



دانشگاه گوار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و چهارم، شماره سوم، ۱۳۹۶

<http://jopp.gau.ac.ir>

اثر دما، رطوبت و مدت دوره استراحت پیاز بر رشد رویشی و زایشی گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.)

علیرضا لادن مقدم

گروه باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۹

چکیده

سابقه و هدف: شرایط انبارداری در دوره استراحت پیاز ممکن است رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که دمای بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دوره‌های ۴ تا ۸ هفته‌ای شرایط مطلوبی برای انبارداری پیاز گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.) است، اما در خصوص میزان رطوبت مناسب و اثر تعاملی آن با عوامل دما و مدت دوره استراحت پیاز اطلاعات جامعی در دسترس نیست. براین اساس، هدف پژوهش حاضر به تعیین اثر عوامل دما، رطوبت و مدت دوره استراحت پیاز بر رشد رویشی و زایشی گل مریم رقم دابل اختصاص یافت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل شامل سه سطح دما (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، دو سطح رطوبت (۵۰ و ۷۵ درصد) و دو سطح دوره استراحت (۴ و ۸ هفته) بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار روی گل مریم رقم دابل در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. شاخص‌های رشد رویشی و زایشی متشکل از زمان جوانه‌زنی، زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، زمان باز شدن اولین گلچه، زمان برداشت، درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده، تعداد گلچه، قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش با استفاده از تجزیه واریانس و آزمون چند دامنه دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر اصلی دما بر تمامی شاخص‌های رشد رویشی و زایشی اعم از زمان جوانه‌زنی، زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، زمان باز شدن اولین گلچه، زمان برداشت، درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده، تعداد گلچه، قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین از لحاظ آماری معنی‌دار بود. اثر اصلی رطوبت تنها بر تعداد و قطر ساقه گل‌دهنده و اثر اصلی دوره استراحت بر زمان جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده، قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین از لحاظ آماری معنی‌دار بود. همچنین، اثر متقابل دما، رطوبت و دوره استراحت بر تمامی شاخص‌های رشد رویشی و زایشی از لحاظ آماری معنی‌دار بود. نتایج نشان داد شاخص‌های رشد رویشی و زایشی در تیمار دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۴ و ۸ هفته نسبت به سایر تیمارها در سطوح بهتری قرار دارند، اما تیمار ۸ هفته شرایط کلی مطلوب‌تری در مقایسه با تیمار ۴ هفته ایجاد می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی: دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۸ هفته شرایط مطلوبی برای تسریع جوانه‌زنی و گلدهی و افزایش رشد رویشی و زایشی ایجاد می‌کند که برای انبارداری پیاز گل مریم پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، دما، رطوبت، رقم دابل، گلدهی.

*مسئول مکاتبه: alirezaladanmoghaddam@gmail.com

مقدمه

گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.) از گل‌های پیازدار تجاری و زینتی مهم است که گیاهی علفی، چندساله، از خانواده آگواسه (*Agavaceae*)، متعلق بهردهتکله‌ای‌ها و بومی مکزیک است. گل مریمدر بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان پرورش داده می‌شود و به دلیل زیبایی، ماندگاری و عطر بالای آن در صنعت گل بریدنی و عطرسازی کاربرد دارد (۳). سطح زیر کشت گل مریم در ایران در سال ۱۳۸۵ حدود ۳/۱ میلیون مترمربع بوده است که بخش اعظم آن زیر پوشش گلخانه بوده و استان‌های تهران، خوزستان و مرکزی به ترتیب بیشترین سهم در تولید آن را داشته‌اند (۹).

ژئوفیت‌ها و از آن جمله گل مریم، رشد و گل‌دهی فعالی در طول بهار دارند و قسمت‌های هوایی آنها با شروع پاییز از بین می‌رود. پیری بافت‌های بالای زمین با پیری ریشه و قبل از این که گیاه وارد دوره رکود شود، دنبال می‌شود. در رشد فعال، کربوهیدرات‌ها انباشته شده به واسطه فتوسنتز به سمت اندام‌های زمینی منتقل می‌شوند که باعث بزرگ شدن پیاز، تحریک مریستم گل و در نهایت تمایز آن در اواخر تابستان می‌شود. رکود در پاییز شکسته می‌شود که باعث رشد جوانه ساقه و گل شده و در سراسر زمستان ادامه می‌یابد. این گیاهان بیشتر سال در دوره رشد غیرفتوسنتزی قرار دارند (۱۱). فرایند پیچیده تحریک گل توسط ژن‌ها، پیش‌برنده‌ها و مهارکننده‌های متعددی که در اثر سیگنال‌های محیطی نظیر دوره نوری، دما و رطوبت رها می‌شوند، تنظیم می‌گردد (۴، ۵، ۱۰). از بین عوامل مختلف، دما نقش برجسته‌تری در کنترل رشد و گل‌دهی پیاز ایفاء می‌کند (۵). در دوره استراحت پیاز، دمای بسیار پایین با طولانی کردن دوره رکود و جلوگیری از رسیدن فیزیولوژیکی

پیازها، مانع از رشد طبیعی گیاهان پس از دوره انبارداری و ضعیف شدن رشدرویشی آنها می‌شود (۸).

