بررسی تاثیر دوره انتظار ، وزن بنه و رژیم های مختلف نوری بر صفات بنه و اندام هوایی زعفران (*Crocus sativus* L.)

علیرضا کوچکی[۱]، علی گنجعلی[۲]، فروغ عباسی[۳]

چکیده

زعفران گیاهی است علفی و چند ساله که اغلب در مناطق شمال شرق و شرق ایران و بویژه استانهای خراسان جنوبی و رضوی با زمستان های سرد و تابستان های گرم کشت می‌شود. اطلاعات زیادی در بارهٔ خصوصیات گیاهشناسی این گیاه وجود دارد اما در ارتباط با خصوصیات فیزیولوژی آن، اطلاعات اندکی موجود است. چهار آزمایش متفاوت طی سالهای زراعی ۱۳۸۴- ۱۳۸۲ با هدف بررسی تأثیر دوره انتظار، شرایط انتظار، وزن بنه و رژیم‌های مختلف نوری و حرارتی بر خصوصیات بنه و اندام هوایی زعفران انجام شد. نتایج آزمایش اول نشان داد که در پایان دوره رشد، کاهش وزن بنه در گیاهان رشد یافته در هوای آزاد(شرایط طبیعی) نسبت به اتاقک رشد، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (۴/۲ در مقابل ۲/۷ گرم به ازای هر بنه). همچنین دوره ۱۲۰ روز نسبت به ۶۰ روز انتظار سبب کاهش بیشتر وزن بنه در پایان فصل رشد شد. در این آزمایش اتاقک رشد، دوره انتظار ۱۲۰ روز و وزن بیشتر بنه‌ها، فاصله زمانی از کاشت تا ظهور اندام هوایی را به طور معنی‌داری کاهش و سطح برگ گیاه را افزایش داد. در آزمایش دوم، روز تا ظهور اندام هوایی، سطح برگ و تعداد جوانه‌های رویشی فعال، تحت تأثیر گروه‌های مختلف وزنی بنه قرار نگرفت ولی اتاقک رشد روز تا ظهور اندام هوایی را به طور معنی‌داری نسبت به محیط بیرون کاهش داد. فاصله از کاشت تا ظهور اندام هوایی در دوره انتظار ۱۲۰ نسبت به ۶۰ روز، طولانی‌تر اما مشابه نتایج آزمایش اول، این فاصله پس از اولین آبیاری در دوره ۱۲۰ روز انتظار کوتاه‌تر شد. در آزمایش سوم و چهارم، رژیم های مختلف نوری تأثیر معنی داری بر فاصله زمانی از کاشت تا ظهور اندام هوایی، وزن خشک ریشه و اندام هوایی، سطح برگ و تعداد جوانه‌های فعال در هر بنه داشت ($P\leq$ ۰/۰۱). تمامی صفات فوق با افزایش مدت روشنایی از ۶/۵ به ۱۶ ساعت، افزایش یافتند. در آزمایش سوم، ۳۳ و ۷۵ درصد از بنه‌ها به ترتیب در رژیم نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و هوای آزاد تولید گل کردند. این در حالی است که در آزمایش چهارم، ۱۰۰ درصد از بنه ها در رژیم نوری ۱۶ و ۸ ساعت روشنایی و تاریکی و ۷۰ درصد بنه‌ها در محیط بیرون، تولید گل کردند. گیاهانی که در رژیم نوری ۶/۵ ساعت روشنایی و ۵/۵ ساعت تاریکی قرار داشتند در هردو آزمایش تولید گل نداشتند.

واژه های کلیدی: زعفران (*Crocus sativus* L.)، بنه، فتوپریود، مدت انتظار.

مقدمه

زعفران گیاهی است علفی، چندساله که در مناطقی با زمستان سرد و تابستان گرم کشت می شود. این گیاه به دلیل داشتن نیچ اکولوژیک ویژه‌ای نسبت به سایر گیاهان زراعی و نیز به جهت دارا بودن ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی منحصر به فرد از اهمیت خاصی برخوردار است. اطلاعات زیادی در بارهٔ خصوصیات گیاهشناسی این گیاه وجود دارد اما در ارتباط با خصوصیات اکوفیزیولوژیکی آن اطلاعات اندکی موجود است. بررسی‌های متعدد نشان داده است که

۱و۲ به ترتیب اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

نور و درجه حرارت نقش مؤثری در فعالیت‌های بیولوژیکی از جمله تنظیم دوره خواب، رشد رویشی ، زایشی و گل دهی بسیاری از گیاهان دارد. در این ارتباط، بررسی ها در مورد زعفران نشان داده است که مهمترین عامل محیطی مؤثر در شروع گل‌دهی ، تغییرات دمای روزانه است و مناسب‌ترین دما برای این فرآیند ۹تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد . مطالعات مولینا و همکاران (۱۳) نشان داد که در انتهای رشد رویشی، بنه‌های زعفران فاقد جوانه آغازین گل هستند[1] و بنابراین برای تشکیل جوانه گل لازم است که بنه‌ها در یک رژیم حرارتی مناسب نگهداری شوند. این زمان که به دوره رکود موسوم است، تمایز و تکوین اندام‌های گل[2] (فعالیت مریستمی جوانه انتهایی) تحت تأثیر هورمون‌های رشد شروع می‌شود و سپس در پاییز تحت تأثیر درجه حرارت و فتوپریود ، جوانه‌های گل بالغ و ظهور گل آغاز می‌شود. مولینا و همکاران(۱۵) بیان داشتندکه در شرایط کنترل شده دامنه درجه حرارت مناسب برای تشکیل و تمایز اندام‌های زایشی ۲۳تا۲۷ درجه سانتی گراد می‌باشد. در آزمایش این محققان دامنه‌ای از ۶۰ تا ۱۵۰ روز قرارگیری بنه های زعفران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تاثیر معنی‌داری در تشکیل گل و اندازه گل نداشت اما تأثیر آن بر زمان ظهور گل‌ها معنی‌دار بود، بطوری که با افزایش دوره تیمار گرمایی مدت زمان بعدی قرارگیری گیاه در تیمار سرمایی(۱۷درجه سانتی گراد) برای ظهور گل، بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت . مولینا و همکاران (۱۳) خاطر نشان ساختند که افزایش مدت قرارگیری بنه‌ها در تیمار گرمایی ۲۵ درجه سانتی گراد پس از ۱۲۰ روز منجر به کاهش وزن بنه و ۱۸۰ روز قرار گیری بنه ها در این دما، وزن بنه و متعاقب آن تعداد گل در بنه را بشدت کاهش خواهد داد.

1 - Flower primordial
2- Flower initiation

پاندی وسریوستاوا (۱۸) اظهار داشتند افزایش قطر بنه در احتمال روئیدن برگ‌ها، تعداد برگ‌ها و درصد گل آوری زعفران نقش مثبتی دارد. دیماسترو و راتا (۸) در مطالعات خود بیان داشتند اندازه بنه تأثیر معنی‌داری در میزان گل‌دهی گیاه دارد ولی روی وزن کلاله اثری ندارد. صادقی (۳) در یک آزمایش سه ساله اظهار داشت که بنه‌های درشت نه تنها محصول سال اول مزرعه را افزایش می‌دهند بلکه از طریق تولید بنه های دختری بزرگ‌تر محصول سال‌های بعد را نیز افزایش می‌دهند. ایشان اهمیت بنه‌های با وزن بیش از ۱۰ گرم را برای دستیابی به عملکردهای بالا مورد تأکید قرار داد. امید بیگی و همکاران (۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین اندازه بنه، تعداد و عملکرد گل گزارش کردند. مطالعات را نگاها (۲۰) در نیوزلند نشان داد که اندازه بنه تأثیر معنی‌داری بر تولید بنه‌های دختری، تولید گل و عملکرد زعفران در سال اول و سال های بعدی دارد. با وجود اینکه عملکرد این گیاه نسبت مستقیم با خصوصیات بنه و طول فصل رشد داد ولی عوامل محیطی بویژه درجه حرارت و فتوپریود نقش کلیدی و تعیین کننده‌ای در عملکرد این گیاه دارند (۱۰ و ۱۹). بنابراین درک چگونگی تأثیر این عوامل بر فرایندهای رشد و نمو و تولید گل به عنوان یک ضرورت مورد توجه است. بر این اساس مطالعه حاضر با اهداف زیر اجرا شد.

