نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد هشتم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
شماره صفحه: ۲۸٤-۲٦۹
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3492.1135

مقاله پژوهشی:

ارزیابی امکان نشاکاری و تولید بنهٔ زعفران در محیط کاشت بدون خاک

حمیدرضا فلاحی[1*]، سهیلا عباسی اول بهلولی[2]، الهه نوفرستی[2]، سید مرتضی حسینی[2]، سمیه صدیق ماکو[2]، مهسا مودی[2]، مژگان خضری[2]

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات (گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.

* نویسنده مسئول: *Email: Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۲۸

چکیده

کشت زعفران در محیط بدون خاک به عنوان روشی بالقوه جهت افزایش وزن بنه‌های دختری قابل ارزیابی است. در این محیط احتمالاً بتوان بنه‌های ریز فاقد توان گلدهی و نیز بنه‌هایی که در محیط کنترل‌شده تولید گل کرده‌اند را از طریق بهبود خصوصیات فیزیکیِ بستر کاشت و نیز تغذیهٔ مناسب به وزن کافی رساند. سوپرجاذب با هدف افزایش توان نگهداری آب و عناصر غذایی در بستر کاشت پرلیت، نیز به عنوان یکی از فاکتورهای آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا، در پژوهشی گلدانی اثر وزن بنه مادری (۲ تا ۴، ۴ تا ۶، ۶ تا ۸ و ۸ تا ۱۰ گرم) و مصرف سوپرجاذب (صفر و چهار گرم در گلدان) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در بستر کاشت پرلیت، در اتاقکی روباز بر رشد رویشی زعفران بررسی شد. نتایج نشان داد که اثر ساده و متقابل فاکتورها بر بیشتر صفات مرتبط با رشد رویشی مانند تعداد و وزن بنه‌های دختری، وزن بنهٔ دختری اصلی، تعداد ریشهٔ انقباضی و رشد برگ معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). با افزایش وزن بنهٔ مادری، رشد برگ و بنه‌های دختری بهبود یافت. مصرف سوپرجاذب اثر مثبتی بر صفات مرتبط با رشد برگ و بنه‌های دختری نداشت. بیشترین تعداد بنهٔ دختری و وزن بنه دختری اصلی در شرایط کاشت بنه‌های مادری درشت (به‌ترتیب ۵/۶ بنه و ۰/۳۴ گرم) و عدم مصرف سوپرجاذب (به‌ترتیب ۳/۴۵ بنه و ۰/۲۷ گرم) حاصل شد. تولید ریشه‌های انقباضی (حدود ۰/۵ ریشه به ازای هر بنهٔ دختری)، خشک شدن زود هنگام اندام‌های هوایی (در اوایل فرودین) و عدم تخصیص کامل ذخایر بنهٔ مادری به رشد رویشی گیاه، از مشاهدات این آزمایش بود. پیامد این اتفاقات، رد فرض آزمایش مبنی بر امکان افزایش وزن بنه‌های دختری زعفران در بستر کاشت پرلیت بود. استفاده از بسترهای کاشت ترکیبی، اصلاح مدیریت تغذیه و استفاده از محیط‌های کاشت سربسته، احتمالاً بتواند با رفع نواقص این پژوهش ابتدایی، نتایج مطلوب‌تری را ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، پرلیت، سوپرجاذب، وزن برگ، هیدروپونیک.

مقدمه

مهم‌ترین چالش تولید زعفران در ایران بالا بودن خلاء عملکرد به دلیل تفاوت زیاد بین میانگین عملکرد مزارع و عملکرد قابل حصول گیاه می‌باشد. از دلایل مهم این نقیصه عدم استفاده از بنه‌های مادری دارای وزن مطلوب در زمان کاشت است (*Behdani & Fallahi, 2015*). در مطالعات پیشین اثر مثبت وزن بنه بر گلدهی زعفران مورد تأیید قرار گرفته و حداقل وزن بنه برای حصول عملکرد مطلوب حدود هشت گرم پیشنهاد شده است (*Hosseini et al., 2015; Fallahi et al., 2017a; Koocheki et al., 2019*). برای دستیابی به بنه‌هایی با وزن مطلوب، ایجاد مزارع اختصاصی تولید بنه (*Behdani et al., 2017*)، اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک (*Aghhavani-Shajari et al., 2020*) و به‌کارگیری مدیریت تلفیقی و زمان‌بندی شدهٔ نهاده‌های زراعی (*Fallahi et al., 2018*) پیشنهاد شده است. در همین ارتباط، نتایج تحقیقی نشان داد برای بهبود وزن بنه‌های مادری ریز (کمتر از چهار گرم) بهتر است عملیات زراعی در مزارع تولید بنهٔ بذری زعفران به جای یک فصل رشد، به مدت دو فصل ادامه یابد. در تحقیق مذکور در پایان فصل دوم رشد، متوسط وزن بنه‌های دختری به ۶/۹۴ گرم و وزن بنهٔ دختری اصلی به ۱۸/۶ گرم رسید (*Fallahi et al., 2018*).

ایدهٔ تکثیر و تولید بنهٔ بذری در شرایط کنترل‌شده جهت کاشت در مزارع، می‌تواند افق دیگری در ارتباط با تولید زعفران باشد. تاکنون پژوهش جامعی در این خصوص صورت نگرفته و بنابراین سؤالات و ابهامات زیادی در خصوص چگونگی و حتی امکان‌پذیر بودن و سودمندی تولید بنهٔ بذری در محیط کنترل‌شده وجود دارد. این احتمال وجود دارد که با کاشت بنه‌های ریز در بسترهای بدون خاک و با تأمین نیازهای غذایی، دمایی، نوری و رطوبتی شرایط برای تولید بنه‌های دارای وزن مطلوب را فراهم نمود (*Behdani & Fallahi, 2015*). علاوه بر این، به‌نظر می‌رسد انتقال بنه‌های مادری پس از گل‌گیری در محیط کنترل‌شده به بسترهای کاشت غیرخاکی، شرایط لازم برای ادامهٔ رشد گیاه جهت تولید بنه‌های دختری را فراهم نماید. با توجه به هزینهٔ بالای تهیهٔ بنه، پس از گل‌گیری از بنه در محیط کنترل‌شده، بایستی روشی را ارایه نمود تا شرایط بنه‌زایی و رشد بنه‌های دختری نیز ایجاد گردد. یکی از این روش‌ها نشاکاری و انتقال بنه‌ها به محیط مزرعه و کاشت در بستر خاک است. در همین ارتباط مولینا و همکاران (*Molina et al., 2010*) در تحقیقی، پس از گل‌گیری از بنه‌های زعفران در محیط انکوباتور اقدام به انتقال نشا نموده و رشد رویشی گیاهان مذکور را با گیاهانی که از ابتدا در مزرعه کشت شده بودند (کشت مستقیم) مقایسه نمودند. بر اساس نتایج، تعداد بنه‌های دختری، طول برگ، سطح برگ و وزن برگ در روش نشاکاری و وزن بنه‌های دختری در روش کشت مستقیم بنه بالاتر بود. نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که انتقال نشاء زعفران به مزرعه پس از گل‌گیری در محیط کنترل‌شده، باعث شد تا رشد بنه‌های دختری به مراتب کمتر از بنه‌هایی باشد که از ابتدا در مزرعه کشت شده بودند (*Fallahi et al., 2021*). بنابراین، به نظر می‌رسد اگر بنه‌هایی که در محیط کنترل‌شده گل داده‌اند به جای انتقال به محیط مزرعه در یک بستر کاشت غیرخاکی کشت شوند، شرایط مناسب‌تری برای تکثیر و رشد بنه‌های دختری فراهم گردد.

هرچند موضوع تکثیر بنهٔ زعفران در محیط کنترل‌شده و بسترهای غیرخاکی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، اما در ارتباط با گل‌گیری از این گیاه در محیط‌های تحت کنترل و با استفاده از سیستم‌های هیدروپونیک و ایروپونیک تحقیقاتی انجام شده است (*Souret & Weathers, 2000; Molina et al., 2005; Poggi et al., 2010; Fallahi et al., 2017b*). در کشت بدون خاک زعفران، با استفاده از بسترهایی همچون پیت‌ماس، کوکوپیت، پرلیت، پشم‌سنگ و ورمی‌کولیت، عملکرد گیاه افزایش و کارایی مصرف آب به‌طور قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند (*Maggio et al., 2006; Behdani & Fallahi, 2014; Mollafilabi, 2014*). پرلیت یکی از بسترهای رایج مورد استفاده در سیستم نوین هیدروپونیک است.

