakage of petals (41.4%) and the highest bacterial accumulation in vase life solution (5.86 $\log_{10}$ CFU/ml). It seems that the use of food colors (Brilliant Blue, Carmosine, Quinoline Yellow) along with the use of preservative solution temporarily, in addition to creating variety, by improving the relative fresh weight index compared to undyed flowers and industrial colors (Orange acid 7), has increased the vase life of *Polianthes tuberosa* flowers.

**Keywords**: Flower color, Microbial population, Vase life, Cut flowers.