نشریه ترویجی زعفران
دوره۳- شماره ۲- پیاپند ۵-پائیز و زمستان ۱۴۰۰

تولید زعفران (Crocus sativus L.) در محیط کنترل شده (هواکشت) فرصت یا چالش

زهره روحی ویشکائی[۲*]،علیرضا فلاح نصرت آباد[۱]، علیرضا ودیعی نوقابی[۳]

۱. دانشیار و عضو هیات علمی بخش تحقیقات بیولوژی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
۲. محقق غیرهیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، (نگارنده مسئول)
۳. محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵ -

فلاح نصرت آباد، ع.، روحی ویشکائی، ز.، ودیعی نوقابی، ع.، . تولید زعفران (Crocus sativus L.) در محیط کنترل شده (هواکشت) فرصت یا چالش
نشریه ترویجی زعفران، دوره ۳ - شماره ۲- پیاپند ۵- پائیز و زمستان۱۴۰۰ صفحه: ۴۲-۳۴

چکیده

زعفران یکی از با ارزش‌ترین محصولات زراعی و باغی محسوب می‌شود. علاوه بر کاربردهای این گیاه در صنایع غذایی، کاربرد دارویی فراوانی نیز دارد. در ایران بدلیل شرایط اقلیمی مناسب و فراهم بودن اراضی، تولید زعفران در مزارع انجام می‌شود. امروزه در دنیا به دلیل پیامدهای ناشی از تغییرات آب و هوایی، کاهش عملکرد در واحد سطح و محدودیت منابع آب وخاک و توسعه روش‌های نوین توجه به تولید این محصول در شرایط محیط کنترل شده در حال افزایش است. استفاده از سیستم‌های نوین کشت از جمله سیستم هواکشت یا کشت ایروپونیک در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از فعالان و پژوهشگران بخش کشاورزی قرار گرفته است. با توجه به جدید بودن موضوع کشت ایروپونیک زعفران، اطلاعات کافی در مورد تجهیزات لازم، شرایط تولید و بهره‌وری اقتصادی آن کمتر در دسترس می‌باشد. البته بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد در مناطقی با گستره اقلیمی و خاک مناسب کشت زعفران به صورت هواکشت توجیه ندارد. بر این اساس در این مطالعه سعی شده است نکات ضعف و قوت سیستم هواکشت مورد بررسی قرار گیرد، تا بهره برداران با توجه به امکانات و شرایط منطقه خود نسبت به انتخاب سیستم مناسب کشت اقدام نمایند و با استفاده از دانش روز و اتخاذ روش مناسب هر منطقه ضمن تولید اقتصادی افزایش بهره وری را به همراه داشته باشند.

واژه های کلیدی: ایروپونیک، بهره برداران، روش‌های نوین، سیستم کشت

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Zohre_rohi@yahoo.com

بیان مسئله

زعفران زراعی با نام علمی . Crocus sativusL یکی از گرانبهاترین محصولات کشاورزی ایران و جهان محسوب می‌شود که متعلق به خانواده زنبقیان (Iridaceae) می‌باشد. ویژگی‌های خاص این گیاه همچون عدم خواب زمستانه و عدم نیاز به آبیاری در طول فصل گرم، عدم نیاز به کاشت مجدد و امکان بهره‌برداری از مزرعه برای چندین سال و همچنین بالا بودن ارزش اقتصادی محصول باعث شده که کاشت زعفران در بسیاری از مناطق کشور مورد توجه قرار گیرد (رستمی و محمدی.، ۲۰۱۳). با وجود اینکه ایران در بین کشورهای تولیدکننده زعفران مقام نخست را از نظر سطح زیرکشت و میزان تولید سالیانه دارد، ولی میانگین عملکرد آن در مقایسه با میانگین عملکرد جهانی پایین است. روش‌های کاشت، داشت و برداشت این محصول با استفاده از شیوه‌های مرسوم انجام می‌شود. از طرف دیگر با توجه به تغییرات اقلیمی ناشی از گرم شدن زمین و محدودیت فراهمی منابع آب و خاک، به نظر می‌رسد در آینده به دلیل محدودیت‌های اقلیمی توسعه کشت محصولات زراعی با چالش مواجه شود. لذا ایجاد فرصت‌های جدید، استفاده از تکنولوژی نوین و فناوری متداول قابل دسترس با هدف بهره وری بهتر از منابع تولید، استفاده بهینه از فضا، افزایش عملکرد، تامین نیاز جامعه و افزایش درآمد کشاورزان ضروری به نظر می‌رسد. در طی سال‌های اخیر با ورود تکنولوژی‌های نوین در بحث کشاورزی استفاده از سیستم هواکشت یا کشت آیروپونیک[1] در تولید زعفران در استان‌های مختلف مورد توجه مراکز علمی و بهره برداران بخش کشاورزی قرار گرفته است، لذا در این مقاله سعی شده است با بررسی جوانب مختلف این موضوع، مزایا و معایب این شیوه مورد بررسی قرار گیرد.