۱- بررسی تأثیر مدت انتظار (دوره رکود) و محیط رشد بنه بر خصوصیات بنه و اندام هوایی گیاه.

۲- بررسی اثرات متقابل فتوپریود و وزن بنه بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر مدت و شرایط انتظار، اندازه بنه و فتوپریود بر خصوصیات بنه و اندام هوایی زعفران چهار

آزمایش متفاوت طی سال‌های زراعی(۸۴- ۱۳۸۲) در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد اجرا شد. در هردو سال آزمایش، بنه‌های موردنیاز برای انجام آزمایش‌ها در اواخر اردیبهشت ماه از مزارع جنوب خراسان (شهرستان گناباد) تهیه شدند. از میان بنه‌ها، سه گروه وزنی شامل بنه‌های بین ۴ تا۶ گرم ، ۷ تا۹ گرم و ۱۰تا۱۲ گرم ، انتخاب و برای انجام آزمایش‌ها ضدعفونی شدند.

آزمایش اول: این آزمایش در سال زراعی(۸۳- ۱۳۸۲) انجام شد. در این آزمایش سه گروه وزنی بنه به مدت ۶۰ و ۱۲۰ روز انتظار (دوره رکود) در دو محیط رشد ، شامل اتاقک رشد (شرایط تاریکی و دمای ثابت ۲۷ درجه سانتیگراد) و هوای آزاد (محیط بیرون از گلخانه) هم زمان، نگهداری شدند. بنه‌ها در گلدان‌های پلاستیکی به حجم سه لیتر که از ماسه شسته شده پر شده بودند، قرار گرفتند. پس از پایان مدت انتظار برای هر تیمار، بنه‌ها بلافاصله آبیاری و به دمای ثابت ۱۷ درجه سانتیگراد و رژیم نوری ۱۶ و ۸ ساعت (به ترتیب روشنایی و تاریکی) منتقل شدند. عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از طریق محلول غذایی هوگلند در زمان آبیاری در اختیار گیاهان قرار گرفت.

آزمایش دوم : این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۳ با هدف بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف نوری بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه انجام شد. مشابه آزمایش قبلی سه گروه وزنی بنه (با این تفاوت که این بنه‌ها در اوایل پاییز ۱۳۸۳ از مزارع زعفران تهیه شدند و دوره انتظار و رکود خود را به صورت طبیعی در مزرعه گذرانده بودند) در سه رژیم مختلف نوری شامل ۸/۱۶ ساعت (به ترتیب روشنایی و تاریکی) و ۶/۵ - ۵/۵ ساعت (روشنایی/ تاریکی) و هوای آزاد در گلدان‌های پلاستیکی قرار گرفتند و بلافاصله آبیاری شدند. در طول مدت آزمایش دما ثابت و برابر ۱۷ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

آزمایش سوم: این آزمایش در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ مشابه با مراحل اجرای آزمایش اول انجام شد، با این تفاوت که به جای استفاده از بستر شن برای رشد و نمو بنه‌ها، از خاک مزرعه استفاده شد و همچنین با شروع آبیاری برای هر تیمار در زمان‌های مورد نظر، بنه‌ها به اتاقک رشد با دمای ۱۷ و ۷ درجه سانتیگراد (روز/ شب) منتقل شدند.

آزمایش چهارم : این آزمایش نیز مشابه با آزمایش دوم در سال زراعی ۱۳۸۴ انجام شد با این تفاوت که بنه‌ها پس از انتقال به اتاقک رشد در دمای ۱۷ و ۷ درجه سانتیگراد به ترتیب روشنایی/ تاریکی قرار گرفتند. در تمامی آزمایش‌ها ۱ الی ۴، روز از کاشت بنه‌ها در گلدان ها تا ظهور اولین جوانه‌های رویشی و ظهور اولین گل ثبت شد. هنگامی که اولین علایم زردشدگی برگ‌ها در گیاهان ظاهر شد ، گلدان‌ها تخریب وبخش های هوایی و زیر زمینی از یکدیگر تفکیک شدند. در این مرحله صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی شامل تعداد گل، تعداد جوانه‌های رویشی فعال در هر بنه ، سطح برگ ، بیوماس اندام هوایی ، افت وزن بنه پس از پایان فصل رشد و وزن خشک ریشه برای هر بنه در تیمارهای مورد بررسی ثبت شد. سطح برگ گیاه توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ تعیین شد. وزن خشک برگ و بیوماس اندام هوایی پس از قرار گیری آنها در آون ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند.

تجزیه واریانس و تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT-C و JMP انجام شد و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دانه‌ای دانکن ($P\leq$ ۰/۰۵) انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر درجه حرارت ، شرایط انتظار و وزن اولیه بنه

افت وزن بنه پس از دوره رشد؛ نتایج حاصل از مقایسه

میانگین ها نشان داد بنه‌هایی که دوره انتظار خود را در هوای آزاد و دمای محیط گذرانده بودند نسبت به بنه‌های داخل اتاقک رشد افت وزن بیشتری داشتند (۴/۲ در مقابل ۲/۷ گرم به ازای هر بنه). شرایط دمای متغیر هوای آزاد و متعاقب آن افزایش تنفس در بنه‌هایی که در این شرایط قرار داشتند، احتمالاً از دلایل اصلی افت بیشتر وزن بنه‌ها پس از پایان فصل رشد می‌باشد.در سال دوم نتایج متفاوتی مشاهده شد. در این سال بنه‌ها نه تنها افت وزن نداشتند بلکه به دلیل رشد و نمو بیشتر ، افزایش وزن پیدا کردند (جدول های ۱ و۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل شرایط انتظار و دوره انتظار بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول *)

شرایط انتظار، دوره انتظار (روز)	افت وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
اتاقک رشد، ۶۰	۲/۴۲ b	۴۰/۳b	۲۸/۵۲a	۰/۴۳a	۰/۲۲a	۶/۴a
اتاقک رشد، ۱۲۰	۳/۰۲b	۹/۳d	۲۳/۷۲ab	۰/۴۷a	۰/۴۷a	۴/۵c
هوای آزاد، ۶۰	۳/۸۳a	۴۵/۶a	۱۶/۹۱b	۰/۲۶a	۰/۲۷ a	۳/۲d
هوای آزاد، ۱۲۰	۴/۴۳a	۳۳/۰c	۲۰/۴۲ab	۰/۲۸a	۰/۲۷a	۵/۸b

*: درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل شرایط انتظار و دوره انتظار بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم*)

شرایط انتظار، دوره انتظار (روز)	وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
اتاقک رشد، ۶۰	۱۲/۵۷ ab	۳۵/۴ a	۸۷/۷ a	۱/۴۱ b	۰/۱۵۱ b	۷/۵ a
اتاقک رشد، ۱۲۰	۱۵/۵۳ a	۱۳/۸ b	۷۹/۹ a	۱/۰۰ a	۱/۰۲ a	۳/۸ b
هوای آزاد، ۶۰	۱۰/۴۳ b	۴۰/۶a	۷۷/۳ a	۱/۲۰ b	۰/۲۷ b	۷/۳d
هوای آزاد، ۱۲۰	۱۳/۴۴ ab	۱۷/۴ b	۸۰/۷ a	۱/۱ a	۱/۰۰ a	۶/۳ ab