مطالعات تجربی روی گیاهان پیازدار نظیر گل پا بلند (*Veltheimia bracteata*) و زنجبیل زینتی (*Zingiber officinale*) نشان می‌دهد که عوامل دما و مدت زمان استراحت پیاز بر عملکرد و شاخص‌های اکوفیزیولوژیک این گیاهان اثرگذار است (۷، ۱۴، ۱۶). با وجود اینکه امکان انبارسازی پیاز گل مریم در دمای پایین (۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد) برای مدت سه ماه مقدور است (۱۳)، (۱۷، ۱۸)، با این حال، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و شرایط خشک با تهویه مناسب برای دوره استراحت توصیه شده است. زمانی که دمای دوره استراحت بالا (۳۰ درجه سانتی‌گراد) و مدت زمان آن کوتاه است (کمتر از ۴ هفته) و یا دما پایین (۴ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد)، اما مدت طولانی (بیشتر از ۶ تا ۸ هفته) باشد، ممکن است فاصله زمانی بین کاشت و باز شدن اولین گلچه طولانی‌تر شود (۵). دوا و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد طی دوره استراحت ۳۰ روزه برای بهبود رشد و گل‌دهی گل مریم موثرتر است (۶). در مطالعه اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸)، دوره‌های استراحت ۴ و ۸ هفته‌ای تحت دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به عنوان شرایط مطلوب انبارداری پیاز برای برای رشد رویشی و زایشی گل مریم شناخته شد (۱). توما و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر دو نوع آب و هوای سرد (دما ۸ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۵ تا ۶۰ درصد) و آب و هوای گرم (دما ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ تا ۸۵ درصد) نشان دادند که اندازه پیازها در اثر آب و هوای گرم و مرطوب در حد اندکی افزایش یافته و پیازچه‌های کوچک جدیدی رشد می‌کند. همچنین، جوانه مرکزی از حالت رکود خارج شده و رشد پیشرفته‌تری در آن قابل مشاهده بود، در حالی که پیازهای انبار شده در آب و هوای سرد هنوز در

1. Geophytes
2. Meristem
3. Induction

متوسط (محیط ۱۰-۸ سانتی متر، قطر ۲/۵ سانتی متر) طی دوره‌های زمانی ۴ و ۸ هفته در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۵۰ و ۷۵ درصد در شرایط کنترل شده اتاقک‌های رشد نگهداری شدند. برای کشت، ابتدا زمین یک ماه قبل شخم‌زده شد و کودهای پایه شامل کود اوره، سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم به ترتیب به میزان ۱۶۵، ۱۶۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، طی دو مرحله، بخشی در مرحله کشت و بخش دیگر ۳۰ تا ۶۰ روز پس از کشت مورد استفاده قرار گرفت. بافت خاک لومی و اسیدیته آن ۷/۱ و میانگین دمای گلخانه ۲۸ درجه سانتی‌گراد بود. پیازها با توجه به تیمارهای آزمایشی در ماه‌های بهمن و اسفند با عمق ۶ سانتی‌متر و فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. دور آبیاری بر حسب نیاز گیاهان بین ۳ تا ۷ روز تنظیم شد. سایر مراقبت‌های زراعی شامل وجین علف‌های هرز، سله‌شکنی و کوددهی در طول دوره رشد گیاهان انجام شد. در طی انجام آزمایش از هیچ نوع هورمون و تنظیم‌کننده رشدی استفاده نشد. علاوه بر این، هیچ نوع آفت یا بیماری خاصی که نیاز به استفاده از مواد شیمیایی کنترل‌کننده آفات و بیماری‌ها داشته باشد، مشاهده نشد. در تحلیل داده‌ها، از تحلیل واریانس عاملی برای تعیین اثرهای اصلی و متقابل عوامل دما، رطوبت و مدت دوره استراحت بر متغیرهای وابسته و از آزمون چند دامنه دانکن برای انجام آزمون‌های تعقیبی و مقایسه‌های زوجی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

زمان رشد: براساس نتایج پژوهش (جدول ۱)، اثر اصلی عامل دما بر زمان جوانه‌زنی، زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، زمان باز شدن اولین گلچه و زمان برداشت