از جمله مزایای پرلیت می‌توان به توسعهٔ سریع ریشه و بهبود تعادل آب و هوا (تهویهٔ مناسب) اشاره نمود. این بستر کاشت قادر به نگهداری آب تا سه یا چهار برابر وزن خودش می‌باشد، *pH* آن حدود شش تا هشت بوده و فاقد ظرفیت تبادل کاتیونی می‌باشد (*Farrokhi et al., 2018*). در تحقیقی افزایش وزن خشک بنهٔ زعفران

در بسترهای کوکوپیت و پرلیت در مقایسه با بستر کاشت کوارتز گزارش شد (*Helalbeigi et al., 2009*). محققان دیگری نیز بیان کردند که استفاده از بنه‌های درشت و بستر پشم‌سنگ می‌تواند تولید بنه‌های دختری زعفران را بهبود بخشد (*Molina et al., 2010*). ماگیو و همکاران (*Maggio et al., 2006*) نیز در پژوهشی نشان دادند که کشت زعفران در محیط کنترل‌شده در بسترهای ورمی‌کولیت و پرلیت اثر مثبتی بر عملکرد و تعداد بنه‌های دختری دارد. حسینی و همکاران (*Hosseini et al., 2015*) نیز در پژوهشی تولید بنه زعفران در محیط کشت بدون خاک را امکان‌پذیر گزارش کردند.

پلیمرهای سوپرجاذب رطوبت با قابلیت مطلوب جهت جذب آب و عناصر غذایی در صورت استفاده در محیط‌های کشت بدون خاک به خصوص همراه با بسترهایی مانند پرلیت که توان کمتری در جذب آب و عناصر غذایی دارد، ممکن است باعث بهبود رشد گیاه شوند (*Delshad et al., 2012*). نتایج پژوهشی نشان داد که افزودن یک و دو درصد وزنی سوپرجاذب به بستر کاشت پرلیت بدون اینکه تغییر معنی‌داری در تهویهٔ محیط ایجاد کند، به ترتیب موجب افزایش ۲۸ و ۴۸ درصدی میزان آب نگهداری شده در بستر کاشت می‌گردد (*Montesano et al., 2015*). برخی مطالعات صورت گرفته در محیط خاک نشان داده است که این ترکیبات به واسطهٔ بهبود شرایط فیزیکی خاک، کاهش هدر رفت عناصر غذایی، تهویه و تخلخل بهتر خاک و نیز افزایش ذخیرهٔ رطوبتی اطراف ریشه، باعث تقویت رشد بنه و افزایش توان گلدهی زعفران می‌شوند (*Khorramdel et al., 2014; Fallahi et al., 2016; Fallahi et al., 2017c*).

با توجه به اهمیت تولید بنهٔ بذری جهت کاشت در مزارع زعفران و نیز ضرورت ارائهٔ راهکاری برای تداوم رشد رویشی بنه‌هایی که در محیط کنترل‌شده تولید گل کرده‌اند، در این پژوهش امکان نشاءکاری و افزایش وزن بنه‌های دختری زعفران در بستر کاشت پرلیت مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل نقش مهم خصوصیات فیزیکی بستر کاشت بر تکثیر و افزایش وزن بنه‌های دختری، یکی از فرضیات آزمایش این بود که پرلیت به دلیل سبکی، تخلخل و تهویهٔ مناسب باعث بهبود رشد اندام زیرزمینی زعفران خواهد شد. همچنین، به منظور افزایش توان جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی در بستر کاشت پرلیت، استفاده از سوپرجاذب نیز در این آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت. بر این اساس، با کاشت نشاهای حاصل از بنه‌های مادری متعلق به گروه‌های وزنی مختلف در بستر پرلیت و در کنار مصرف سوپرجاذب، رشد رویشی گیاه زعفران ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی امکان نشاکاری و بنه‌زایی زعفران در بستر کاشت پرلیت، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل وزن بنهٔ مادری (۲ تا ۴، ۴ تا ۶، ۶ تا ۸ و ۸ تا ۱۰ گرم) و مصرف سوپرجاذب در بستر کاشت گیاه (صفر و ۴/۵ گرم در هر گلدان) بودند. بنه‌های مربوط به هریک از گروه‌های وزنی ابتدا در محیط انکوباتور در فاصلهٔ زمانی ۲۰ آبان تا ۱۰ آذرماه سال ۱۳۹۸ تولید گل نمودند. گیاهچه‌های حاصل از هریک از گروه‌های وزنی بنهٔ مادری پس از اتمام گلدهی در انکوباتور، به گلدان‌های حاوی پرلیت منتقل شدند.

قبل از نشاکاری، ۲۴ گلدان با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و قطر دهانهٔ ۲۵ سانتی‌متر تهیه و با پرلیت پر شدند. اندازهٔ دانه‌های پرلیت مورد استفاده حدود ۱/۱ میلی‌متر بود. انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌ها در تاریخ ۱۲ آذر ماه سال ۱۳۹۸ انجام شد. تعداد پنج بوته در هر گلدان در عمق ۱۰ سانتی‌متری نشاء شد. در ۱۲ گلدان، سوپرجاذب به مقدار ۴/۵ گرم در گلدان (۰/۹ گرم به ازای هر بوته) در محل کاشت گیاهچه (در زیر محل قرارگیری نشاء و در حوزهٔ گسترش ریشه) مصرف شد. سوپرجاذب مصرفی دارای پایهٔ پتاسیمی و ساخت شرکت بلورآب بود. این سوپرجاذب با اندازهٔ ذرات ۰/۳ تا ۲/۵ میلی‌متر، از نوع گرانولهٔ زردرنگ است که حدود شش سال در محیط خاک دوام دارد. طبق اطلاعات ارایه شده توسط شرکت سازنده، هر گرم از این نوع سوپرجاذب می‌تواند حدود ۳۰۰ گرم آب مقطر جذب نماید و با کاربرد آن فواصل آبیاری گیاهان گلدانی تا حدود چهار برابر افزایش پیدا می‌کند. گلدان‌های حاوی

بوته‌های زعفران، در سوله‌ای روباز قرار داده شدند و از این‌رو تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما و بارندگی قرار داشتند. هدف عمده از قرار دادن گلدان‌ها در محیط روباز، امکان‌سنجی ارایهٔ روشی بود که با کمتربن هزینه برای ایجاد تأسیسات و کنترل عوامل محیطی، بتوان به هدف موردنظر رسید.

در اولین روز پس از نشاکاری، دو نوبت آبیاری گلدان‌ها و هر بار به میزان ۴۰۰ میلی‌لیتر در هر گلدان صورت گرفت. به منظور ممانعت از آبشویی عناصر غذایی، میزان آب مصرفی در هر نوبت آبیاری به مقداری بود که ضمن خیساندن کل بستر کاشت، حداکثر به میزان یک تا دو میلی‌لیتر زه‌آب از گلدان خارج شود.

آبیاری‌های بعدی گلدان‌ها در طی فصل رشد، بسته به دمای محیط، میزان بارندگی و شرایط رشد گیاه مطابق با جدول ۱ صورت گرفت. هدایت الکتریکی (EC) آب مصرفی ۱/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$)، شاخص واکنش (pH) آن ۷/۷ و محتوای سدیم، کلسیم، منیزیوم و بی‌کربنات (HCO_3^-) آن به‌ترتیب ۷/۶، ۲/۴۵، ۱/۱ و ۲/۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بود.

جدول ۱. مدیریت آبیاری و تغذیه‌ای گلدان‌های حاوی زعفران

Table 1. Irrigation and nutrition managements of potted plants

عملیات داشت Agronomic practices	آذرماه ۱۳۹۸ December, 2019	دی‌ماه ۱۳۹۸ January, 2020	بهمن February, 2020	اسفند March, 2020
آبیاری* *Irrigation**	۱۰ مرتبه با فواصل دو روز یکبار، مصرف ۴۰۰ میلی‌لیتر آب در هر گلدان *10 times at intervals of 2 days, consuming 400 ml of water per pot*	پنج مرتبه آبیاری با فواصل شش روز (هر نوبت ۳۰۰ میلی‌لیتر)+ وقوع بارندگی کافی *5 times at intervals of 6 days, consuming 300 ml of water in each pot, sufficient rainfall*	چهار مرتبه آبیاری با فواصل هشت روز (هر نوبت ۲۵۰ میلی‌لیتر)+ وقوع بارندگی کافی *4 times at intervals of 8 days, consuming 250 ml of water per pot, sufficient rainfall*	شش مرتبه آبیاری با فواصل پنج روز (هر نوبت ۱۵۰ میلی‌لیتر)+ وقوع بارندگی کافی *6 times at intervals of 5 days, consuming 150 ml of water in each pot, sufficient rainfall*
کاربرد اسید هیومیک** *Humic acid application*	دو نوبت در ۱۳ و ۲۰ آذر *Two times on 3 and 10 December, 2019*	یک نوبت در پنج دی‌ماه *One time on 25 December, 2019*	یک نوبت در پنج بهمن *One time on 25 January, 2020*	یک نوبت در پنج اسفند *One time on 25 February, 2020*
مصرف کود تاباک*** *©Tabak fertilizer application*	-	یک نوبت در ۲۰ دی‌ماه *One time on 10 January, 2020*	یک نوبت در ۲۰ بهمن *One time on 10 February, 2020*	یک نوبت در ۲۰ اسفند *One time on 10 March, 2020*
محلول‌پاشی**** *Foliar application of nutrients*	-	-	-	دو نویت در ۱۰ و ۲۰ اسفند *Two times on 28 February and 10 March, 2020*

* فواصل آبیاری بر اساس شرایط دمایی، بارندگی محیط و وضعیت رشدی گیاه تعیین شد. مقدار آب مصرفی در هر نوبت به قدری بود که بستر کاشت مرطوب شود، ولی از کف گلدان زه‌آب خارج نشود (حداکثر زه‌آب خارج شده یک تا دو میلی‌لیتر بود).