*: درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

در این آزمایش به نظر می‌رسد که کاهش درجه حرارت در دوره تاریکی (کاهش درجه حرارت از ۱۷ به ۷ درجه سانتیگراد در سال دوم) و متعاقب آن کاهش تنفس و مصرف مواد ذخیره شده در بنه‌ها، احتمالاً دلایل اصلی عدم کاهش وزن بنه‌ها در تیمارهای مورد بررسی است. در سال اول آزمایش، دوره انتظار تأثیر معنی‌داری بر افت وزن بنه‌ها پس از دوره رشد داشت ولی در سال دوم بنه‌هایی که دوره انتظار آنها طولانی‌تر بود، در پایان دوره رشد از وزن بیشتری برخوردار بودند. در سال اول آزمایش ، افت بیشتر وزن بنه‌ها در دوره انتظار ۱۲۰ نسبت به ۶۰ روز احتمالاً به تنفس بیشتر و مصرف بیشتر ذخایر بنه‌ها در دوره طولانی‌تر انتظار مربوط می‌شود. در این ارتباط بن هاد و همکاران (۷) در مطالعه اثردرجه حرارت بر وزن نهایی بنه‌های گونه *Anemone coronaria* L. بیان داشتند که درجه حرارت‌های بالا و طول روز کوتاه، اندازه نهایی بنه‌ها را کاهش می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بنه‌های گروه وزنی ۴ تا۶ گرم نسبت به دو گروه وزنی دیگر پس از دوره رشد، افت وزن کمتری داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر وزن بنه بر صفات ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول *)

وزن بنه (گرم)	افت وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۶-۴	۳/۲۰ b	۳۶/۵a	۰/۱۸ b	۰/۱۸ b	۱۱/۸۳ c	۳/۸ c
۹-۷	۴/۶۲ a	۳۴/۴ b	۰/۲۴ ab	۰/۳۰ ab	۱۹/۸۳ b	۴/۸ b
۱۲-۱۰	۴/۴۰ a	۳۰/۸ b	۰/۵۱ a	۰/۵۹ a	۳۵/۵۶ a	۶/۴ a

*: درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل شرایط انتظار، دوره انتظار و وزن بنه بر افت وزن بنه (جدول ۹) نشان داد که بیشترین افت وزن بنه مربوط به بنه‌های با وزن ۱۰تا۱۲ گرم بود که به مدت ۱۲۰ روز در هوای آزاد قرار گرفته بودند و کمترین افت وزن مربوط به بنه‌های با وزن۴ تا ۶ گرم بود که در درون اتاقک رشد به مدت ۶۰ روز انتظار قرار گرفته بودند. در این ارتباط نتایج سال دوم متفاوت با نتایج سال اول آزمایش بود، به طوری که بنه هایی که از وزن بالاتری برخوردار بودند، در ترکیبات تیماری مختلف برتری وزنی خود را تا پایان فصل رشد حفظ کردند. بالاترین وزن بنه مربوط به بنه‌هایی بود که در درون اتاقک رشد و دوره انتظار ۱۲۰ روز رشد کردند و کمترین وزن بنه مربوط به گیاهانی بود که به مدت ۶۰ روز انتظار در هوایی آزاد رشدکرده بودند (جدول ۱۰).

فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی: تعداد روز تا ظهور اندام رویشی بنه‌هایی که در اتاقک رشد قرار داشتند نسبت به بنه‌هایی که در هوای آزاد نگهداری شدند، بطور معنی‌داری کوتاهتر بود ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین دوره انتظار ۱۲۰ نسبت به ۶۰ روز فاصله زمانی تا ظهور اندام‌های هوایی را پس از اولین آبیاری بطور معنی‌داری کمتر کرد (۲۰ روز در مقابل ۴۴ روز). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل شرایط و دوره انتظار در سال‌های مورد بررسی نشان

داد که تفاوت‌های معنی‌داری بین ترکیبات تیماری مختلف از نظر فاصله زمانی تا ظهور اندام های رویشی پس از اولین آبیاری وجود دارد (P≤ ۰/۰۵). بطوری که کمترین و بیشترین فاصله زمانی تا ظهور اندام‌های رویشی به ترتیب مربوط به ترکیب تیماری اتاقک رشد و دوره انتظار ۱۲۰ روز و هوای آزاد و دوره انتظار ۶۰ روز بود (جدول های ۱ و۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فاصله زمانی تا ظهور اندام‌هوایی در بنه‌های سنگین‌تر، بطور معنی‌داری کوتاه‌تر از بنه‌های سبکتر است (جدول های۳ و ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر وزن بنه بر صفات ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم*)

وزن بنه (گرم)	وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۶-۴	۱۰/۴۰ a	۲۷/۹a	۰/۵۳ b	۰/۹۱ a	۶۶/۹ a	۳/۸ c
۹-۷	۱۲/۵۳ ab	۲۸/۲ b	۰/۶۲ a	۱/۲۶ a	۸۴/۵ a	۵/۵ b
۱۲-۱۰	۱۶/۰۴ b	۲۴/۰ b	۰/۶۶ a	۱/۳۷ a	۹۲/۶ a	۷/۵ a

*: درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.
- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P≤۰/۰۵) اختلاف معنی داری ندارند.

احتمالاً ذخایر بالاتر بنه ها در فعال شدن سریعتر جوانه‌های رویشی آن مؤثر می‌باشد. در هردو سال آزمایش، کمترین و بیشترین فاصله زمانی از اولین آبیاری تا ظهور اندام هوایی مربوط به ترکیب تیماری اتاقک رشد ، گروه وزنی ۱۰تا۱۲ گرم و هوای آزاد و گروه وزنی ۴ تا ۶ گرم بود (جدول‌های ۵ و۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل شرایط انتظار، دوره انتظار و وزن اولیه بنه بر فاصله زمانی تا ظهور اندام‌های رویشی در سال‌های مورد بررسی نشان داد که رشد بنه‌ها در اتاقک رشد به مدت ۱۲۰ روز انتظار در هر سه گروه وزنی اختلاف معنی‌داری با سایر ترکیبات از نظر تعداد روز تا ظهور اندام‌های رویشی دارند و این فاصله به طور معنی‌داری(P≤ ۰/۰۵) در ترکیبات تیماری فوق نسبت به سایر ترکیبات تیماری کوتاه‌تر بود (جدول های ۹ و۱۰).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل شرایط انتظار و وزن بنه بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول*)

شرایط انتظار، وزن بنه (گرم)	افت وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
اتاقک رشد، ۴-۶	۱/۶۷ c	۲۶/۳ c	۱۴/۸۶ bc	۰/۲۵ b	/۲۳ ab	۴/۳ d
اتاقک رشد، ۷-۹	۳/۵۶ b	۲۴/ ۱ c	۱۹/۱۳ bc	۰/۳۲ ab	۰/۲۱ ab	۵/۳ c
اتاقک رشد، ۱۰-۱۲	۳/۰۰ bc	۲۴/۰ c	۴۴/۴۵ a	۰/۶۶ a	۰/۶۰ a	۶/۸ a
هوای آزاد، ۴- ۶	۳/۸۰ ab	۴۶/۷ a	۸/۸ c	۰/۱۳ b	۰/۱۵ b	۳/۳ e
هوای آزاد، ۷- ۹	۳/۷۲ a	۳۶/۷ b	۲۰/۵۳ b	۰/۲۶ ab	۰/۲۸ ab	۴/۳ d
هوای آزاد، ۱۰- ۱۲	۳/۴۵ b	۳۷/۴ b	۲۶/۶۶ b	۰/۴۲ ab	۰/۴۶ ab	۵/۸ b

* : درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.
- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P≤۰/۰۵) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل شرایط انتظار و وزن بنه بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم *)

شرایط انتظار، وزن بنه (گرم)	وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
اتاقک رشد، ۴-۶	۱۰/۵۸ b	۱۱۳/۵ bc	۷۷/۰۰ abc	۱/۰۴ a	۰/۶۳ a	۴/۵ b
اتاقک رشد، ۷-۹	۱۴ ab	۱۱۹/۷ ab	۹۹/۷ ab	۱/۴۰ a	۰/۶۴ a	۶/۷ ab
اتاقک رشد، ۱۰-۱۲	۱۷/۶ a	۱۱۰/۷ c	۷۴/۷۰ abc	۱/۲۰ a	۰/۵۰ a	۵/۸ ab
هوای آزاد، ۴- ۶	۱۰/۲۲ b	۱۲۲/۳ a	۵۴/۸۰ c	۰/۷۷ a	۰/۴۸ a	۵/۰ b
هوای آزاد، ۷- ۹	۱۱/۱ b	۱۱۷/۳ ab	۶۹/۳۰ bc	۱/۱۲ a	۰/۶۰ a	۶/۳ ab
هوای آزاد، ۱۰- ۱۲	۱۴/۵ ab	۱۱۷/۲ ab	۱۱۰/۸ a	۱/۵۵ a	۰/۸۲ a	۹/۲ a

* : درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول۷ - مقایسه میانگین اثر متقابل دوره انتظار و وزن بنه بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول*)

دورهٔ انتظار (روز)، وزن بنه (گرم)	افت وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۶۰ ،۴-۶	۲/۸۴ c	۴۹/۵ a	۱۱/۶۵ b	۰/۱۶ a	۰/۱۱ a	۴/۳a
۶۰ ،۷-۹	۳/۴۲ ab	۳۹/۸ b	۱۸/۰۱ b	۰/۲۵ a	۰/۱۶ a	۳/۸bc
۶۰ ،۱۰-۱۲	۲/۴۷ c	۴۲/۵ ab	۳۸/۴۹ a	۰/۶۱ a	۰/۴۸ a	۶/4a
۱۲۰ ،۴-۶	۲/۶۴ a	۲۳/۵ c	۱۲/۰۱ b	۰/۲۰ a	۰/۲۴ a	۳/۳ c
۱۲۰ ،۷-۹	۳/۸۲ c	۲۰/۸ c	۲۱/۶۵ b	۰/۳۵ a	۰/۳۲ a	۵/۸ a
۱۲۰ ،۱۰-۱۲	۳/۹۷ bc	۱۹/۰۰ c	۳۲/۶۳ a	۰/۵۷ a	۰/۵۴ a	۶/۴ a

* : درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۸ – مقایسه میانگین اثر متقابل دوره انتظار و وزن بنه بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم *)

دورهٔ انتظار (روز)، وزن بنه (گرم)	وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۶۰ ،۴-۶	۸/۸ c	۴۰/۲ a	۶۴/۴ a	۰/۹۱ b	۰/۱۲ b	۵/۶ ab
۶۰ ،۷-۹	۱۱/۱ bc	۳۹/۸ a	۸۷/۹ a	۱/۵۱ a	۰/۲۵ b	۸/۳ a
۶۰ ،۱۰-۱۲	۱۴/۶ ab	۳۴/۰ ab	۹۵/۰ a	۱/۵۴ a	۰/۲۵ b	۸/۳ a
۱۲۰ ،۴-۶	۱۲/۰ abc	۱۵/۸ b	۶۹/۴ a	۰/۹۰ b	۰/۹۹ a	۳/۸۳ b
۱۲۰ ،۷-۹	۱۳/۹ ab	۱۷/۲ b	۸۱/۱ a	۱/۰۰ ab	۰/۹۹ a	۴/۷ ab
۱۲۰ ،۱۰-۱۲	۱۷/۵ a	۱۴/۰ b	۹۰/۵ a	۱/۲۳ ab	۱/۰۷ a	۶/۶ ab

* : درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل دوره انتظار، شرایط انتظار و وزن بنه بر صفات ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول*)

شرایط انتظار، دورهٔ انتظار (روز)، وزن بنه (گرم)	افت وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
اتاقک رشد، ۶۰ ، ۴-۶	۱/۴۲ c	۴۰/۵ bc	۱۵/۴۱ cd	۰/۲۳ a	۰/۱۱ a	5/87 cd
اتاقک رشد، ۶۰ ،۷-۹	۳/۲۴ bc	۳۹/۵ bc	۲۰/۸۸ cd	۰/۳۰ a	۰/۱۱ a	5/62 de
اتاقک رشد، ۶۰ ، ۱۰-۱۲	۳/۲۵ bc	۴۱/۰ bc	۴۹/۲۷ a	۰/۷۴ a	0/45 a	7/75 a
اتاقک رشد، ۱۲۰، ۴-۶	۱/۸۶ bc	۱۲/۰ d	۱۴/۳۱ cd	۰/۲۷ a	0/33 a	2/62 g
اتاقک رشد، ۱۲۰، ۷-۹	۳/۴۹ bc	۸/۵ d	۱۷/۲۸ cd	۰/۳۵ a	0/51 a	5/0 e
اتاقک رشد، ۱۲۰، ۱۰-۱۲	۳/۷۵ bc	۷/۳ d	۳۹/۶۲ ab	۰/۷۹ a	0/76 a	6/0 bcd
هوای آزاد، ۶۰ ،۴-۶	۴/۲۰ b	۸۵/۵ d	۷/۹ d	۰/۱۰ a	0/11 a	2/6 g
هوای آزاد، ۶۰ ، ۷-۹	۳/۶ b	۴۰/۳ bc	۱۵/۱۳ cd	۰/۲۰ a	0/21 a	2/0 g
هوای آزاد ، ۶۰ ، ۱۰-۱۲	۳/۷۰ bc	۴۴/۰ b	۲۷/۷ bc	0/48 a	0/51 a	5/0 c
هوای آزاد، ۱۲۰، ۴-۶	۳/۰۵ bc	۳۵/۰ bc	۹/۷۰ d	۰/۱۳ a	0/16 a	4/0 f
هوای آزاد، ۱۲۰، ۷-۹	۴/۳۸ ab	۳۳/۳ bc	۲۵/۹۳ bc	۰/۳۵ a	0/32 a	6/6 bc
هوای آزاد ، ۱۲۰،۱۰-۱۲	۵/۲۴ a	۳۰/۸ c	۲۵/۶۳ bc	۰/۳۶ a	0/33 a	6/75 b

* : درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل دوره انتظار، شرایط انتظار و وزن بنه بر صفات ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول *)

شرایط انتظار، دورهٔ انتظار (روز)، وزن بنه (گرم)	وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی(روز)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	زیست توده اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
اتاقک رشد، ۶۰ ، ۴-۶	۹/۹۷ bc	۹۴/۰ cd	۷۶/۸ ab	۱/۱۱ abc	۰/۵۱ de	۵/۷ abc
اتاقک رشد، ۶۰ ،۷-۹	۱۱/۶۶ abc	۱۰۱/۷ bc	۱۱۱/۹ a	۱/۷۵ a	۰/۰۷ e	۹/۷ a
اتاقک رشد، ۶۰ ، ۱۰-۱۲	۱۶/۰۷ ab	۹۰/۷ d	۷۵/۳۴ ab	۱/۳۸ abc	۰/۲۳ cde	۷/۳ abc
اتاقک رشد، ۱۲۰، ۴-۶	۱۱/۱۸ bc	۱۳۳/۰ a	۷۷/۲۱ ab	۰/۸۷ abc	۱/۱۱ ab	۳/۳ c
اتاقک رشد، ۱۲۰، ۷-۹	۱۶/۳۳ ab	۱۳۷/۸ a	۸۸/۵۰ ab	۱/۰۲ abc	۱/۲۰ a	۳/۷ bc
اتاقک رشد، ۱۲۰، ۱۰-۱۲	۱۹/۰۸ a	۱۳۰/۷ a	۷۴/۰ ab	۱/۰۰ abc	۰/۷۸abcd	۴/۳ abc
هوای آزاد، ۶۰ ،۴-۶	۷/۵۵ c	۱۰۶/۳ b	۵۲/۰ b	۰/۷۱ c	۰/۹۰ abc	۵/۷ abc
هوای آزاد، ۶۰ ، ۷-۹	۱۰/۵۸ bc	۹۸/۰ bcd	۶۵/۰ ab	۱/۲۶ abc	۰/۴۳bcde	۷/۰ abc
هوای آزاد ، ۶۰ ، ۱۰-۱۲	۱۳/۱۳ abc	۹۷/۳ cd	۱۱۵/۰ a	۱/۹۳ ab	۰/۲۶ cde	۹/۳ a
هوای آزاد، ۱۲۰، ۴-۶	۱۲/۸۸ abc	۱۸۳/۳ a	۶۱/۷ ab	۰/۸۳ bc	۰/۸۷ abc	۴/۳ abc
هوای آزاد، ۱۲۰، ۷-۹	۱۱/۵۴ abc	۱۳۶/۷ a	۷۳/۶ ab	۰/۹۷ abc	۰/۷۷a bcd	۵/۷ abc
هوای آزاد ، ۱۰،۱۲۰-۱۲	۱۵/۸۹ ab	۱۳۷/۳a	۱۰۷/۰ ab	۱/۴۷ abc	۱/۴۰ a	۹/۰ ab

* : درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

نکته قابل توجه این است که گرچه ظهور اندام‌های رویشی پس از اعمال اولین آبیاری در دوره انتظار ۱۲۰ نسبت به ۶۰ روز سریعتر اتفاق افتاد، اما فاصله از کاشت تا ظهور اندام‌های رویشی در بنه‌هایی که دوره انتظار آنها ۶۰ روز بود به طور معنی‌داری کوتاه تر از آنهایی بود که دوره انتظارآنها ۱۲۰ روز بود. احتمالاً بنه‌هایی که دوره انتظار آنها ۶۰ روز بوده است با وجود اینکه از نظر تشکیل و یا تمایز اندام‌های رویشی نسبت به بنه‌هایی که دوره انتظار آنها ۱۲۰ روز بوده است، تکامل کمتری یافته اند، ولی انجام آبیاری زودتر، تمایز و تکامل اندام‌هوایی را تسریع و در نهایت فاصله زمانی فوق در دوره انتظار ۶۰ نسبت به ۱۲۰ روز کاهش یافته است. مولینا و همکاران (۱۳) در رابطه با ظهور اندامهای زایشی بیان داشتند که تعداد گل های تشکیل شده در هر بنه و تعداد روز تا ظهور گل وابسته به دوره انتظار است بطوری که با افزایش دوره تیمار گرمایی تعداد روز تا ظهور گلها در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد (تیمار سرمایی) کاهش می‌یابد.

سطح برگ: در سال اول آزمایش بنه‌های درون اتاقک رشد نسبت به بنه‌هایی که در هوای آزاد رشد یافته بودند، سطح برگ بالاتری تولید نمودند (۲۵/۵ در مقابل ۱۸/۵ سانتی‌متر مربع). این برتری در سال دوم آزمایش نیز وجود داشت (۹۰ در مقابل ۷۰ سانتی‌متر مربع). احتمالاً مصرف کمتر ذخایر در بنه‌هایی که در اتاقک رشد و شرایط دمای ثابت قرار داشتنه اند باعث شده است که بنه‌های فوق از پتانسیل بالاتری برای گسترش سطح برگ و اندام‌هوایی

برخوردار باشند. شرایط دمایی متغییر در تیمار هوای آزاد ، احتمالاً تنفس و مصرف ذخایر بنه‌ها را افزایش داده است. بطور کلی، سطح برگ بالاتر گیاهان در سال دوم آزمایش به کاهش درجه حرارت دوره تاریکی (۷ درجه سانتیگراد) در این سال و مصرف‌کمتر مواد فتوسنتزی تولید شده در فعل انفعالات تنفسی و اختصاص بیشتر آن به اندام‌های گیاه وا ز جمله برگ‌ها مربوط می‌شود.

بطور کلی نتایج بررسی‌ها نشان داد که بنه‌هایی که در گروه وزنی بالاتری قرار دارند به طور معنی داری از سطح برگ بالاتری نیز برخوردار هستند. این نتایج مؤید نتایج پاندی و سریواستاوا (۱۸) می‌باشد. در بنه‌های بزرگتر، تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های کوچکتر کمی زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر و سطح بیشتر برگ‌ها این امکان را برای گیاه فراهم می‌آورد که از نهاده‌ها به صورت بهینه استفاده کند تا تولید مواد فتوسنتری بیشتر و بنه‌های بزرگتری در پایان فصل رشد تولید شود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل شرایط انتظار، دوره انتظار و وزن بنه در جدول‌های ۹ و ۱۰ خلاصه شده است. در اغلب ترکیبات تیماری، بنه‌های با وزن اولیه بیشتر و دوره انتظار ۶۰ روز در پایان فصل رشد، سطح برگ بیشتری تولید نمودند. ذخایر بیشتر بنه‌های بزرگتر و بنابر این پتانسیل بالاتر آنها برای رشد رویشی و نیز فاصله زمانی کوتاه‌تر تا ظهور اندام رویشی در این بنه ها (دوره فعالیت طولانی‌تر این بنه‌ها پس از اولین آبیاری) از دلایل اصلی سطح برگ بالاتر در شرایط فوق می‌باشد.

زیست توده اندام هوایی: در سال اول آزمایش ، بنه‌هایی که در داخل اتاقک رشد قرار گرفته بودند نسبت به تیمار هوای آزاد از زیست توده بیشتری در پایان فصل رشد برخوردار بودند (۰/۴۵ گرم در مقابل ۰/۲۶ گرم به ازای هر بوته). در این آزمایش وزن اولیه بنه و اثر متقابل شرایط انتظار و وزن اولیه بنه ، تأثیر معنی‌داری بر زیست توده اندام هوایی داشت ($P \leq$ ۰/۰۱)، بطوری که با افزایش وزن اولیه بنه، زیست توده اندام هوایی افزایش یافت (جدول ۳). دامنه تغییر زیست توده اندام‌هوایی از۰/۱۳ گرم در بوته در ترکیب تیماری هوای آزاد و گروه وزنی ۴ تا ۶ گرم تا ۰/۶۶ گرم در بوته در ترکیب تیماری اتاقک رشد و گروه ورنی ۱۰ تا ۱۲ گرم متفاوت بود (جدول ۵). نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها در سال دوم آزمایش نشان داد که دوره انتظار ۶۰ روز و بنه های مادری سنگین‌تر، زیست توده اندام هوایی بیشتری دارند، دامنه تغییر زیست توده اندام هوایی در این ترکیب تیماری از۰/۹ گرم در بوته در دوره انتظار ۱۲۰ روز و گروه وزنی ۴ تا ۶ گرم تا ۱/۵۴ گرم در دوره انتظار ۶۰ روز و گروه وزنی۱۰ تا ۱۲ گرم متفاوت بود (جدول ۸). بنه‌های مادری بزرگتر به دلیل برخورداری از ذخایر بیشتر برای رشد و نمو بعدی گیاه و نیز فاصله زمانی کوتاه‌تر در دوره انتظار۶۰ روز برای ظهور اندام‌های رویشی و ایجاد فرصت بیشتر برای تولید مواد فتوسنتزی از جمله دلایلی هستند که زیست توده بیشتر اندام هوایی را در این ترکیب تیماری توجیه می‌نمایند.

وزن خشک ریشه: در سال اول آزمایش وزن خشک ریشه در بنه‌هایی که در اتاقک رشد قرار داشتند تفاوت معنی‌داری با بنه‌هایی داشت که در هوای آزاد قرار گرفته بودند (۰/۳۵ در مقابل ۰/۲۷ گرم در بوته). همچنین بنه‌هایی با دوره انتظار ۱۲۰ نسبت به ۶۰ روز در پایان فصل رشد از وزن خشک ریشه بیشتری برخوردار بودند (۰/۳۶ در مقابل ۰/۲۵ گرم در بوته). احتمالاً زمان طولانی‌تر دوره انتظار، این فرصت را برای فعالیت و تکامل بیشتر جوانه‌های مولد ریشه در سطح بنه فراهم کرده است که متعاقب آن رشد ریشه در این شرایط افزایش یافته است. در این ارتباط نتایج کاملاً مشابهی نیز در سال دوم آزمایش مشاهده شد. در هر دو سال

مورد بررسی وزن اولیه بنه تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه داشت و با افزایش وزن اولیه بنه، وزن خشک ریشه عموماً افزایش یافت (جدولهای ۳ و۴). نتایج اثر متقابل شرایط انتظار و وزن اولیه بنه در جدول (۵) نشان داد که دامنه تغییر وزن

وزن خشک ریشه از ۰/۱۵ گرم در هوای آزاد و گروه وزنی ۴ تا ۶ گرم تا ۰/۶ گرم در ترکیب تیماری اتاقک رشد و گروه وزنی ۱۰ تا ۱۲ گرم متفاوت بود. ذخایر بالاتر موجود در بنه‌های گروه وزنی ۱۲-۱۰ گرم و سطح تماس بالاتر این بنه‌ها با بستر کاشت، احتمالاً از دلایل اصلی فعالیت بیشتر جوانه‌های مولد ریشه در این ترکیب تیماری است.