فاز رکود قرار داشتند (۱۵). دانش موجود در خصوص واکنش پیاز گل مریم به میزان رطوبت دوره استراحت با محدودیت روبرو است، چرا که یا میزان رطوبت در برخی مطالعات (۱، ۶) کنترل و گزارش نشده است و یا رطوبت‌های مختلف نظیر تیمارهای ۴۰ تا ۵۰ درصد (۱۷)، ۶۵ تا ۷۵ درصد (۱۸) و ۸۰ تا ۸۵ درصد (۱۵) به کار گرفته شده است و تنها در یک مطالعه مقایسه مستقیمی بین تیمارهای مختلف رطوبتی صورت گرفته است (۱۵). به طور کلی، مطالعات صورت گرفته بیشتر روی تعامل عوامل دما و مدت دوره استراحت پیاز گل مریم تمرکز داشته است و اثر تعاملی هر سه عامل مورد توجه نبوده است. براین اساس، هدف مطالعه حاضر به بررسی اثر سه عامل دما، رطوبت و مدت زمان دوره استراحت پیاز بر شاخص‌های رشد رویشی و زایشی گل مریم اختصاص یافته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر روی گل مریم رقم دابل^۱ در سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه شخصی واقع در شهرستان بومهن استان تهران انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی ۳ دما (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، ۲ رطوبت (۵۰ و ۷۵ درصد) و ۲ دوره استراحت (۴ و ۸ هفته) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. شاخص‌های مورد بررسی شامل زمان جوانه‌زنی، زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، زمان باز شدن اولین گلچه، زمان برداشت، درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده، تعداد گلچه، قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین بودند.

مطابق با روش مطالعات قبلی (۱، ۱۷، ۱۸)، پیازهای گل مریم رقم دابل در اندازه‌های یکسان و

اثرات دما بر شاخص‌های زمان رشد پیاز گل مریم با یافته‌های مطالعات قبلی هم‌راستا است (۱، ۶، ۱۵). اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸) با مطالعه تیمارهای ۴، ۱۸، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد نشان دادند که دماهای بالاتر باعث تسریع جوانه‌زنی، ظهور ساقه گل‌دهنده، باز شدن اولین گلچه و زمان برداشت گل مریم می‌شود (۱). پژوهشگران معتقدند که دمای دوره استراحت پایین در تلفیق با دوره استراحت طولانی، ممکن است موجب طولانی شدن فاصله زمانی بین کاشت و باز شدن اولین گلچه شود (۵) که نتایج پژوهش حاضر نیز از این فرضیه حمایت می‌کند. در پژوهش حاضر، دمای پایین‌تر (۱۵ درجه سانتی‌گراد) در دوره استراحت بالاتر (۸ هفته)، طولانی‌ترین زمان رشد (۱۵۷ روز تا باز شدن اولین گلچه) را به همراه داشت (جدول ۱). نتایج مطالعات صورت گرفته روی سایر گیاهان پیازدار نظیر پیاز گل پا بلند (۷، ۱۶) و زنجبیل زیتنی (۱۴) از اثرات مشابه تیمارهای مختلف دما حکایت دارد. الرز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در دوره استراحت، جوانه‌زنی پیاز گل پا بلند را با تأخیر مواجه ساخته و افزایش دما موجب تسریع آن می‌شود (۷).

دمای بسیار پایین یا نامطلوب در انبار به‌عنوان یک تنش، با طولانی کردن دور هر کود و ممانعت از رسیدن فیزیولوژیکی پیازها، ممکن است مانع از رشد طبیعی گیاهان پس از دوره انبارداری و همچنین ضعیف شدن رشد رویشی گیاهان شود. در برخی موارد، با وجود رشد رویشی بسیار ضعیف گیاه، به‌دلیل سرما یا هرگونه تنش وارده به گیاه و برهم‌کنش فرایندهای فیزیولوژیکی درونی، تغییر درصد و ترکیب هورمون‌های مختلف، قندها، فنل‌ها و... بوته‌ها به گل نشسته‌اند (۸). در گیاهان پیازدار از اتیلن برای بهبود گل‌دهی یا شکست خواب استفاده می‌شود، اما ممکن

معنی‌دار بود. افزایش دمای دوره استراحت از ۱۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد منجر به کوتاه شدن زمان جوانه‌زنی (از ۵۰ به ۳۸ روز)، ظهور ساقه گل‌دهنده (از ۱۲۵ به ۱۰۲ روز)، باز شدن اولین گلچه (از ۱۵۵ به ۱۲۸ روز) و زمان برداشت (از ۱۵۹ به ۱۳۰ روز) شد. با وجود این که افزایش رطوبت از ۵۰ به ۷۵ درصد باعث کوتاه شدن زمان جوانه‌زنی، زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، زمان باز شدن اولین گلچه و زمان برداشت شد، اما اثر اصلی عامل رطوبت بر این متغیرها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اثر اصلی عامل دوره استراحت تنها بر زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود و افزایش دوره استراحت از ۴ به ۸ هفته باعث کوتاه‌تر شدن زمان جوانه‌زنی شد (از ۴۶ به ۴۱ روز). دوره استراحت ۸ هفته در مقایسه با ۴ هفته، باعث طولانی‌تر شدن حدها فصل زمانه جوانه‌زنی تا زمان برداشت شد اما، اثر اصلی این عامل بر سایر شاخص‌های زمان رشد (زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، زمان باز شدن اولین گلچه و زمان برداشت) معنی‌دار نبود. برهم‌کنش سه عامل دما، رطوبت و دوره استراحت بر شاخص‌های زمان رشد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسه‌های زوجی، طولانی‌ترین زمان جوانه‌زنی و ظهور ساقه گل‌دهنده مربوط به تیمار دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۵۰ درصد به مدت ۴ هفته و کوتاه‌ترین زمان جوانه‌زنی و ظهور ساقه گل‌دهنده مربوط به تیمار دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۸ هفته است و از نظر زمان باز شدن اولین گلچه و زمان برداشت، طولانی‌ترین زمان مربوط به تیمار دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۵۰ درصد به مدت ۸ هفته و کوتاه‌ترین زمان مربوط به دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۴ هفته بود (جدول ۱). نتایج پژوهش حاضر در خصوص