** مصرف دو میلی‌لیتر اسید هیومیک در کل گلدان‌ها، همراه با آب آبیاری

*** مصرف دو گرم از کود در کل گلدان‌ها، همراه با آب آبیاری

**** حل نمودن یک گرم از پودر در ۳۵۰ میلی‌لیتر آب + یک قطره مایع دستشویی و سپس انجام محلول‌پاشی (مصرف مایع ظرفشویی مناسب‌تر است)

** Irrigation intervals were determined based on temperature conditions, rainfall and plant growth status. The amount of water used in each turn was enough to moisten the planting bed, but do not drain water from the bottom of the pot (maximum drainage was 1 to 2 ml).*

*** application of 2 ml of humic acid in all pots, along with irrigation water*

**** application of 2 g of fertilizer in all pots, along with irrigation water (fertigation)*

***** Dissolving 1 g of ©Tabak fertilizer in 350 ml of water + 1 drop of hand-washing liquid and then spraying.*

تغذیهٔ گیاهان در طی فصل رشد با استفاده از اسید هیومیک (هیومی‌سویل) و کود تجاری تاباک (کود کامل به همراه عناصر ریزمغذی= TE+۱۹+۱۹+۱۹) به صورت محلول در آب آبیاری و مطابق تاریخ‌های بیان شده در جدول ۱ انجام گرفت. همچنین دو نوبت محلول‌پاشی در اسفند ماه با کود کامل تاباک اجرا شد. مشخصات اسید هیومیک و کود تجاری مورد استفاده در تغذیهٔ گیاهان، در جدول ۲ ارایه شده است.

عدم وجود برخی عناصر غذایی مانند کلسیم در کودهای مصرفی از ضعف‌های این تحقیق بود که در تحقیقات آتی بایستی رفع گردد. در این تحقیق در پایان اجرای آزمایش مقادیر هدایت الکتریکی و شاخص واکنش بستر کاشت در حالت مرطوب اندازه‌گیری شد که به‌ترتیب ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۷/۶ بود.

در این آزمایش، رشد بوته‌های زعفران در مقایسه با مزارع زعفران منطقه حدود ۴۵ روز زودتر متوقف شد. بنابراین، در هفته اول فروردین ماه ۱۳۹۹، اقدام به نمونه‌گیری از برگ و بنه‌های دختری شد. برای این منظور، تمامی برگ‌های گیاهان موجود در هر گلدان برداشت شد و سپس تعداد برگ به ازای هر بوته، طول برگ و وزن خشک برگ‌ها تعیین شد. همچنین، بنه‌های دختری موجود در هر گلدان از خاک خارج شد و سپس وزن کل بنه‌ها، تعداد کل بنه و وزن بنهٔ دختری اصلی اندازه‌گیری شد. با توجه به وجود تعداد قابل توجهی ریشهٔ انقباضی در گیاهان، این صفت نیز مورد سنجش قرار گرفت. به دلیل توقف رشد و خشک شدن زود هنگام اندام‌های هوایی، امکان انتقال کامل ذخایر بنهٔ مادری جهت توسعهٔ رشد رویشی گیاه نیز فراهم نشد. بنابراین، باقیماندهٔ وزن بنهٔ مادری نیز پس از خشک کردن در آون (۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) اندازه‌گیری شد (بهتر است وزن خشک در زمان ثابت شدن وزن طی دو اندازه‌گیری مکرر، ثبت شود).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار *SAS 9.2* انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار *Excel* نسخهٔ ۲۰۱۰ استفاده گردید.

جدول ۲. محتویات اسید هیومیک (مایع) و کود کامل (پودر) مورد استفاده جهت تغذیهٔ گیاه

Table 2. The characteristics of humic acid and Tabak fertilizer used for fertilization

کود تجاری تاباک®	*Tabak fertilizer*							
شرکت سازنده	بور *B*	مس *Cu*	منگنز *Mn*	روی *Zn*	آهن *Fe*	پتاسیم *K_2O*	فسفر *P_2O_5*	نیتروژن *N*
	(%)							
آریا شیمی *Aria Shimi Co.*	*0.03*	*0.07*	*0.1*	*0.1*	*0.2*	*19*	*19*	*19*

اسید هیومیک	*Humic acid*					
شرکت سازنده	نام تجاری	اسید هیومیک *Humic acid*	اسید فولویک *Fulvic acid*	پتاسیم محلول در آب *K_2O*	اسید هیومیک *Humic acid*	اسید فولویک *Fulvic acid*	پتاسیم محلول در آب *K_2O*
		$w.v^{-1}$			*$w.w^{-1}$*		
آریا شیمی *Aria Shimi Co.*	هیومی سویل *Humisoil Ariashimi*	*13.5*	*3.5*	*3.5*	*12*	*3*	*3*

نتایج و بحث

رشد اندام‌های هوایی زعفران

اثر وزن بنهٔ مادری بر صفات تعداد و وزن برگ و اثر مصرف سوپرجاذب بر طول برگ‌ها معنی‌دار بود (جدول ۳). با کاهش وزن بنهٔ مادری تعداد و طول برگ‌های زعفران کاهش یافت (جدول ۴).

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مرتبط با رشد رویشی زعفران تحت تأثیر وزن بنه مادری و مصرف سوپرجاذب در بستر کاشت پرلیت

Table 3. Results of analysis of variance (mean of squares) for some vegetative characteristics of saffron as affected by mother corm weight and superabsorbent application in perlite substrate

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد بنه در بوته No. of corms per plant	وزن کل بنه‌ها Corms weight per plant	وزن بنه اصلی دختری Weight of main replacement corm	وزن باقی‌مانده از بنه مادری Residual weight of mother corm	تعداد ریشه انقباضی No. of contractile root	تعداد برگ در گیاه Leaf number per plant	وزن برگ‌ها Leaf weight	طول برگ Leaf length
تکرار Replicate	2	0.1004^{ns}	0.0002^{ns}	0.0008^{ns}	0.000027^{ns}	0.03291^{**}	0.1266^{ns}	0.0000015^{ns}	6.9123^{*}
وزن بنه مادری Mother corm weight (A)	3	18.75^{**}	0.1333^{**}	0.0605^{**}	0.0194^{**}	0.09944^{**}	42.80^{**}	0.000012^{ns}	2.423^{ns}
سوپرجاذب Superabsorbent (B)	1	1.0416^{*}	0.0200^{**}	0.0096^{**}	0.0185^{**}	0.37500^{**}	0.8816^{ns}	0.000012^{ns}	36.58^{**}
A×B	3	0.472^{ns}	0.0035^{*}	0.0047^{**}	0.00475^{**}	0.03722^{**}	0.0461^{ns}	0.000057^{**}	2.285^{ns}
خطا Error	14	0.1927	0.0010	0.0006	0.00018	0.00482	0.3647	0.0000066	1.9007
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	13.54	10.82	9.99	20.67	12.81	10.22	21.14	8.28

**، * و *ns* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.

***, * and ns are significant at P≤ 0.01 and P≤ 0.05 and not significant, respectively.*

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های صفات مرتبط با رشد رویشی زعفران تحت تأثیر وزن بنه مادری و مصرف سوپرجاذب در بستر کاشت پرلیت

Table 4. mean comparisons of some vegetative characteristics of saffron as affected by mother corm weight