معرفی دستاورد یا راهکار

هوا کشت یکی از تکنولوژی‌های نوین برای تولید محصولات گیاهی می‌باشد که منجر به افزایش سرعت رشد و بازدهی می‌شود. راهکاری با ارزش جهت تولید محصولات با کیفیت و پایدار در طول سال در مناطقی خواهد بود که با شرایط جوی نامساعد و یا زمین و منابع محدود جهت تولید محصولات کشاورزی روبه‌رو هستند. هواکشت شکلی از تکنولوژی آبکشت ولی بدون محیط کشت است. این سیستم، پیشرفته‌ترین سیستم کشت هیدروپونیک (آبکشت) است. اکسیژن و آب که اغلب فاکتورهای محدودکننده رشد در سیستم‌های رشد خاکی و هیدروپونیک هستند در این سیستم به طور کامل در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. ریشه در هوا معلق و محلول‌غذایی توسط ذرات کوچک قابل جذب و اکسیژن بیشتری در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد که باعث افزایش تولید می‌شود. روش هواکشت یک تکنولوژی برای تولید بیشترگیاهان از جمله گیاهان دارویی و افزایش سرعت رشد آن‌ها می‌باشد. در این روش، گیاه بدون نیاز به خاک به رشد بیشتری

۱.Aeroponic

دست می یابد (کوماری و کومار، ۲۰۱۹; لخیار و همکاران.، ۲۰۲۰). بنه زعفران در سیستم هواکشت بدون نیاز به خاک در یک محیط کنترل شده داخل سالن به طور طبقاتی قرار داده می‌شود و با رطوبت بالایی که در هوا وجود دارد دوره رشد زایشی خود را طی و فرایند گلدهی صورت می‌گیرد.

از مزایای سیستم هواکشت در تولید زعفران می‌توان به استفاده از بنه درشت، مرغوب و بدون بیماری، استفاده حداکثر از فضا و سطح زیرکشت به سبب طبقاتی بودن و تراکم کشت بالا، بالاتر بودن راندمان بازدهی محصول نسبت به شیوه‌های متداول، افزایش عطر، قدرت رنگدهی و میزان طعم کلاله در مقایسه با تولید در شرایط مزرعه اشاره نمود (فلاحی و همکاران.،۱۴۰۲). کنترل شرایط محیطی مانند بارندگی در فصل برداشت در مناطق شمالی کشور، عدم تماس گل در زمان برداشت با خاک و کود حیوانی، در دسترس بودن بنه در کشت نوین، صرفه‌جویی در مصرف آب، ارزان‌تر بودن این سیستم نسبت به شیوه هیدروپونیک هوشمند و فراهم کردن یک محیط عاری از علف هرز جهت رشد بهینه گیاه و در نتیجه کاهش مصرف سموم و علفکش در طول دوره رشد، تسریع در فرایند برداشت از مزایای این شیوه از تولید می‌باشند (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۰ ;الشرف، ۲۰۱۷; رضوی زاده و عرب شاهی دلوئی، ۲۰۲۱).

البته این شیوه دارای معایب و محدودیت‌های می‌باشد. این محدودیت‌ها شامل بالا بودن هزینه اولیه برای فراهم کردن تاسیسات، تجهیزات و فضای مورد نیاز، امکان آسیب دیدن بنه‌ها هنگام نقل و انتقال سالانه از سالن به مزرعه، دسترسی کم به بنه با وزن بالا، قیمت بالاتر بنه‌های با وزن بیشتر، صرف وقت و هزینه کارگری برای جداسازی و کشت دوباره بنه در خاک به صورت سالانه امکان نامناسب بودن شرایط جوی و یخبندان در زمان انتقال بنه‌ها از سالن به مزرعه و آسیب به بنه‌ها می‌باشند.