دما با تسریع شاخص‌های زمانی رشد همراه است که نتیجه آن تسریع جوانه‌زنی و گلدهی پیاز گل مریم می‌باشد.

تاکنون تنها در یک مطالعه اثر تیمارهای مختلف رطوبت بر رشد پیاز گل مریم را مورد بررسی قرار گرفته. در مطالعه مذکور، توما و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر دو نوع آب و هوای سرد (دما ۸ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۵ تا ۶۰ درصد) و آب و هوای گرم (دما ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ تا ۸۵ درصد) نشان دادند که اندازه پیازها در اثر آب و هوای گرم و مرطوب به میزان اندکی افزایش یافته و پیازچه‌های کوچک جدیدی رشد کرده است، در حالی که این الگو در شرایط آب و هوای سرد وجود نداشت. همچنین، در پیازهای انبار شده در آب و هوای گرم و مرطوب، جوانه مرکزی از حالت رکود خارج شده و رشد پیشرفته‌تری در آنها مشاهده شد، در حالی که پیازهای انبار شده در آب و هوای سرد هنوز در فاز رکود قرار داشتند (۱۵). با توجه به شواهد در دسترس به نظر می‌رسد که افزایش رطوبت (از ۵۰ به ۷۵ درصد) در دماهای بالا (۲۵ درجه سانتی‌گراد) باعث تسریع رشد گل مریم می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر در خصوص اثر دوره استراحت بر شاخص‌های زمانی رشد با یافته‌های مطالعه اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸) قابل مقایسه است (۱). در مطالعه مذکور، در شرایط دمای ۱۸ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، زمان جوانه‌زنی در دوره استراحت ۸ هفته کوتاه‌تر از دوره استراحت ۴ هفته بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد، اما در خصوص زمان برداشت تفاوت معنی‌داری بین دوره‌های استراحت ۴ و ۸ هفته مشاهده نگردید که با یافته‌های پژوهش حاضر منطبق نیست. دلیل آن را می‌توان به تفاوت بودن میزان رطوبت نسبت داد. نتایج مطالعات

است به اختلالات فیزیولوژیکی مثل گموز، نکروزه شدن، ورس، نقص در طی رشد گیاه، ممانعت از طویل شدن ریشه و ساقه و کاهش رشد منجر شود، به این دلیل از تجمع آن طی دوره‌های انبارداری، انتقال و رشد پیازها جلوگیری می‌شود (۵). ناجار (۱۹۹۵) عنوان نمودند که میزان اسید آسزیکو نسبت فنل‌های آزاد و ترکیبی، ارتباط تنگاتنگی بادم‌او رفع رکود پیازها و تحریک گل‌دهی بعد از مراحل اولیه رشد دارند (۱۲). بانان و همکاران (۱۹۹۷) اثرات فن را در مراحل اولیه رشد و ارتباط آن با میزان تحرک قندهای محلول در کورم‌های لیاتریس مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که یکی از تحریک‌کننده‌های درونی برای شروع^۱ گل‌دهی و انتقال از فاز رویشی به زایشی تغییرات کمی قندهای محلول است. حضور اتفن در مراحل اولیه رشد، توسعه سلولی را افزایش می‌دهد و در این شرایط تحرک قندهای محلول موجود در کورم‌های اپیازها به‌ویژه بعد از جوانه‌زنی به حداکثر میزان خود می‌رسد، اما روی شروع گل‌دهی تأثیری ندارد و زمانی که ذخایر غذایی به واسطه رشد رویشی مناسب و فعالیت‌های فتوسنتزی به بیش از میزان مورد نیاز برای رشد رویشی می‌رسد، سیگنال‌هایی ایجاد می‌شود که باعث فعال شدن گل‌دهی می‌شود (۲). پاز و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه تأثیر دماهای انبارداری روی میزان کربوهیدرات‌ها دریافتند که ساکارز و میزان قندهای احیاء مثل گلوکز و فروکتوز تحت تأثیر تیمارهای انبارداری قرار می‌گیرد. زمانی که دما پایین است، رشد کند و نامنظم است و گل‌دهی با تأخیر روبرو شده و دمای بالا تبدیل ساکارز به گلوکز و فروکتوز را افزایش می‌دهد و میزان نشاسته نیز با افزایش مدت زمان انبارداری افزایش می‌یابد (۱۴). به‌طور کلی براساس شواهد، به نظر می‌رسد که افزایش