تعداد جوانه های رویشی فعال در هر بنه: نتایج سال اول آزمایش نشان داد، بنه‌هایی که دوره انتظار خود را در اتاقک رشد گذرانده بودند از تعداد جوانه‌های رویشی بیشتری نسبت به آنهایی که در هوای آزاد قرار داشتند، برخوردار بودند (۵/۵ در مقابل ۴/۵). در هردو سال مورد بررسی، بنه‌هایی با گروه وزنی بالاتر، تعداد جوانه‌های رویشی بیشتری تولید کردند و اختلاف آن با سایر گروه‌های وزنی معنی‌دار بود (جدول های ۳ و ۴). بنه‌های سنگین‌تر، به دلیل برخورداری از منبع ذخیره‌ای بیشتر و نهایتاً پتانسیل بالاتر برای رشد و تکامل جوانه‌های مولد اندام هوایی، شرایط بهتری را برای فعال نمودن جوانه‌های رویشی موجود در هر بنه را دارا هستند و لذا تعداد جوانه‌های رویشی بیشتری در بنه‌های گروه وزنی ۱۰تا۱۲ گرم مشاهده شد. مطالعات صادقی (۳) در مورد تولید گل در هر بنه نیز نشان داده است که درصد گل آوری در بنه‌های با وزن بیش از ۱۰ گرم به طور چشمگیری افزایش یافته است که این موضوع عمدتاً به ذخایر بالاتر موجود در بنه‌های سنگین تر مربوط می‌شود.

فتوپریود و وزن اولیه بنه

فاصله زمانی تا ظهور اندام‌های رویشی: نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات در سال‌های مورد بررسی نشان دادکه فاصله زمانی از کاشت تا ظهور اندام‌های رویشی در فتوپریود ۸/۱۶ ساعت (به ترتیب روشنایی و تاریکی) به طور معنی‌داری کوتاه تر از فتوپریود ۶/۵-۵/۵ ساعت (روشنایی و تاریکی) بود ولی تفاوت آن با تیمار فتوپریود معمول (هوای آزاد) معنی‌دار نبود (جدول‌های ۱۱ و ۱۲).

جدول ۱۱- نتایج تأثیر فتوپریودهای مختلف بر خصوصیات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول*)

فتوپریود (ساعت)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی (روز)	وزن خشک ریشه (گرم)	زیست توده اندام هوایی(گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۵/۶-۵/۵	۲۲/۲ a	0/222 b	0/718 b	56/02 b	12/۶ a
۱۶-۸	۱۲/۳ b	0/979 a	1/336 a	75/57 a	14/۷ a
معمول	۱۲/۶ b	0/806 a	0/908 b	38/6 c	10/8 b

* : درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۱۲- نتایج تأثیر فتوپریودهای مختلف بر خصوصیات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم *)

فتوپریود (ساعت)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی (روز)	وزن خشک ریشه (گرم)	زیست توده اندام هوایی(گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۵/۶-۵/۵	۱۹/۵ a	۱/۰۶ ab	۱/۰۶ b	۷۱/۱ b	۱۰/۸ a
۱۶-۸	۱۱/۴۳ b	۱/۲۴ a	۱/۸۳ a	۱۲۷/۴ a	۱۰/۷ a
معمول	۱۳/۲ b	۰/۷۲ b	۰/۳۹ c	۲۲/۰۶ c	۴/۹ b

* : درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.
- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

در این ارتباط دو فرض محتمل است ۱- طول روز طولانی‌تر در فتوپریود ۸/۱۶ ساعت و فتوپریود طبیعی ممکن است فعالیت‌های نموی جوانه‌های رویشی بنه‌ها را تحریک و ظهور جوانه‌های مولد اندام‌های هوایی را تسریع نموده باشد ۲- فاصله زمانی کوتاه برای شروع مجدد دوره تاریکی یا روشنایی در فتوپریود ۶/۵- ۵/۵ (روز و شب) باعث اختلال در فعالیت‌های نموی و بیولوژیکی جوانه‌های مولد اندام‌های رویشی شده است و در این صورت زمان ظهور و فعالیت آنها به تأخیر افتاده است. در این ارتباط بن هاد و همکاران (۷) در مطالعه اثر فتوپریود و درجه حرارت برخصوصیات گونه (*Anemone coronaria* L.) بیان داشتندکه طول روز ۱۶ ساعت در مقایسه با طول روز ۸ ساعت، سرعت رشد کورم ها را در این گیاه بیشتر افزایش داد. در حالیکه درجه حرارت های بالا و طول روزهای کوتاه نتیجه عکس بر سرعت رشد کورم داشتند.

وزن خشک ریشه : نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات در سال‌های مورد بررسی نشان داد که بنه‌هایی که در فتوپریود ۶/۵ – ۵/۵ ساعت (روشنایی و تاریکی) و هوای آزاد قرار داشتند در پایان فصل رشد از وزن خشک ریشه کمتری نسبت به فتوپریود ۸/۱۶ ساعت (روشنایی و تاریکی) برخوردار بودند (جدول های ۱۱ و ۱۲) . سطح برگ کمتر و متعاقب آن تولید مواد فتوسنتزی کمتر در فتوپریود ۶/۵ – ۵/۵ ساعت (روشنایی و تاریکی) و هوای آزاد و همچنین اولویت تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی از جمله دلایل وزن کمتر ریشه در تیمارهای فوق می‌باشد. کافی (۵) بیان داشت که مقدار انتقال مواد فتوسنتزی به بنه و ریشه‌ها بستگی به سطح فتوسنتز کننده و راندمان فتوسنتز در واحد سطح برگ دارد. در این ارتباط با افزایش سطح برگ، تولید و مقدار انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها افزایش می‌یابد. در فتوپریود ۸/۱۶ ساعت (روشنایی و تاریکی) برغم اینکه گیاهان از فعالیت رشد زایشی مناسبی برخوردار بودند اما وجود سطح فتوسنتز کننده کافی و فراهمی مواد فتوسنتزی احتمالاً مانع از کاهش وزن خشک ریشه در این تیمار شده است.

زیست توده اندام های هوایی: مقایسه میانگین مشاهدات در سال‌های مورد بررسی نشان داد که زیست توده اندام های هوایی که عمدتاً متأثر از برگ‌ها است در فتوپریود ۸/۱۶ (روشنایی و تاریکی) به طور معنی‌داری بیش از سایر فتوپریود ها بود. احتمالاً زیست توده کمتر اندام های هوایی، به سطح فتوسنتز کننده کمتر و متعاقب آن به تولید

مواد فتوسنتزی کمتر در تیمارهای فوق مربوط می‌شود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل وزن اولیه بنه و فتوپریود (جدول‌های ۱۵ و ۱۶) نشان می‌دهد که فتوپریود ۸/۱۶ ساعت (روشنایی و تاریکی) در گروه‌های مختلف وزنی از زیست توده اندام هوایی بالاتری نسبت به سایر فتوپریودها برخوردار است. فعالیت سریعتر جوانه‌های مولد اندام‌های رویشی، برخورداری از سطح برگ بالاتر و طول روزهای بلندتر برای تولید مواد فتوسنتزی، احتمالا از دلایل اصلی وزن خشک بیشتر اندام هوایی در این تیمار می‌باشند. البته شرایط یکنواخت دما در اتاقک رشد و مصرف کمتر مواد فتوسنتزی تولید شده در فعل و انفعالات تنفسی نسبت به فتوپریود معمول را نباید از نظر دور داشت.