تیمار Treatment	تعداد بنه در بوته No. of corms per plant	وزن خشک کل بنه‌ها Corms weight (*g per plant*)	وزن خشک بنه اصلی دختری Weight of main replacement corm (*g*)	وزن خشک باقیمانده از بنه مادری Residual weight of mother corm (*g*)	تعداد ریشه انقباضی No. of contractile root per plant	تعداد برگ در گیاه Leaf number per plant	وزن خشک برگ‌ها Leaf weight (*g per plant*)	طول برگ Leaf length (*cm*)
وزن بنهٔ مادری Mother corm weight (g)								
2-4	*1.66^{c*}*	*0.137^{d}*	*0.124^{c}*	*0.011^{c}*	*0.66^{a}*	*3.60^{d}*	*0.0119^{ab}*	*16.19^{a}*
4-6	*2.13^{c}*	*0.236^{c}*	*0.221^{b}*	*0.025^{c}*	*0.46^{b}*	*4.76^{c}*	*0.0103^{b}*	*16.16^{a}*
6-8	*3.56^{b}*	*0.360^{b}*	*0.324^{a}*	*0.091^{b}*	*0.40^{b}*	*5.53^{b}*	*0.0130^{ab}*	*17.52^{a}*
8-10	*5.60^{a}*	*0.480^{a}*	*0.340^{a}*	*0.132^{a}*	*0.63^{a}*	*9.73^{a}*	*0.0136^{a}*	*16.70^{a}*
مقدار سوپرجاذب The application rate of super absorbent (g per pot)								
0	*3.45^{a}*	*0.332^{a}*	*0.272^{a}*	*0.037^{b}*	*0.66^{a}*	*6.10^{a}*	*0.0129^{a}*	*17.88^{a}*
4.5	*3.03^{b}*	*0.274^{b}*	*0.232^{b}*	*0.092^{a}*	*0.41^{b}*	*5.71^{a}*	*0.0115^{a}*	*15.41^{b}*

*در هر ستون و برای هر جزء، میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون *LSD* در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

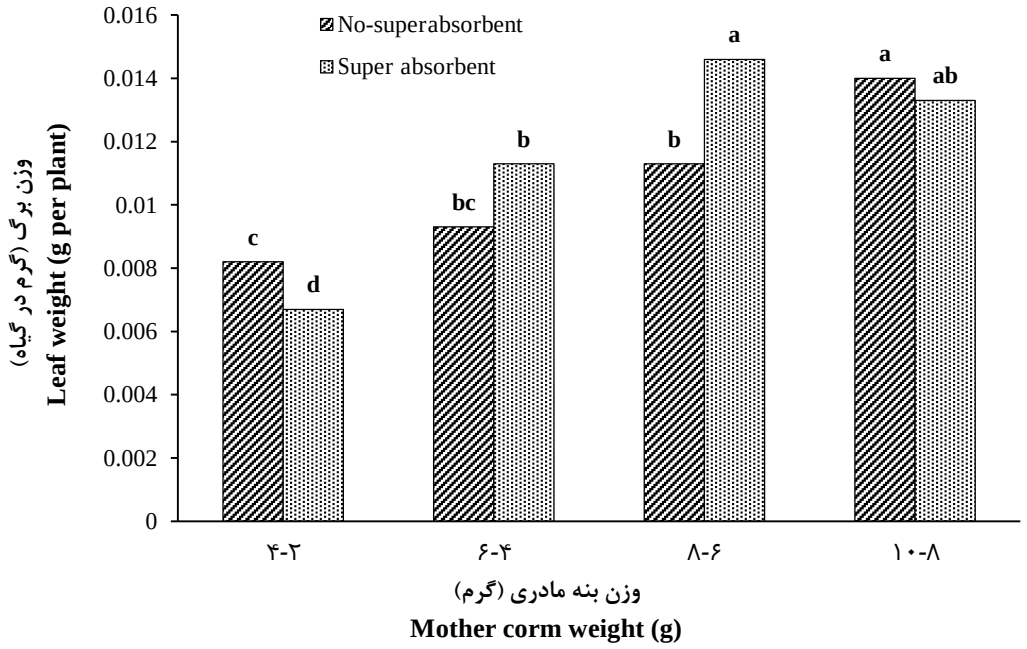
** In each column and for each component, means with a same letter do not have a significant difference at 5% probability level.*

در مطالعات مشابهی نیز اثر مثبت وزن بنهٔ مادری بر بهبود رشد اندام‌های هوایی زعفران گزارش شده است (*Mollafilabi, 2014; Fallahi et al., 2017a*). بالاتر بودن محتوای غذایی بنه‌های درشت ضمن اثرگذاری بر سرعت ظهور برگ‌ها، منابع تغذیه‌ای بیشتری را در اختیار آنها قرار می‌دهد که نتیجهٔ آن بهبود رشد رویشی گیاه می‌باشد (*Behdani & Fallahi, 2015*). نتایج آزمایش نشان داد که عدم مصرف سوپرجاذب در مقایسه با تیمار استفاده از این ترکیب در بستر کاشت، باعث افزایش ۱۶ درصدی طول برگ‌ها شد (جدول ۴). اثر متقابل وزن بنه و مصرف سوپرجاذب بر صفت وزن خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). مصرف سوپرجاذب در شرایط کاشت بنه‌های ریزتر (۴ تا ۶ و ۶ تا ۸ گرم) موجب افزایش وزن برگ شد، در حالی‌که در تیمار استفاده از بنه‌های مادری درشت (۸ تا ۱۰ گرم) مصرف این ترکیب اثر مثبتی بر صفت مذکور نداشت (شکل ۱). این موضوع احتمالاً بیانگر این موضوع باشد که بنه‌های درشت‌تر به دلیل داشتن ذخایر غذایی بیشتر، به میزان کمتری از اثرات سودمند سوپرجاذب که شامل افزایش نگهداری آب و عناصر غذایی در بستر رشد گیاه می‌باشد، بهره می‌برند.

رشد برگ زعفران در محیط کاشت پرلیت در مقایسه با برخی آزمایشات قبلی (*Mollafilabi, 2014*) که در مزرعه انجام شده است، به مراتب کمتر بود و برگ‌ها حدود ۴۵ روز زودتر خشک شدند. با این‌وجود، نتایج پژوهش حسینی و همکاران (*Hosseini et al., 2015*) نشان داد که با وجود بالاتر بودن تعداد برگ در بستر کاشت خاکی، وزن خشک برگ و وزن خشک کل گیاه زعفران در بستر کشت پرلیت بیشتر از خاک است.

نتایج پژوهش دیگری بر روی زعفران نشان داد که تعداد و وزن خشک برگ در گیاهان کاشته شده در خاک مزرعه بیشتر از گیاهان پرورش یافته در بستر کاشت حاوی خاک مزرعه، پرلیت و کود دامی بود، در حالی‌که بیشترین طول برگ در بستر کاشت مخلوط به دست آمد (*Ali Ahmad et al., 2017*). یافته‌های پژوهش دیگری نشان داد که توسعهٔ اندام‌های هوایی زعفران در سه نوع سیستم هواکشت، آبکشت و کشت در بستر خاک تفاوت معنی‌داری ندارد (*Souret & Weathers,*

2000). در تحقیق دیگری بستر کشت ورمی‌کولیت در مقایسه با پرلیت باعث توسعهٔ بیشتر سطح برگ زعفران شد (*Maggio et al., 2006*). برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اندازهٔ ذرات پرلیت مورد استفاده در بستر کاشت گیاه در کنار استفاده از بسترهای کاشت مخلوط مانند کاربرد ترکیبی پرلیت و پیت‌ماس می‌تواند بر رشد گیاه اثرگذار باشد (*Farrokhi et al., 2018*). در پژوهش مذکور بیان شد، زمانی‌که اندازه پرلیت بیش از ۵-۱/۱ میلی‌متر شود، به دلیل افزایش بیش از حد حجم منافذ درشت بستر کاشت، قدرت نگهداشت آب و عناصر غذایی کاهش پیدا کرده و گیاه با تنش مواجه می‌شود. در آزمایش کنونی اندازهٔ ذرات پرلیت مصرفی بزرگ بود و این موضوع سبب شد تا بستر کاشت به خوبی اندام زیرزمینی زعفران را پوشش ندهد. افزون بر این، بستر کاشت مورد استفاده در این آزمایش پرلیت خالص بود و به نظر می‌رسد که استفاده از سایر بسترهای کاشت آلی و معدنی همراه با پرلیت بتواند در خصوص بهبود رشد رویشی زعفران مفید واقع شود.



شکل ۱. اثرات متقابل وزن بنه مادری و کاربرد سوپرجاذب بر وزن برگ‌های زعفران در بستر کاشت پرلیت

Fig. 1. Interaction effects of mother corm weight and superabsorbent application on leaf weight of saffron in perlite substrate

Superabsorbent و *No-superabsorbent* به‌ترتیب مصرف و عدم مصرف سوپرجاذب می‌باشند.

میانگین‌های دارای حرف مشترک، بر اساس آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نیستند.