1. Initiation

به مدت ۴ و ۸ هفته بود (جدول ۱). شواهد پژوهش حاضر در خصوص اثر عامل دما بر شاخص‌های رشد رویشی با مطالعات قبلی مطابقت دارد (۱، ۱۵). مطالعه اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸) نشان داد که دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مطلوب‌ترین شرایط برای انبارداری پیاز گل مریم از نظر شاخص‌های رویشی است (۱). در برخی مطالعات قبلی مرتبط، تیمارهای دمای ۲۰ یا ۲۵ درجه سانتی‌گراد مدنظر نبوده است، به همین دلیل نتایج این مطالعات با پژوهش حاضر مغایرت دارد. دوا و همکاران (۱۹۸۷) با مطالعه اثر تیمارهای دمای ۴، ۱۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد نشان دادند که دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد طی دوره استراحت ۳۰ روزه برای بهبود رشد و گل‌دهی موثرتر است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد (۶). دلیل عمده عدم رشد رویشی مناسب در دمای پایین را می‌توان تأثیر دما بر فعالیت‌های آنزیمی و عدم هیدرولیز قندها و حرکت آنها به سمت مناطق رشد عنوان نمود (۲، ۵، ۱۲). در خصوص اثر عامل دوره استراحت بر شاخص‌های رشد رویشی، اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸) با مطالعه دوره‌های ۴ و ۸ هفته نشان دادند که عامل دوره استراحت اثر معناداری بر تعداد برگ گل مریم ندارد، اما این عامل بر درصد جوانه‌زنی و تعداد ساقه اثر معنی‌دار داشت. در مطالعه مذکور، افزایش دوره استراحت از ۴ به ۸ هفته، با کاهش در درصد جوانه‌زنی و افزایش در تعداد ساقه گل‌دهنده همراه بود که یافته‌های پژوهش حاضر هم‌راستا است (۱). در برخی از مطالعات روش‌های متفاوتی به کار گرفته شده است. واکاتو و نگامائو (۲۰۱۳) نشان دادند که به دنبال یک دوره استراحت اولیه سه ماهه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی و تعداد گلچه در دوره استراحت ۶ هفته با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ تا ۵۰ درصد در مقایسه با دوره استراحت ۴ هفته بیشتر است (۱۷). در مجموع براساس شواهد پژوهش

روی سایر گیاهان پیازدار نیز قابل توجه است. پاز و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی دوره‌های استراحت ۲، ۳ و ۴ ماه نشان دادند که با افزایش زمان انبارداری به ویژه در دمای بالا، جوانه‌زنی پیاز زنجبیل زینتی با تأخیر روبرو می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (۱۴). متفاوت بودن نوع گیاه و مدت دوره استراحت، می‌تواند به‌عنوان دلایل احتمالی این ناهمخوانی‌ها قلمداد شود. به طور کلی می‌توان چنین عنوان کرد که افزایش زمان دوره استراحت در دماهای بالا (۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) باعث تأخیر در جوانه‌زنی و گلدهی پیاز گل مریم می‌شود.

رشد رویشی: براساس نتایج پژوهش (جدول ۱)، اثر اصلی عامل دما بر درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده معنی‌دار بود. افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش در این شاخص‌ها همراه بود. با افزایش میزان رطوبت از ۵۰ به ۷۵ درصد بر درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده افزوده شد، اما اثر اصلی این عامل تنها بر تعداد و قطر ساقه گل‌دهنده معنی‌دار بود. علاوه بر این، اثر اصلی دوره استراحت بر درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ و قطر و طول ساقه گل‌دهنده معنی‌دار بود و افزایش دوره استراحت از ۴ به ۸ هفته با کاهش در درصد جوانه‌زنی و تعداد برگ و افزایش در تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده همراه شد. همچنین، برهمکنش عوامل دما، رطوبت و دوره استراحت بر شاخص‌های رشد رویشی اثر معنی‌دار داشت. براساس نتایج مقایسه‌های زوجی، بیشترین درصد جوانه‌زنی، تعداد برگ، تعداد، قطر و طول ساقه گل‌دهنده مربوط به تیمارهای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۴ و ۸ هفته و کمترین مقادیر این شاخص‌ها مربوط به تیمار دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۵۰ درصد