سورت و ودرز (۲۰۰۰) گزارش کردند که محتوای کروسین در کلاله حاصل از هواکشت در مقایسه با کاشت مزرعه‌ای بالاتر بوده، بعلاوه بنه‌ها دارای ریشه‌های ضخیم‌تر و کوتاهتر بودند. درتحقیقی، پس از گل‌گیری از بنه‌های زعفران در محیط کنترل شده اقدام به انتقال بنه نموده و رشد رویشی گیاهان مذکور را با گیاهانی که از ابتدا در مزرعه کشت شده بودند (کشت مستقیم) مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که تعداد بنه‌های دختری، طول برگ، سطح برگ و وزن برگ در روش نشاکاری و وزن بنه‌های دختری در روش کشت مستقیم بنه بالاتر بود (فلاحی و همکاران.، ۲۰۲۱).

تجهیزات مورد نیاز در سیستم هواکشت زعفران شامل سالن کشت که یک اتاق عاری از آلودگی با کف و دیواره‌های بتنی و تهویه خوب می باشد. سالن هواکشت زعفران به جهت استفاده بهینه از فضا قفسه‌بندی شده که با توجه به مساحت فضای در دسترس طراحی می‌شود. برای مثال در یک سالن ۱۰ در ۱۰ متر و با ارتفاع کف تا سقف ۳/۵ متر،۶ ردیف قفسه‌بندی هر یک با ابعاد ۱ متر عرض و ۸

متر طول می‌تواند تعبیه شود، پیشنهاد می‌شود نوع قفسه‌ها از جنس چوب، لوله گالوانیزه یا پلاستیک تهیه شود. هر ردیف می‌تواند دارای ۶ طبقه باشد که سبدهای کشت با ابعاد ۱ در ۱ متر بر روی آن‌ها قرار می‌گیرد. به ازای هر طبقه اضافی به میزان ۵۰ سانتی‌متر به ارتفاع اضافه خواهد شد (اولین طبقه از کف زمین ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر فاصله داده می‌شود). تاسیسات کولر در قسمت جلوی ردیف‌ها قرار می‌گیرند و می‌توان از طریق کانال کشی جریان مناسبی از رطوبت و دما در سطح سالن‌ها و کلیه طبقات ایجاد کرد. از تجهیزات مورد نیاز دیگر می‌توان به مه پاش یا رطوبت ساز، سیستم خنک‌کننده، سیستم گرمایش و قالب‌های نگهدارنده بنه زعفران (طبق کشت) و زمانسنج، رطوبت‌سنج و دماسنج متصل به ترموستات و سنسورها برای روشن و خاموش کردن سیستم مه پاش و کولر اشاره کرد.

برای سالن هواکشت به منظور توجیه اقتصادی و استفاده بهینه از فضا توصیه می‌شود بنه‌هایی انتخاب شوند که وزن آن‌ها ۱۵ گرم به بالا باشد و دارای جوانه انتهایی سالم و بدون پوسیدگی باشند. نتایج یک بررسی نشان داد با افزایش وزن بنه از ۴ گرم به بیش از ۱۶ گرم در شرایط هواکشت زعفران صفات مرتبط با عملکرد اقتصادی شامل وزن خشک کلاله، وزن خشک گل و تعداد گل افزایش یافتند (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۰). طبق تحقیقات صورت گرفته، وزن بنه مادری یکی از عوامل تعیین کننده در دستیابی به عملکرد مطلوب در زراعت زعفران است. کاشت بنه‌های

شکل۱- تصاویری از بنه در اندازه های مختلف

مادری دارای وزن مناسب، سبب بهبود رشد و عملکرد زعفران خواهندشد (رنو- مورات و همکاران.، ۲۰۱۲). هرچه بنه درشت‌تر باشد محصول به دست آمده مرغوب‌تر و عملکرد بیشتر خواهد بود و همچنین بنه‌های دختری مناسب‌تری برای استفاده در سال‌های آتی نیز تولید می‌شود (شکل۱). برای یک سالن ۱۰۰ متر مربعی به حدود ۳-۴ تن بنه زعفران نیاز می‌باشد، که برای کشت این مقدار بنه در شرایط مزرعه‌ای، زمینی به مساحت ۵۰۰۰ مترمربع مورد نیاز می‌باشد.