Means with a same letter, do not have a significant difference at 5% probability level.

رشد بنه‌های دختری زعفران

نتایج تجزیهٔ واریانس حاکی از اثر معنی‌دار وزن بنه مادری، سوپرجاذب و اثر متقابل آنها بر شاخص‌های مربوط به رشد بنه زعفران است (جدول ۳). بیشترین تعداد و وزن کل بنه‌های دختری با کاشت بنه‌های درشت (۸-۱۰ گرم) و کمترین مقادیر آنها با کاشت بنه‌های ریز (۲-۴ گرم) به دست آمد؛ به طوری‌که بین حداکثر و حداقل مقادیر این دو صفت به ترتیب ۲۳۶ و ۲۵۰ درصد اختلاف وجود داشت. وزن بنهٔ دختری اصلی نیز با کاهش وزن بنهٔ مادی روندی کاهشی در پیش گرفت (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های حسینی و همکاران (*Hosseini et al., 2015*) و کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2019*) مطابقت دارد. بنه‌های درشت علاوه بر داشتن ذخایر غذایی بیشتر، موجب توسعهٔ سریع‌تر و بیشتر سطح برگ و در نتیجه افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شوند که پیامد آن افزایش وزن بنه‌های دختری خواهد بود (*Mollafilabi et al., 2014*).

نتایج آزمایش، نشان‌دهندهٔ برتری تیمار عدم استفاده از سوپرجاذب در مقایسه با کاربرد آن در شرایط کشت

بدون خاک در ارتباط با تعداد بنه (۱۳/۷۳ درصد)، وزن کل بنه‌ها (۲۱ درصد) و وزن بنه دختری اصلی (۱۷/۲۳ درصد) بود. همچنین مصرف سوپرجاذب باعث شد تا انتقال ذخایر غذایی از بنهٔ مادری جهت توسعهٔ رشد رویشی گیاه کندتر رخ دهد که پیامد آن بالاتر بودن باقیماندهٔ وزن بنهٔ مادری در شرایط مصرف این ترکیبات بود (جدول ۴). نتایج اثرات متقابل نیز حاکی از آن بود که مصرف سوپرجاذب در تمامی گروه‌های وزنی بنهٔ مادری تأثیر مثبتی بر افزایش وزن بنه‌های دختری نداشت و حتی مقدار این صفت را کاهش داد (شکل‌های ۲ و ۳). این نتایج با یافته‌های محققان دیگری (*Fallahi et al., 2016; Heidari et al., 2018; Safari et al., 2018*) که اثر پلیمرهای سوپرجاذب را بر بهبود رشد بنه‌های دختری زعفران در بستر کاشت خاکی مفید ارزیابی کرده بودند، همخوانی ندارد. مصرف سوپرجاذب در تمامی سطوح وزن بنهٔ مادری به خصوص در شرایط کاشت بنه‌های درشت‌تر (بیش از شش گرم)، باعث افزایش وزن باقیماندهٔ بنه‌های مادری در انتهای فصل رشد در مقایسه با تیمار عدم مصرف سوپرجاذب شد (شکل ۴). بیشترین تعداد ریشه‌های انقباضی با کشت بنه‌های درشت (۸-۱۰ گرم) و در شرایط عدم مصرف سوپرجاذب به دست آمد. در تمامی محدوده‌های وزنی بنهٔ مادری، مصرف سوپرجاذب باعث کاهش صفت مذکور گردید (شکل ۵). افزایش تعداد ریشه‌های انقباضی که به عنوان یکی از معایب احتمالی کاشت زعفران در محیط هیدروپونیک مطرح شده است، سودمند نمی‌باشد، زیرا بخشی از تولیدات فتوسنتزی گیاه به‌جای اینکه صرف افزایش وزن بنه‌های دختری شود، به تولید این اندام‌ها اختصاص می‌یابد (*Koocheki et al., 2016*). در مجموع مصرف سوپرجاذب در بستر کاشت پرلیت نتوانست موجب بهبود رشد بنه‌های دختری زعفران شود. به نظر می‌رسد استفاده همزمان پرلیت و سوپرجاذب در کنار هم، به علت افزایش بیش از حد رطوبت در بستر کاشت موجب کاهش رشد بنه‌ها شده است. این احتمال در تحقیق دیگری نیز مطرح گردید، به طوری‌که افزایش بیش از حد رطوبت در شرایط مصرف مقادیر زیاد سوپرجاذب در بستر کاشت خیار گلخانه‌ای موجب کاهش عملکرد گیاه شد و تنها در شرایطی کاربرد سطوح بالای این ترکیب مؤثر واقع شد که میزان آب مصرفی در بستر کاشت کاهش پیدا کرد (*Najafi Alishah et al., 2013*). بنابراین، این احتمال نیز وجود دارد که در آزمایش کنونی میزان آب مصرف شده در گلدان‌ها بیش از حد مطلوب بوده باشد.

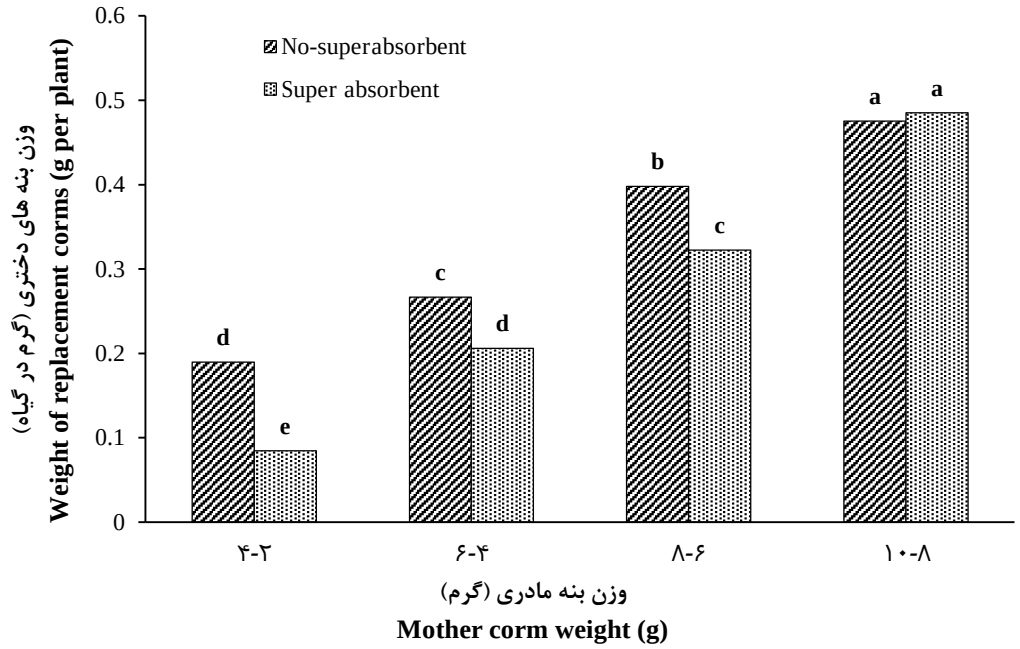
نتایج آزمایش نشان داد کاشت زعفران در بستر پرلیت نتوانست باعث حصول شرایط مطلوب از لحاظ رشد بنه‌های دختری شود (جدول ۴). گزارش شده است که تفاوت در میزان نگهداری و رهاسازی عناصر غذایی و نیز مقدار آب و هوای موجود در بسترهای مختلف کشت، باعث حصول نتایج متفاوتی می‌گردد (*Savvas, 2003*). نتایج پژوهشی بر روی زعفران نشان داد که رشد بنه‌های دختری در محیط‌های آبکشت و هواکشت بیشتر از محیط خاک بود (*Souret & Weathers, 2000*). با این‌وجود، ملافیلابی و همکاران (*Mollafilabi et al., 2014*) در پژوهشی رشد و عملکرد زعفران را در محیط کشت خاکی (خاک + ماسه بادی + کود حیوانی) بهتر از بستر کاشت هیدروپونیک (کوکوپیت + پرلیت) گزارش کردند و نبود فشردگی مناسب در بستر کشت هیدروپونیک و اثرگذاری تغییرات عوامل اقلیمی بر اندام‌های زیرزمینی را به عنوان دلیل احتمالی کاهش عملکرد در این سیستم کاشت معرفی کردند. ماگیو و همکاران (*Maggio et al., 2006*) نیز بیان کردند که اگرچه در شرایط کنترل‌شده، تعداد بنه‌های دختری زعفران به طور معنی‌داری در بستر کاشت پرلیت در مقایسه با ترکیب پرلیت + کوکوپیت بیشتر بود، اما بستر کاشت ترکیبی پرلیت و کوکوپیت، وزن و قطر بنه را افزایش می‌دهد. در آزمایش کنونی نیز بنه‌زایی زعفران در بستر کاشت پرلیت در تمامی گروه‌های وزنی بنهٔ مادری نسبتاً به خوبی انجام شد، ولی وزن‌گیری بنه‌های تولید شده با مشکل روبرو بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد پرلیت نتوانسته بستر مناسب، پایدار و متراکمی را برای زعفران فراهم کند. عدم چسبندگی مناسب ریشه به پرلیت از مشاهدات این آزمایش بود که به دلیل درشت‌تر بودن اندازهٔ ذرات پرلیت مورد استفاده (۱/۱ میلی‌متر) تشدید هم شده بود. افزون بر این، احتمالاً وجود تخلخل زیاد بین ذرات در بستر کشت خالص پرلیت موجب شد تا نوسانات دمایی زمستانه بر اندام زیرزمینی گیاه اثر

بازدارنده گذاشته باشد. بنابراین، احتمالاً در صورت استفاده از بسترهای کاشت آلی و معدنی ترکیبی، که در آنها حد متوسطی از فاکتورهایی مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، تهویه، تخلخل، قدرت نگهداری آب، تراکم بستر کاشت و .... به دست آید، نتایج مطلوب‌تری به دست خواهد آمد.