در توافق کامل است (۱). علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر با شواهد ارائه شده برای سایر گیاهان پیازدار مطابقت دارد. الرز و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش تعداد گلچه‌های گل پا بلند می‌شود (۷). همچنین، وان‌لیوون و وندر ویچدن (۱۹۹۷) نشان دادند که دماهای زیر ۲۰ و بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دوره استراحت پیاز گل پا بلند با کاهش در گلدهی همراه است (۱۶). با توجه شواهد موجود، می‌توان چنین عنوان کرد که افزایش دمای دوره استراحت تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد منجر به بهبود رشد زایشی گل مریم و کیفیت گلدهی آن از نظر تعداد و قطر گلچه‌ها و نیز طول گل‌آذین می‌شود. در خصوص اثر مدت دوره استراحت بر شاخص‌های رشد زایشی، اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸) نشان دادند که در هر دو دمای ۱۸ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، دوره استراحت ۸ هفته در مقایسه با ۴ هفته، کیفیت گلدهی بهتری از نظر قطر و طول ساقه گل‌دهنده، قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین برای پیاز گل مریم ایجاد می‌کند (۱)، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین، واکاتو و نگامائو (۲۰۱۳) نشان دادند که پس از دوره استراحت اولیه (۳ ماه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد)، در فاز دوم، از بین دوره‌های استراحت ۲، ۴ و ۶ هفته در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، بیشترین طول گل‌آذین در اثر دوره استراحت طولانی‌تر (۶ هفته) ایجاد می‌شود (۱۷). به طور کلی می‌توان چنین عنوان کرد که افزایش مدت دوره استراحت تا ۸ هفته با بهبود رشد زایشی پیاز گل مریم و کیفیت گلدهی آن همراه است.

حاضر، تیمارهای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به ترتیب اولویت در دوره استراحت ۴ هفته و ۸ هفته، تأثیرات مطلوب‌تری در رشد رویشی گل مریم در مقایسه با سایر تیمارها به همراه داشت. رشد زایشی: براساس نتایج پژوهش (جدول ۱)، اثر اصلی عامل دما بر تعداد و قطر اولین گلچه و نیز طول گل‌آذین معنی‌دار بود و افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش در مقادیر این شاخص‌ها همراه بود. افزایش میزان رطوبت از ۵۰ به ۷۵ درصد با افزایش در تعداد و قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین همراه شد، اما اثر اصلی این عامل بر شاخص‌های مذکور از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اثر اصلی دوره استراحت بر قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین از لحاظ آماری معنی‌دار بود، اما اثری بر تعداد گلچه‌ها نداشت. برهمکنش عوامل دما، رطوبت و دوره استراحت نیز بر شاخص‌های رشد رویشی اثر معنی‌دار داشت. براساس نتایج مقایسه‌های زوجی، بیشترین قطر اولین گلچه و طول گل‌آذین مربوط به تیمارهای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۴ و ۸ هفته و کمترین مقادیر این شاخص‌ها مربوط به تیمار دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۵۰ درصد به مدت ۴ و ۸ هفته بود (جدول ۱). نتایج پژوهش حاضر در خصوص اثر دما بر شاخص‌های رشد زایشی از مشاهدات قبلی حمایت می‌کند. اکبری و تهرانی‌فر (۱۳۸۸) نشان دادند که دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بهترین کیفیت گلدهی را در مقایسه با تیمارهای دیگر (دمای ۱۸ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) از نظر تعداد و قطر اولین گلچه و نیز طول گل‌آذین برای پیاز گل مریم به همراه دارد که با نتایج پژوهش حاضر

جدول ۱. نتایج مربوط به متغیرهای وابسته، اثرات اصلی و برهمکنش عوامل دما، رطوبت و مدت دوره استراحت بر رشد رویشی و زایشی گل مریم.
Table 1. Statistics related to dependent variables, main and interactive effects of temperature, humidity, and duration of rest period and post hoc comparisons