جدول ۱۳- تأثیر وزن اولیه بنه بر خصوصیات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول*)

وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی (روز)	وزن خشک ریشه (گرم)	زیست توده اندام هوایی(گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۶-۴	۱۷/۴۲ a	۰/۵۶ a	۰/۸۱ b	۴۵/۳ b	۱۰/۱ b
۹-۷	۱۵/۵ a	۰/۶۵ a	۱/۰۰ a	۵۷/۲ ab	۱۱/۱ b
۱۲-۱۰	۱۴/۱ a	۰/۸۰ a	۱/۱۴ a	۶۷/۶ a	۱۵/۹ a

* : درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۱۴- تأثیر وزن اولیه بنه بر خصوصیات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم*)

وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی (روز)	وزن خشک ریشه (گرم)	زیست توده اندام هوایی(گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	تعداد جوانه های فعال در هر بنه
۶-۴	۳۳/۸ a	۰/۸۳ a	۰/۸۱ b	۶۲/۵b	۷/۵ b
۹-۷	۳۵/۰ a	۰/۸۸ a	۱/۶۹ a	۷۶/۶ b	۸/۸ ab
۱۲-۱۰	۸۰/۳ b	۱/۳۰ a	۱/۳۱ a	۸۱/۴ a	۱۰/۰ a

* : درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

شیلو و هالوی (۲۲) در مطالعه اثر فتوپریود بر خصوصیات فنولوژی برخی از گیاهان پیازی نتیجه گرفتند که فتوپریود به‌طور مستقیم از طریق تقسیم مواد فتوسنتزی بین گل و پیازها و به طور غیر مستقیم بر کل مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه و نیز عملکرد رویشی آن مؤثر می‌باشد. در این ارتباط با افزایش ساعات روشنایی انتظار می‌رود که تولید ماده خشک در گیاه افزایش یابد.

سطح برگ: از آنجایی که بخش عمده‌ای از زیست توده اندام هوایی را برگ‌ها تشکیل می‌دهند، بنابراین نتایج

مشابهی بین تغییرات سطح برگ و زیست توده اندام هوایی در تیمارهای مختلف قابل مشاهده است. طول روز های کوتاه و متعاقب آن فرصت کمتر برای فعالیت‌های فتوسنتزی و تولید ماده خشک در فتوپریودهای معمول و ۶/۵- ۵/۵ ساعت (روشنایی و تاریکی) نسبت به فتوپریود ۸/۱۶ (روشنایی و تاریکی)، احتمالاً مهمترین دلیل برای کاهش سطح برگ در فتوپریودهای فوق می‌باشد. در تیمار فتوپریود معمول، سطح فتوسنتزی کمتر برای تولید ماده خشک و اولویت اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی تأثیر مضاعفی بر کاهش سطح برگ در این تیمار داشته است (جدول‌های ۱۱ و ۱۲). در یک مطالعه طول روزهای بلند سطح برگ و وزن خشک برگ را در گیاه گلایول افزایش داد در حالیکه طول روزهای کوتاه نتیجه عکس داشت (۲۲).

تعداد جوانه‌های رویشی فعال در هر بنه: تعداد جوانه‌ای رویشی فعال در هر بنه در فتوپریود معمول کمتر و اختلاف آن با فتوپریودهای ۶/۵ - ۵/۵ ساعت و ۸/۱۶ ساعت (روشنایی و تاریکی) معنی‌دار بود. ولی فتوپریودهای۶/۵ - ۵/۵ ساعت و ۸/۱۶ ساعت (روشنایی و تاریکی) از نظر تعداد جوانه‌ای رویشی فعال در هر بنه تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول‌های ۱۱ و ۱۲) . از آنجایی که جوانه‌ها زیر پوشش خاک ایجاد می‌شوند لذا احتمالا فتوپریود نمی‌تواند به تنهایی به عنوان یک عامل تأثیر گذار در تعدادجوانه‌های رویشی فعال در هر بنه مطرح باشد. تعداد جوانه‌های فعال در فتوپریود معمول (هوای آزاد) بطور معنی‌داری کمتر از سایر فتوپریودها بود که در اتاقک رشد تیمار شده بودند. احتمالاً نوسانات زیاد دما در تیمار فتوپریود معمول و ایجاد اختلال در رشد و نمو طبیعی بنه ها، علت اصلی کاهش تعداد جوانه‌های فعال در تیمار فتوپریود معمول می‌باشد. کافی (۵) عملکرد بیشتر بنه‌هایی که در عمق‌های پایین‌تر نسبت به عمق‌های سطحی تر خاک کشت می‌شوند را به مصون بودن بنه‌ها از نوسانات دمایی سطح خاک مربوط دانستند. ذخایر بیشتر بنه‌های سنگین‌تر و پتانسیل بالاتر این بنه‌ها برای رشد و نمو، از دلایل اصلی تعداد جوانه‌های فعال بیشتر بنه‌های گروه وزنی ۱۰ تا۱۲ گرم می‌باشد(جدول های ۱۳ و۱۴) . صادقی (۳) نیز نتایج فوق را تایید کرد.

جدول ۱۵- اثرات متقابل وزن اولیه بنه و فتوپریود بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال اول*)

فتوپریود (ساعت)، وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی (روز)	وزن خشک ریشه (گرم)	زیست توده اندام هوایی(گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	تعداد جوانه های فعال در بنه
۶-۴ ،۵/۵-۶/۵	۱۹/۳ ab	۰/۲۲۰ b	۰/۸۹۶ c	۴۵/۴۶ cde	۹/۳ c
۹-۷ ،۵/۵-۶/۵	۲۴/۳ a	۰/۳۰۰ b	۰/۸۶۷ c	۴۷/۵۳ bcd	۹/۵ c
۱۲ -۱۰ ،۵/۵-۶/۵	۲۳/۰ a	۰/۲۵۷ b	۰/۹۵۶ c	۶۵/۰۷ abc	۱۶/۰ ab
۶-۴ ، ۸-۱۶	۱۶/۰۰ ab	۰/۸۵۵ a	۱/۱۰ bc	۶۷/۰۱ abc	۱۲/۰ bc
۹-۷ ، ۸-۱۶	۱۱/۰ b	۰/۹۱۹ a	۱/۳۵۵ ab	۷۴/۸۱ ab	۱۴/۸ ab
۱۲ -۱۰ ، ۸-۱۶	۲/۳ b	۱/۱۱۶ a	۱/۵۴۵ a	۸۴/۸۶ a	۱۷/۲ a
معمول، ۴-۶	۱۷/۰ ab	۰/۶۰۵ ab	۰/۴۳۰ d	۲۳/۴۸e	۹/۰ c
معمول ، ۷-۹	۱۱/۳ b	۰/۸۳۵ a	۰/۷۹۷ c	۳۹/۳۳ de	۹/۱ c
معمول ،۱۰-۱۲	۹/۵ b	۰/۹۷۸ a	۰/۹۲۷ c	۵۲/۹۹bcd	۱۰/۵ ab

* : درجه حرارت ثابت روز و شب (۱۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۱۶- اثرات متقابل وزن اولیه بنه و فتوپریود بر صفات مربوط به ریشه و اندام هوایی زعفران (سال دوم*)

فتوپریود (ساعت)، وزن بنه (گرم)	فاصله زمانی تا ظهور اندام هوایی (روز)	وزن خشک ریشه (گرم)	زیست توده اندام هوایی(گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	تعداد جوانه های فعال در بنه
۶-۴ ،۵/۵-۶/۵	۳۷/۰ ab	۱/۱۹ ab	۰/۸۴ cd	۶۶/۸ b	۱۰/۵۰ ab
۹-۷ ،۵/۵-۶/۵	۶۳/۳ ab	۰/۹۲ ab	۰/۹۰ cd	۶۱/۹ bc	۸/۳۳ bc
۱۲ -۱۰ ،۵/۵-۶/۵	۳۱/۰ cd	۱/۶ a	۱/۴۵ b	۸۴/۵ b	۱۳/۶۷ a
۶-۴ ، ۸-۱۶	۳۰/۰ de	۰/۸۸ ab	۱/۲۸ bc	۹۶/۷ b	۶/۶۶ cd
۹-۷ ، ۸-۱۶	۳۱/۰ cd	۱/۲۶ ob	۲/۰۳ a	۱۶۶/۶ a	۱۲/۳۳ a
۱۲ -۱۰ ، ۸-۱۶	۲۶/۵ e	۱/۳ ab	۲/۱۸ a	۱۴۵/۹ a	۱۳/۷۰ a
معمول، ۴-۶	۳۴/۳ abc	۰/۴۲ b	۰/۳۱ e	۲۴/۱ cd	۵/۵ cd
معمول ، ۷-۹	۳۷/۵ a	۰/۴۵ b	۰/۵۸ de	۲۳/۳ cd	۵/۸ cd
معمول ، ۱۰-۱۲	۳۳/۵ bcd	۱/۰۳ ab	۰/۳۰ e	۱۹/۹ d	۳/۳۳ d

* : درجه حرارت متغیر روز و شب (به‌ترتیب ۱۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد) در دوره تیمار سرمایی.

- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq 0/05$) اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه گیری

شرایط متغییر دما در دوره های رکود بنه‌ها و تیمار سرمایی، احتمالاً یک عامل مؤثر در گل انگیزی گیاه زعفران است و شرایط یکنواخت دما (دمای ثابت دوره روشنایی و تاریکی)، تنها موجب تکامل جوانه‌های مولد اندام‌های رویشی شده و رشد آنها را تداوم می‌بخشد. به عبارت دیگر درجه حرارت متغیر روز و شب در دوره رکود بنه‌ها و کاهش درجه حرارت شب پس از اعمال اولین آبیاری (شروع تیمار سرمایی)، احتمالاً عامل مؤثر در افزایش فعالیت جوانه‌ای مولد اندام های زایشی و تولید گل در این گیاه می‌باشد.

کاهش تنفس و متعاقب آن مصرف کمتر مواد فتوسنتزی در شرایط دمای ثابت اتاقک رشد نسبت به‌محیط بیرون، احتمالاً دلیل اصلی فعالیت بیشتر رشد رویشی (سطح برگ بالاتر و زیست توده بیشتر) در شرایط فوق می‌باشد. افزایش دوره رکود بنه‌ها، تعداد روز تا ظهور اندام‌های رویشی را پس از اعمال اولین آبیاری کوتاه‌تر کرد اما تعداد روز از کاشت تا ظهور اندام هوایی در بنه‌های که دوره رکود کمتری داشتند، کوتاه تر بود. به هرحال اعمال آبیاری و کاهش درجه حرارت، عوامل مؤثر در تحریک ظهور جوانه‌های مولد اندام‌های رویشی و زایشی است. احتمالاً فاصله زمانی کوتاه برای شروع مجدد دوره تاریکی و روشنایی در فتوپریود ۶/۵ – ۵/ ۵ ساعت (به ترتیب روشنایی و تاریکی) موجب اختلال در فعالیت‌های بیولوژیکی و نموی گیاه می‌شود که نتیجه آن ضعف عمومی گیاهان تحت تأثیر این تیمار است. تولید گل به هزینه انتقال بخش عمده‌ای از مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به این اندام انجام می‌گیرد. لذا گیاهانی که رشد و نمو زایشی دارند و با محدودیت تولید مواد فتوسنتزی نیز مواجه هستند، معمولاً از فعالیت رشد رویشی کمتری برخوردار هستند. در هر حال برای دستیابی به نتایج قطعی بررسی های بیشتری مورد نیاز است.

منابع

۱- امید بیگی، ر.، آ. رمضانی، ب. صادقی وم. زیارت نیا. ۱۳۸۲. اثر وزن پیاز روی عملکرد زعفران در اقلیم نیشابور. سومین همایش ملی زعفران ایران، ۱۱-۱۲ آذر ماه ۱۳۸۲، مشهد.

۲ - بری ابرقویی، ح. ۱۳۷۸. بررسی تأثیر برخی از عوامل اقلیمی بر گل دهی و عملکرد توده‌های مختلف زعفران. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.

۳- صادقی، ب. ۱۳۷۲. اثر وزن بنه در گل‌آوری زعفران . سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی. مرکز خراسان. ۷۳ ص.

۴- صادقی، ب. ۱۳۸۲. زعفران یک میراث فرهنگی یک دغدغه ملی . مجموعه مقالات سومین همایش ملی زعفران، ۱۱-۱۲ آذر ماه ۱۳۸۲، مشهد.

۵-کافی، م. ۱۳۸۱. زعفران، فن آوری تولید وفرآوری. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، قطب علمی گیاهان زراعی ویژه.

۶ -کوچکی، ع. ۱۳۸۲. با زعفران در عرصه‌های جهان، بیم‌ها و امیدها . مجموعه مقالات سومین همایش ملی زعفران، ۱۱تا۱۲ آذر ماه ۱۳۸۲، مشهد.

7-Ben-Hod, G., J. Kigel and Z. Steinit. 1989. Phototermal effects on corm and flower development in (*Anemone coronaria* L.) . Sci. Hort. 40: 247-258.

8-De Mastro, G. and C. Ruta. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Hort. 344: 512-517.

9-Dole, J. M. 2003. Research approaches for determining cold requirements for forcing and flowering of geophytes. Horticultural Science. 38: 341-346.

10-Halevy, A. H. 1990. Recent advance in control of flowering habit of geophytes. Acta Horticulture. 66: 35-40.

11-Mcgimpsey, J. A., M. H. Douglas and A. R. Wallace. 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 25: 159-168.

12-Milyaeva, E. L., and N. S. H. Azizbekova. 1987. Cytophysiological changes in the course of development of apices of saffron. Plant physiology.25: 227-233.

13-Molina, R. V., M. Valero, Y. Navarro, A. Garcia - Luis and J. L. Guardiola. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubtion at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). Sci. Hort. 103: 79-91.

14-Molina, R. V., M. Valero, Y. Navarro, A. Garcia - Luis and J. L. Guardiola. Low temperature storage of the corms extend the floweing season of the saffron plant (*Crocus sativus* L.). Sci. Hort (In Press).

15-Molina, R. V., M. Valero, Y. Navarro, J. L. Guardiola and A. Garcia – Luis. 2004. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L). Sci. Hort. 103: 361-379.

16-Monila, R. V., A. Garcia - Luis, M. Valero, Y. Navarro and J. L. Guardiola.. Extending the harvest period of saffron . (In Press).

17-Negbi, M. 1999. saffron Cultivation: Past, Present and Future Prospects. P: 1 - 17. In: Negbi, M. (ed.), saffron (*Crocus sativus* L). Harwood, Amsterdam.

18-Pandey, D., and R. P. Srivastava. 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Progressive Horticulture. 6 (23): 89-92.

19-Rabbinage, R. 1995. Eco-regional approaches. why, what and how. In (Bouman, J.; Ed.): Eco-regional approaches for sustainable and use and food production. Kluwer Academic Publisher. pp.

3-11.
20-Rangahau, M. K. 2003. Growing Saffron - The world's most expensive spice. Crop and Food Research. No: 20, August 2003.
21-Res, A. R. 1992. Ornamental bulbs, Corms and Tubers. C. A. B. International, Wallingford Publisher, U. K.
22-Shilo, R., and A. H. Halevy. 1981. Flower and corm development in Gladiolus as affected by photoperiod. Sci. Horticulture. 15: 187-196.

The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.)

A. Koocheki, A. Ganjeali, F. Abbassi[1]

Abstract

Although botanical characteristics of saffron are well documented in the literature, there is little evidence on physiological aspects of this plant. Four separate studies were conducted to evaluate effects of duration and conditions of incubation period, weight of mother corm and different light / temperature regimes on aerial and corm criteria of saffron. Results showed that at the end of growth period, reduction in mother corm was more pronounced under natural condition compared with the growth chamber conditions (4.2g vs. 2.7g /corm). Incubation period of 120 days compared with 60 days caused more reduction in corm size. A combination of 120 days incubation in growth chamber and bigger size of corms caused more rapid emergence of aerial parts and an increase in leaf area. Corm size had no effect on length of planting to emergence of aerial part, leaf area and number of active buds on corms but incubation of corms in growth chamber promoted emergence of aerial parts significantly. Length of planting to emergences of aerial parts was longer with 120 days compared with 60 days incubation. However, with application of water to corms this event was shorter. Light / temperature regimes had a significant effect on length of emergence of aerial parts, root and aerial dry mater, leaf area and number of active buds on corms and increasing light period for 6.5 to 16 hours increased all these parameters. When corms were exposed to light regimes of 16/8 (light and dark) 33% of corms initiated flowering compared with 75% for corms exposed to natural conditions. Corms exposed to light regimes of 6.5/5.5 did not initiated flowering.

Keywords: Saffron (*Crocus sativus* L.), corm, photoperiod, incubation.

1- Contributions from Faculty of Agriculture (Center of Excellence for Special Crops), Ferdowsi University of Mashhad. Research Center for Plant Science, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Science, Azad University of Mashhad, respectively.