یکی از نکات قابل توجه در این آزمایش که قبل از اجرای تحقیق اطلاعی درمورد آن وجود نداشت، وارد شدن شوک نسبی به گیاهان پس از نشاکاری بود. به نظر می‌رسد اگر گیاهان از مرحلهٔ قبل از گلدهی (در انکوباتور) در پرلیت کشت می‌شدند و به جای نشاکاری (انتقال از محیط هیدروپونیک بدون بستر کاشت به گلدان‌های حاوی پرلیت) فقط محیط کاشت عوض می‌شد (انتقال از انکوباتور به اتاقک روباز)، میزان این شوک کمتر و نتایج مطلوب‌تری به دست می‌آمد. در پژوهشی بر روی زعفران گیاهان منتقل شده از محیط کشت کنترل‌شده به خاک مزرعه با گیاهانی که از ابتدا در مزرعه کشت شده بودند، حدود دو ماه پس از نشاکاری مقایسه و گزارش شد که بنه‌زایی و تولید ریشه‌های انقباضی در گیاهان نشاکاری شده بیشتر بود، تعداد ریشه تفاوتی نداشت، ولی طول ریشه در گیاهان کشت مستقیم بیشتر بود (*Fallahi et al., 2017b*).

در تحقیق دیگری وضعیت رشدی بنه‌های زعفران بین دو روش کاشت مستقیم در مزرعه و انتقال نشاء از محیط کنترل‌شده به مزرعه مقایسه و گزارش شد که در پایان فصل رشد تعداد بنه (۴/۸۳ در برابر ۴/۳۳)، متوسط وزن بنه (۴/۴۱ در برابر سه گرم) و وزن بنهٔ دختری اصلی (۱۱/۷ در برابر ۶/۰ گرم) در روش کاشت مستقیم بنه بیشتر بود، با این حال باقی گذاشتن گیاهان نشاکاری شده به مدت یک فصل دیگر در درون خاک مزرعه نتایج مناسبی را رقم زد (*Fallahi et al., 2021*). در مجموع، به نظر می‌رسد عمل نشاکاری بنه‌های گل داده در محیط کنترل‌شده، چه در درون خاک مزرعه صورت گیرد و چه در بسترهای بدون خاک، تا حدودی باعث وارد شدن شوک به گیاه شده و رشد نهایی بنه‌های دختری را کاهش می‌دهد. این احتمال وجود دارد که با انتقال نشاهای کشت شده در بستر بدون خاک به فضای سربسته که در آن عوامل محیطی به نحو مناسب‌تری کنترل شوند، میزان شوک ناشی از انتقال به حداقل کاهش داده شود. یکی از دلایل احتمالی کاهش شدید رشد بنه‌ها و توقف زود هنگام رشد رویشی گیاهان در آزمایش کنونی می‌تواند ناشی از شوک سرمایی به گیاهان نشاکاری شده باشد؛ زیرا گلدان‌های حاوی گیاهان در اتاقکی روباز قرار گرفته بودند و در اواسط زمستان زرد شدن نوک برگ‌ها قابل مشاهده بود که می‌تواند ناشی از تنش سرما باشد. این احتمال توسط ملافیلابی و همکاران (*Mollafilabi et al., 2014*) نیز مطرح شده است. آنها بیان داشتند در بستر کاشت غیرخاکی حاوی پرلیت و کوکوپیت رشد زعفران ضعیف‌تر از بستر کاشت خاکی بود و دلیل احتمالی آن را به اثرگذاری بیشتر تغییرات فاکتورهای اقلیمی بر بنه‌های گیاه در بستر کاشت غیرخاکی نسبت دادند. در همین ارتباط نتایج حسینی و همکاران (*Hosseini et al., 2015*) نشان داد کاشت مستقیم بنه در پرلیت (بدون نشاکاری) و قرارگیری گلدان‌ها در محیط گلخانه با دمای ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد، موجب بهبود رشد بنه‌های دختری زعفران می‌شود.

مجموعهٔ عوامل مدیریتی اعمال شده در این آزمایش از جمله نحوه و میزان آبیاری و تغذیهٔ گیاهان نیز می‌تواند بر نتایج حاصله اثرگذار باشد که در آزمایشات آتی می‌توان آنها را اصلاح نمود. در همین ارتباط در آزمایشی بیان شد استفاده از محلول غذایی هوگلند با میزان ثابت ۵۰ میلی‌لیتر و فواصل سه روز در طی فصل رشد می‌تواند وزن بنه‌های دختری زعفران را بهبود بخشد (*Hosseini et al., 2015*). به هر ترتیب در آزمایش کنونی که در آن گیاهان پس از گلدهی در انکوباتور به یک بستر کاشت منفرد، خنثی، بسیار سبک با تخلخل بیش از حد و چسبندگی کم منتقل شده و در محیطی روباز قرار گرفتند، اندام‌های هوایی گیاهان بسیار زودتر از زمان مورد انتظار خشک شد و حتی ذخایر بنهٔ مادری نیز به‌طور کامل مصرف نشد و در نهایت رشد بنه‌های دختری مطلوب نبود.



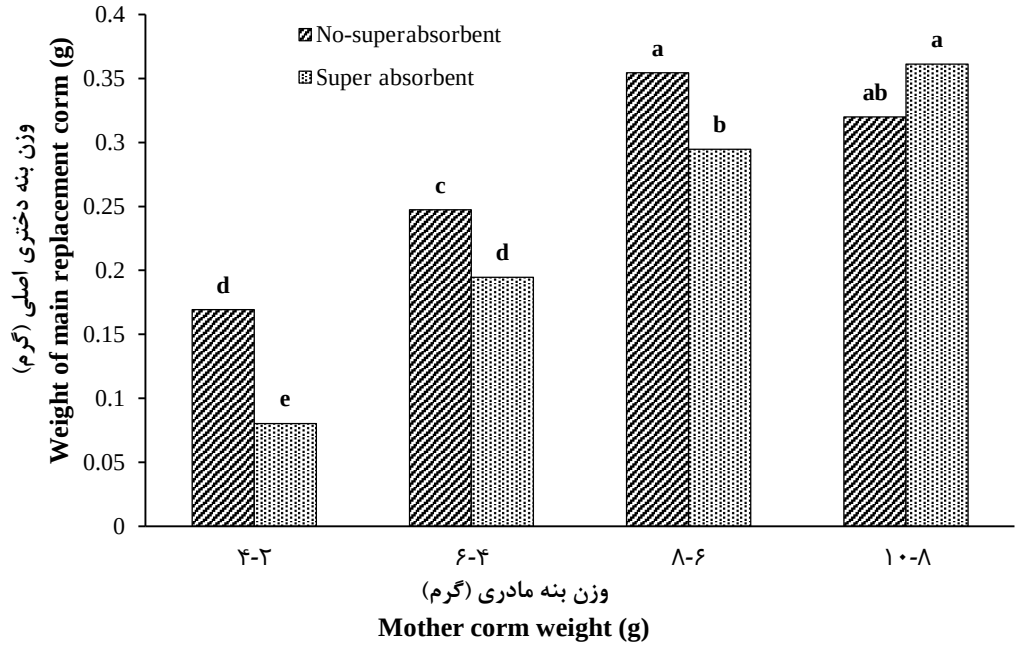
شکل ۲. اثر متقابل وزن بنه مادری و مصرف سوپرجاذب بر وزن کل بنه‌های دختری زعفران در بستر کاشت پرلیت

Fig. 2. Interaction effects of mother corm weight and superabsorbent application on replacement corms weight of saffron in perlite substrate.