منبع تغییرات Source of Variance	تیمار Treatment	زمان رشد (روز پس از کشت)				Leaf numbers		Inflouescence spike		Floret		Corymb length طول گل آبنی	
		Growth time (days after cultivation)	Harvest	%Germination (% جوانه زنی)	Leaf numbers تعداد برگ	Numbers تعداد	length طول	Numbers تعداد	Numbers تعداد	Diameter قطر			
A. Temperature (°C)	T15°C	50 ^a	125 ^a	155 ^a	159 ^a	63 ^c	13 ^c	1.1 ^b	2.5 ^b	28.5 ^b	17 ^b	2.6 ^b	22 ^b
	T20°C	42 ^b	114 ^b	141 ^b	145 ^b	79 ^b	19 ^b	1.3 ^b	2.6 ^b	29.8 ^{ab}	18 ^b	2.7 ^b	22 ^b
	T25°C	38 ^b	102 ^c	128 ^c	130 ^c	88 ^a	23 ^a	1.5 ^a	2.8 ^a	30.3 ^a	20 ^a	2.9 ^a	24 ^a
F	F	9.9**	55.2**	270.1***	26.1***	18.7***	29.3***	5.5*	4.5*	13.6**	17.1***	8.3**	4.4*
B. Humidity (%)	H50%	45	115	142	146	74	17	1.2 ^b	2.5 ^b	31.8	22	3.0	24
	H75%	41	112	140	143	79	19	1.4 ^a	2.7 ^a	32.5	24	3.2	25
	F	0.9^{ns}	0.3^{ns}	0.1^{ns}	0.2^{ns}	0.6^{ns}	0.3^{ns}	4.8**	4.7*	1.2^{ns}	1.3^{ns}	0.3^{ns}	0.7^{ns}
C. Rest Period (weeks)	RP4W	46 ^a	115	140	142	80 ^a	19 ^a	1.2 ^b	2.5 ^b	33.8 ^b	24	3.3 ^b	25 ^b
	RP8W	41 ^b	111	142	147	73 ^b	17 ^b	1.4 ^a	2.7 ^a	35.3 ^a	24	3.5 ^a	26 ^a
	F	5.2*	1.4^{ns}	0.4^{ns}	1.4^{ns}	4.7*	4.6*	5.8*	4.9*	4.6*	0.6^{ns}	5.6**	8.7**
A × B × C	T15°C, H50%, RP4W	52 ^a	128 ^a	155 ^{ab}	157 ^c	66 ^f	14 ^g	1 ^{fg}	2.4 ^{ef}	25 ^f	17 ^e	2.5 ^f	20 ^f
	T15°C, H50%, RP8W	50 ^{ab}	124 ^b	157 ^a	163 ^a	54 ^h	11 ^h	1.1 ^{ef}	2.4 ^{ef}	30 ^e	15 ^f	2.7 ^e	22 ^{de}
	T15°C, H75%, RP4W	50 ^{ab}	125 ^{ab}	153 ^{bc}	160 ^b	4 ^d	15 ^g	1.1 ^{ef}	2.5 ^{de}	27 ^f	18 ^e	2.6 ^{ef}	21 ^{ef}
	T15°C, H75%, RP8W	48 ^{bc}	122 ^b	155 ^{ab}	160 ^b	60 ^g	12 ^h	1.2 ^{de}	2.5 ^{de}	32 ^d	17 ^e	2.7 ^e	24 ^{bc}
	T20°C, H50%, RP4W	47 ^c	117 ^d	141 ^{de}	144 ^f	79 ^d	19 ^{cd}	1.1 ^{ef}	2.4 ^{ef}	30 ^e	23 ^c	2.8 ^e	22 ^{de}
	T20°C, H50%, RP8W	41 ^d	113 ^e	143 ^d	148 ^e	71 ^e	17 ^{ef}	1.3 ^{cd}	2.5 ^{de}	32 ^d	21 ^d	3.4 ^c	27 ^a
	T20°C, H75%, RP4W	43 ^d	114 ^e	139 ^{ef}	141 ^g	86 ^{bc}	20 ^c	1.4 ^{bc}	2.6 ^{cd}	33 ^d	26 ^{ab}	3.1 ^d	24 ^{bc}
	T20°C, H75%, RP8W	37 ^e	110 ^f	141 ^{de}	145 ^f	78 ^d	18 ^{de}	1.5 ^b	2.7 ^{bc}	35 ^c	25 ^b	3.6 ^c	28 ^a
	T25°C, H50%, RP4W	44 ^d	106 ^g	128 ^{gh}	130 ^k	88 ^b	23 ^b	1.2 ^{de}	2.5 ^{de}	35 ^c	25 ^b	3.1 ^d	22 ^{de}
	T25°C, H50%, RP8W	36 ^e	102 ^h	130 ^g	133 ^h	85 ^c	20 ^c	1.5 ^b	2.8 ^b	38 ^b	21 ^a	4.2 ^b	28 ^a
	T25°C, H75%, RP4W	38 ^e	102 ^h	126 ^h	127 ⁱ	91 ^a	25 ^a	1.5 ^b	2.7 ^{bc}	39 ^b	27 ^a	3.5 ^c	25 ^b
	T25°C, H75%, RP8W	31 ^f	98 ^k	127 ^h	130 ^k	89 ^{ab}	22 ^b	1.7 ^a	3 ^a	42 ^a	25 ^b	4.4 ^a	28 ^a
F	F	9.3**	14.9**	23.7**	7.4**	6.5**	6.8**	5.6*	5.1*	10.5**	16.7**	14.3**	19.6**

توجه: مقادیر نازک میانگین، شاخص‌ها و ضخیم آماره‌های تحلیل واریانس را نشان می‌دهد؛ *، ** و *** معناداری اثرات اصلی، در سطوح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ و ns اثرات اصلی، غیر معنادار یا نشان می‌دهد؛ حروف مشترک در ستون‌ها عدم تفاوت معنادار بین تیمارها براساس آزمون دانکن را نشان می‌دهد؛ واحد اندازه‌گیری قطر و طول، سانتی‌متر است.

Note: Unbold and bold amounts show indicators' means and statistics of analyse of variance; *, **, and *** show significant main effects at 0.05, 0.01, and 0.001 levels, and ns shows nonsignificant main effects; Mutual letters in columns show nonsignificant differences between treatments based on Duncan test; Measurement unit of diameter and length is centimeter.

نتیجه‌گیری کلی

براساس پژوهش حاضر، دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دماهای ۲۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد، به عنوان مطلوب‌ترین شرایط دمایی برای تسریع جوانه‌زنی و گلدهی پیاز گل مریم و افزایش رشد رویشی و زایشی آن شناخته شد. همچنین، رطوبت ۷۵ درصد در مقایسه با رطوبت ۵۰ درصد، مطلوب‌ترین شرایط رطوبتی برای بهبود شاخص‌های زمانی و رشد رویشی و زایشی پیاز گل مریم بود. در خصوص مدت دوره استراحت، تیمار ۸ هفته شرایط کلی مطلوب‌تری را در مقایسه با تیمار ۴ هفته به همراه داشت. به‌طور کلی با توجه به نتایج برهمکنش عوامل دما، رطوبت و مدت استراحت، شرایط دمایی

۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵ درصد به مدت ۸ هفته برای انبارداری پیاز گل مریم در دوره استراحت آن پیشنهاد می‌شود. برای پژوهش و ایجاد شناخت بیشتر در این زمینه، مقایسه اثر تیمارهای دمای بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۰ تا ۸۵ درصد و دوره‌های زمانی ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته در دوره استراحت پیاز بر شاخص‌های رشدی گل مریم در رقم‌های مختلف آن مورد نیاز خواهد بود. همچنین، بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی در اثر تغییرات دما، رطوبت و مدت دوره استراحت در شناخت ساز و کارهای درگیر در رشد رویشی و زایشی پیاز گل مریم برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

منابع

1. Akbari, R. and Tehranifar, A. 2009. Effect of time and temperature of storage on vegetative and reproductive growth in Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Int. J. Plant Prod. 16(3):119-133. (In Persian)
2. Banan, S., Ortuno, A. and Delrio, J.A. 1997. Influence of ethylene on apex development and mobilization of soluble saccharides in the corm of *Liatris*. Biol Plantarum. 39(2):197-206.
3. Benschop, M., 1993. *Polianthes*. In: A.A. De Hertogh and M. Le Nard (Eds.). The Physiology of Flower Bulbs. Netherland, Amsterdam: Elsevier Science Publishers. p. 589-601.
4. Corbesier, L. and Coupland. G. 2003. The quest for florigen: Review of recent progress. J. Exp. Bot. 57: 3395–3403.
5. De Hertogh, A.A. and Le Nard, M. 1993. The Physiology of Flower Bulbs: A Comprehensive Treatise on the Physiology and Utilization of Ornamental Flowering Bulbous and Tuberous Plants. Netherland, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
6. Dhua, R.S., Ghosh, S.K., Mitra, S.K., Yadav, L.P. and Bose, L.P. 1987. Effect of bulb size, temperature treatment of bulbs and chemicals on growth and flower production in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Acta Hort. 205: 121-128.
7. Ehlers, J.L., Jansen van Vuuren, P.J. and Morey, L. 2003. Influence of induced dormancy and bulb storage temperature on flowering of *Veltheimia bracteata* 'Lemon Flame'. Acta Hort. 624: 117-121.
8. Glover, B. 2007. Understanding flower and flowering. New York: Oxford University Press.
9. Hasanzadeh-Naemie, M. 2008. Production of Tuberose Cut flower (publication no. 46). Tehran: Islamic Republic of Iran Ministry of Agriculture, Department of Plants Production.
10. Horvath, D. 2009. Common mechanisms regulate flowering and dormancy. Plant Sci. 177:523-531.
11. Khodorova, N.V. and Boitel-Conti, M. 2013. The role of temperature in the growth and flowering of geophytes. Plants. 2: 699-711.
12. Nagar, P.K. 1995. Changes in abscisic acid, phenols and indoleacetic acid in bulbs of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) during dormancy and sprouting. Sci Hort. 63(1-2):77-82.

13. Pathak, S., Chaudhary, M.A. and Chaudhary, S.K. 1980. Germination and flowering in different sized bulbs of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Indian J. Plant Physiol. 23:47-54.
14. Paz, M.P., Criley, R.S., Kuehny, J. and McClure, G. 2003. Effects of rhizome storage time and temperature on growth and carbohydrate content of ornamental ginger. Acta Horti. 624:103-109.
15. Toma, F., Georgescu, M.I., Petra, S. and Dobrescu, E. 2015. Some aspects concerning the rest period of tuberose bulbs. Agri. Sci. Proc. 6: 179-183.
16. Van Leeuwen, P.J. and Van der Weijden, J.A. 1997. Effects of storage temperature and duration on dormancy and flowering of *Veltheimia bracteata*. Acta Hort. 430: 419-425.
17. Watako, A.O. and Ngamau, K. 2013. Effect of subsequent storage of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) bulbs after low temperature pre-treatment improves growth, percent sprouting and cut flower quality. J. Agric. Sci. Tech. 15(1): 5-14.
18. Watako, A.O., Wamocho, L.S. and Ngamau, K. 2005. Physiological response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) bulbs to low temperature treatments. Proceedings of the Fourth Workshop on Sustainable Horticultural Production in the Tropics. Department of Horticulture, Moi University, Eldoret, Kenya, 24-27th November.