Superabsorbent و *No-superabsorbent* به‌ترتیب مصرف و عدم مصرف سوپرجاذب می‌باشند.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant difference at 5% level of probability.



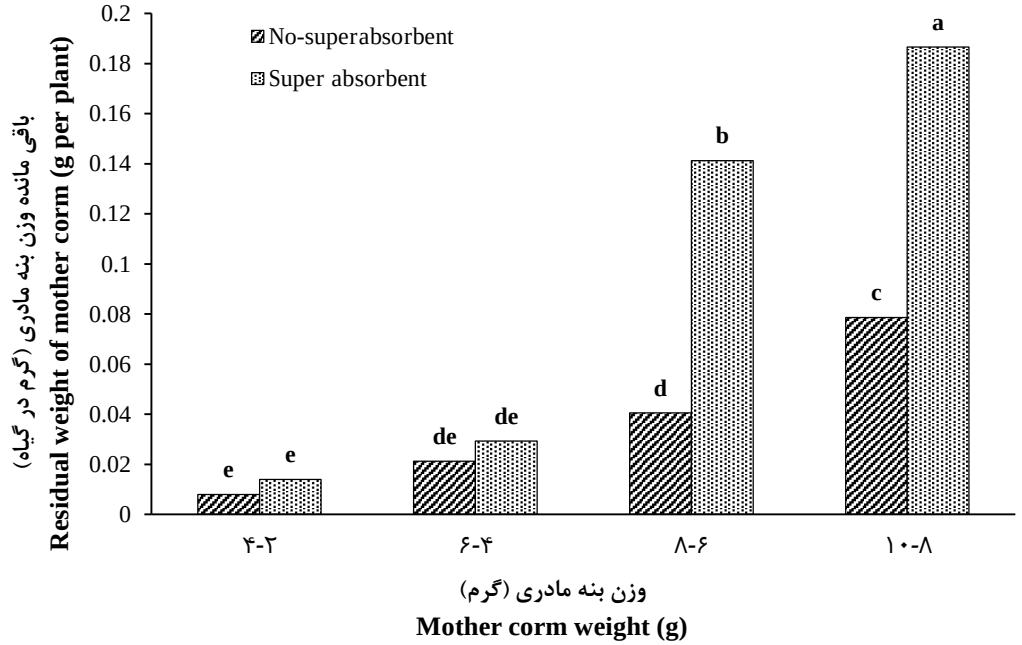
شکل ۳. اثر متقابل وزن بنه مادری و کاربرد سوپرجاذب بر وزن بنه دختری اصلی زعفران در بستر کاشت پرلیت

Fig. 3. Interaction effects of mother corm weight and superabsorbent application on weight of main replacement corm of saffron in perlite substrate.

Superabsorbent و *No-superabsorbent* به‌ترتیب مصرف و عدم مصرف سوپرجاذب می‌باشند.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.



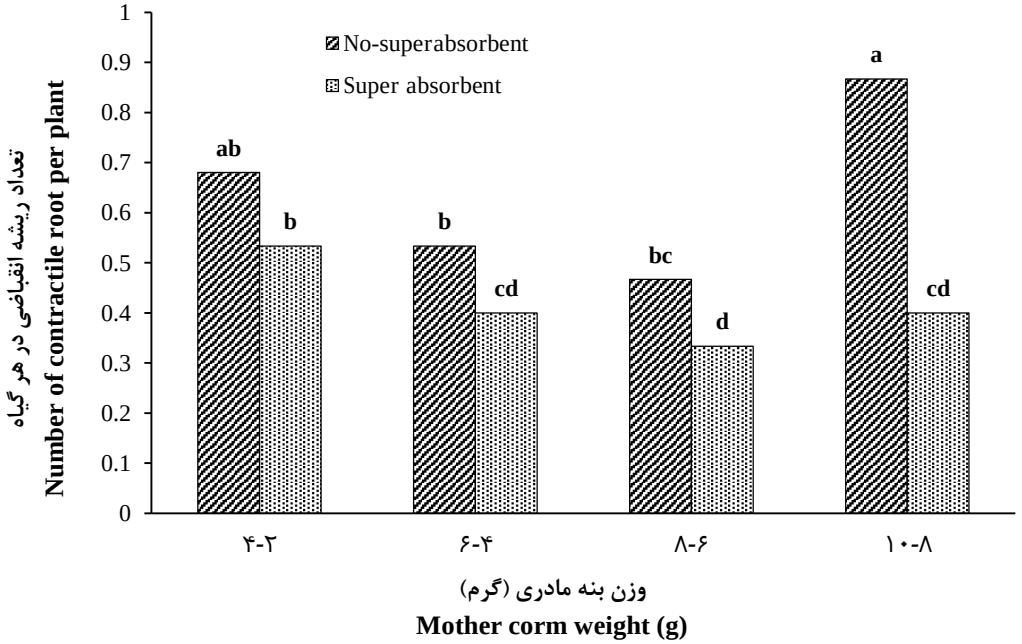
شکل ۴. اثر متقابل وزن بنه مادری و مصرف سوپرجاذب بر وزن باقیمانده از بنه مادری زعفران در بستر کاشت پرلیت

Fig. 4. Interaction effects of mother corm weight and superabsorbent application on residual weight of mother corm of saffron in perlite substrate.

Superabsorbent و *No-superabsorbent* به‌ترتیب مصرف و عدم مصرف سوپرجاذب می‌باشند.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.



شکل ۵. اثر متقابل وزن بنه مادری و کاربرد سوپرجاذب بر تعداد ریشه انقباضی زعفران در بستر کاشت پرلیت

Fig. 5. Interaction effects of mother corm weight and superabsorbent application on number of contractile roots of saffron in perlite substrate.

Superabsorbent و *No-superabsorbent* به‌ترتیب مصرف و عدم مصرف سوپرجاذب می‌باشند.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.

نتیجه‌گیری

فرضیات اصلی این تحقیق افزایش رشد بنه‌های دختری (در گروه‌های مختلف وزنی بنه‌های مادری) در محیط کشت پرلیت و نیز تأثیر مثبت مصرف سوپرجاذب در بستر کاشت گیاه بر رشد رویشی زعفران بود. با روش مورد استفاده در این تحقیق، فرضیات آزمایشی مورد تأیید قرار نگرفت. بنابراین، در پژوهش‌های آتی با ایجاد تغییراتی در روش اجرای تحقیق مانند مدیریت آبیاری و تغذیه‌ای، نوع و ترکیب بستر کاشت، قرار دادن گیاهان در محیط سربسته جهت کنترل بهتر عوامل محیطی و .... میزان سودمندی نشاکاری زعفران پس از اتمام گلدهی در محیط کنترل‌شده می‌تواند مورد ارزیابی بیشتر قرار گیرد. کاشت مستقیم بنه‌ها از همان مرحلهٔ قبل از گلدهی در یک بستر کاشت و سپس انتقال ظروف حاوی گیاهان به محیط جدید جهت ادامهٔ رشد رویشی و تولید بنه، می‌تواند شوک ناشی از نشاکاری را کاهش دهد. یک بستر کاشت ممکن است برای نشاکاری مفید نباشد، ولی کاشت مستقیم بنه‌های ریز با حذف شوک انتقال نشا ممکن است جهت تولید بنه‌های دختری با وزن مناسب، سودمند واقع شود.

سپاس‌گزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی به شماره ابلاغیهٔ ۱۸۲۸۶/د/۱۳۹۹ مورخ ۱۳۹۹/۱۱/۱۸ (تصویب اولیه در سال ۱۳۹۸) و با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه بیرجند انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Aghhavani-Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R., and Koocheki, A., 2020. The possibility of improving saffron (Crocus sativus L.) flower and corm yield through the irrigation and soil texture managements. Scientia Horti. 271, 109485.

Ali Ahmad, L., Sorooshzadeh, A., and Mokhtassi-Bidgoli, A., 2017. Studying the possibility of saffron (Crocus sativus L.) production in a vertical culture system. Saffron Agron. & Technol. 5(2), 161-173. [in Persian with English Summary].

Behdani, M.A., and Fallahi, H.R., 2015. Saffron: Technical Knowledge Based on Research Approaches. University of Birjand Press, Birjand, Iran. [in Persian].

Behdani, M.A., Zamani, G.R., Fallahi, H.R., Sayyari Zohan, M.H., and Samadzadeh, A.R., 2017. Evaluation of replacement corms growth criteria of saffron in response to different organic and conventional production systems. Saffron Agron. & Technol. 5(2), 133-147. [in Persian with English Summary].

Delshad, M., Ahrar, M., and Babalar, M., 2012. Can super absorbent effect on efficiency of hydroponics systems?. Acta Hort. 952, 667-671.

Fallahi, H.R., Zamani, G., Mehrabani, M., Aghhavani-Shajari, M., and Samadzadeh, A., 2016. Influence of superabsorbent polymer rates on growth of saffron replacement corms. J. Crop Sci. & Biotech. 19(1), 77-84. [in Persian with English Summary].

Fallahi, H.R., Aghhavani-Shajari, M., Feizi, H., and Sahabi, H., 2017a. Mother corm weight and soil amendment improves the vegetative and reproductive growth of saffron (Crocus sativus L.). J. Med. Spice Plants. 22(3), 110-114. [in Persian with English Summary].

Fallahi, H.R., Zamani, G., Aghhavani-Shajari, M., and Samadzadeh, A., 2017b. Comparison of flowering and growth of saffron in natural and controlled culture systems. 6th National Congress of Medicinal Plants, 9-10 May, Tehran, Iran. 249 pp. [in Persian].

Fallahi, H.R., Zamani, G., Aghhavani-Shajari, M., Samadzadeh, A.R., Branca, F., and Mehrabani, M., 2017c. Saffron flower and stigma yield changes in response to

application of different levels of super absorbent polymer. J. Med. Plants & By-Prod. 6(2), 145-151. . [in Persian with English Summary].

Fallahi, H.R., Aghhavani-Shajari, M., Sahabi, H., and Feizi, H., 2018. Possibility of increasing the weight of saffron corm through integrated and timed management of agricultural inputs. Final Report of Research Project. Saffron Institute, Torbat-e Heydarieh, Iran. [in Persian with English Summary].

Fallahi, H.R., Aghhavni-Shajari, M., Sahabi, H., Kaveh, H., and Branca, F., 2021. Production systems and methods and daily harvesting timing affect the quality and quantity of saffron (Crocus sativus L.). Spanish J. Agr. Sci. In Press.

Farrokhi, E., Samadi, A., Rahimi, A., and Asadzadeh, F., 2018. The effect of the size of perlite particles and its mixture with peat moss on the percentage of essential oil and the performance of Melissa officinalis in hydroponic system. J. Green. Cul. Sci. Tec. 9(3), 39-47. [in Persian with English Summary].

Helalbeigi, Y., Khoshgoftarmanesh, A.H., Shamsi, F., and Zamani, N., 2009. Possibility of saffron corm growth in different bed of cultivation in soilless system. Proceedings of 1st Congress of Hydroponic in Greenhouse Production. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. [in Persian].

Heidari, S., Azizi, K., and Ismaili, A., 2018. Effects of nitroxin bio-fertilizer, superabsorbent polymer and planting method on yield of flower and corm of saffron (Crocus sativus L.) in rainfed-farming condition of Khorramabad, Iran. Saffron Agron. & Technol. 6(4), 461-472. [in Persian with English Summary].

Hosseini, S.M., Sorooshzadeh, A., and Modares Sanavi, S.A.M., 2015. Effects of substrate culture, axillary bud removing and mother corm size on daughter corm production and morphological traits in the saffron plant (Crocus sativus L.). Iran J. Med. Arom. Plants. 31(2), 194-203. [in Persian with English Summary].

Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin Ghafori, A., and Esmaielpour, B., 2014. Evaluation of soil texture and superabsorbent polymer impact on agronomical characteristics and yield of saffron. J. Saffron Res. 1(2), 120-135. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, H., and Aghhavani Shajari, M., 2016. The study of saffron (Crocus Sativus L.) replacement corms growth in response to planting date, irrigation management and companion crops. Saffron Agron. & Technol. 4(1), 3-18. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Aghhavani Shajari, M., and Fallahi, H., 2019. Corm weight or number per unit of land: Which one is more effective when planting corm, based on the age of the field from which corms were selected?. Ind. Crops and Prod. 131, 78-84.

Maggio, A., Raimondi, G., Martino, A., and De Pascale, S., 2006. Soilless cultivation of saffron in Mediterranean environment. Acta Hort. 718, 515-522.

Mollafilabi, A., 2014. Effect of new cropping technologies on growth characteristics, yield, yield components of flower and corm criteria of saffron (Crocus sativus L.). PhD. Dissertation. Faculty of Agriculture, Fredowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. [in Persian with English Summary].

Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M., 2014. Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (Crocus sativus L.) under

soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. Saffron Agron. & Technol. 1(2), 14-28. [in Persian with English Summary].

Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L.., and Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (Crocus sativus L.). .Scientia Hort. 103, 361-379.

Molina, R.V., Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., García-Luis A., and Guardiola, J.L., 2010. Greenhouse saffron culture– Temperature effects on flower emergence and vegetative growth of the plants. Acta Hort. 850, 91-94.

Montesano, F.F., Parente, A., Santamaria, P., Sannino, A., and Serio, F., 2015. Biodegradable superabsorbent hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. Agri. Sci. Procedia. 4, 451-458.

Najafi Alishah, F., Golchin, A., and Mohebi, M., 2013. The effects of aquasorb water-absorbing polymer and irrigation frequency on yield, water use efficiency and growth indices of greenhouse cucumber. J. Sci. Tec. Green. Cult. 4(3), 1-14. [in Persian with English Summary].

Poggi, L.M., Portela, A.J., Pontin, M.A., and Molina, R.V., 2010. Corm size and incubation effects on time to flowering and threads yield and quality in saffron production in Argentina. Acta Hort. 850, 193-198.

Safari, M., Khajoui, G., Maghsoudi Moud, A.A., and Mohammadi Nejhad, G., 2018. Effect of aifferent rates and application methods of super-absorbent polymer in saffron cultivation under different irrigation levels. J. Saffron Res. 5(2), 231-146. [in Persian with English Summary].

Savvas, D., 2003. Hydroponics: a modern technology supporting the application of integrated crop management in greenhouse. J. Food Agri. Environ. 1, 80-86.

Souret, F.F., and Weathers, P.J., 2000. The growth of saffron (Crocus sativus L.) in aeroponics and hydroponics. J. Herb. Spices & Med. Plants. 7(3): 25-35.

Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol.8, No.2, Fall & Winter, 2020-2021
p. 269-284
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3492.1135

University of Birjand

Original Article:

Evaluation the Possibility of Saffron Transplanting and Corm Production in Soilless Planting System

Hamid-Reza Fallahi[1]*, Soheyla Abbasi Aval Bohlooli[2], Elahe Noferesti[2], Seyyed Morteza Hoseini[2], Somayyeh Seddigh Makoo[2], Mahsa Moodi[2] and Mozhgan Khezri[2]
1. Assistance Professor in Crop Ecology, Department of Agronomy and Plant Breeding (Plant and Environmental Stresses Research Group), Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
2. Student in Plant Production and Genetics Engineering, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran.
** Corresponding author Email: Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir*

Received 25 June 2020; Accepted 18 August 2020

Abstract

Saffron planting in a soilless system is considered as a potential method to increase the weight of replacement corms. In this environment, it is possible to obtain replacement corms with the suitable weight from no-flowering small mother corms as well as from corms that have produced flowers in a controlled environment, by improving the physical properties of the planting bed and proper nutrition. The aim of superabsorbent application was to increase the nutrients and water holding capacities in perlite planting bed. In this regard, in a pot research, the effect of mother corm weight (2-4, 4-6, 6-8 and 8-10 g) and superabsorbent application (0 and 4.5 g per pot) was studied on saffron vegetative growth. For this aim, a factorial experiment based on RCBD was carried out at University of Birjand. Transplanting was done in perlite substrate and all pots were kept at open door conditions. The results revealed that the simple and interaction effects of experimental factors were significant (P≤0.01) on most of the traits associated with saffron vegetative growth, such as the number and weight of replacement corms, the weight of the main replacement corm, the number of contractile roots and leaf growth. The growth of leaves and replacement corms improved by increase in mother corms weight. Application of superabsorbent had no positive effect on saffron vegetative growth parameters. The highest values of number of replacement corms and weight of main replacement corm were obtained by planting the large mother corms (5.6 corm per plant and 0.34 g, respectively) and no-application of superabsorbent (3.45 corm and 0.27 g, respectively). The production of contractile roots (about 0.5 roots per replacement corm), early drying of the aerial parts (in mid-March) and no full allocation of mother corm reservoirs to plant vegetative growth, were some of the observations in this experiment. The consequence of these events was the rejection of the hypothesis of the possibility of increasing the weight of replacement corms of saffron in the perlite planting bed. The combined application of organic and mineral substrates, modification of nutritional management and corm planting under controlled environments will probably lead to more appropriate results by eliminating the shortcomings of this initial research.

Keywords: Hydroponics, Leaf weight, Perlite, Substrate, Superabsorbent.