نور، درجه حرارت و رطوبت نقش مؤثری در فعالیت‌های بیولوژیکی، از جمله تنظیم دوره خواب، رشد رویشی، زایشی و گلدهی بسیاری از گیاهان دارد. در این ارتباط، بررسی‌ها در مورد زعفران نشان داده است که مهمترین عامل محیطی مؤثر در شروع گل‌دهی تغییرات دمای روزانه است، در واقع درجه حرارت عامل اصلی تنظیم مکانیزم گلدهی در زعفران است. مناسب‌ترین دما برای شروع پدیده گل‌دهی ۱۷-۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گل‌دهی زعفران در شرایط مزرعه شامل یک دوره گل‌انگیزی در درجه حرارت‌های بالا (۲۷-۲۳ درجه‌سانتی‌گراد) برای القای گل‌دهی

شکل ۲- تشکیل جوانه‌ها در بنه

و یک دوره درجه حرارت پایین (۱۷-۹ درجه‌سانتی‌گراد) برای ظهور گل‌ها می‌باشد (کوچکی و همکاران.، ۱۳۸۹). علاوه بر درجـه حرارت، رطوبت خاک نیز در تنظیم رفتار گلدهی زعفران نقش تعیـین‌کننده‌ای دارد. در شرایط هواکشت نیز باید این سه عامل به نحو مطلوب کنترل شود. با توجه به زمان انتقال بنه به سالن هواکشت شرایط محیطی متناسب با آن تنظیم می‌شود. در انتهای فصل رشد (اواسط بهار تا اوایل تابستان بسته به هر منطقه) که بنه‌ها در حال رکود هستند، پس از خروج بنه از خاک و جداسازی آن‌ها، برای شروع دوره گلدهی به سالن هواکشت منتقل شوند که این فرایند تقریباً از خرداد تا مهر ماه می‌باشد. همچنین می‌توان بنه‌ها را در شرایط مناسب انبار نگهداری نمود و از مهر ماه به سالن منتقل شوند که در این حالت فرآیند تولید تقریباً تا دی ماه به طول می‌انجامد. اگر بنه در اواخر تابستان تا اوایل مهر به سالن منتقل شود با توجه به گذراندن دوره گلانگیزی، دمای سالن در شروع دوره به منظور بیدار شدن بنه‌ها از خواب در دمای ۱۳-۱۰درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۸۰٪ و شرایط

شکل۳- تشکیل و رشد جوانه‌های اصلی در سالن

تاریک به مدت چند روز تنظیم می‌شود. پس از شروع به فعالیت بنه‌ها دما به ۱۷ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد، ولی شرایط نور و رطوبت همانند حالت اول حفظ می‌شود. در این مدت از اطراف بنه جوانه‌های بسیاری می‌روید که باید به جز دو یا سه جوانه اصلی و بالاتر، دیگر جوانه‌های جانبی از بنه حذف گردد (شکل۲). این کار باعث جلوگیری از هدررفتن توان بنه برای گلدهی می‌شود.

در ادامه با افزایش رشد جوانه‌ها با حفظ دمای ۲۰-۱۷ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۰٪ به تدریج اجازه ورود نور به جایگاه داده می‌شود (استفاده از نور طبیعی و مصنوعی). این فرایند منجر به رشد جوانه‌های گل و ایجاد گل خواهد شد. در غیر اینصورت، گل‌های مرده و سوخته تشکیل می‌شود. پس از ظهور گل‌ها و در مرحله برداشت با حفظ روشنائی و رطوبت حدود ۸۰٪، دمای سالن تقریباً به ۲۵-۲۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (شکل۳).

در شیوه کاشت مزرعه‌ای برداشت گل باید به صورت روزانه و در ساعات اولیه صبح انجام شود چراکه در این زمان دمای هوا پایین است و گل‌ها به صورت نیمه‌باز یا غنچه هستند. اشعه خورشید و باد کیفیت رنگ کلاله

شکل۴- تصویری از برداشت زعفران در سالن

را کاهش می‌دهد و امکان آلودگی محصول به علت نزدیکی به سطح خاک افزایش می‌یابد. در شرایط هواکشت این عوامل تحت کنترل بوده، عملیات برداشت گل معمولا در طول روز قابل انجام می‌باشد (شکل۴). برای اطمینان از کیفیت زعفران، لازم است که گل‌ها در همان روز باز شود و کلاله‌ها جدا شوند.

در شرایط کنترل شده بعد از برداشت گل، بنه‌ها جمع‌آوری و به زمین باز گردانده می‌شود. در این مرحله باید توجه نمود که بنه‌ها حین انتقال صدمه نبینند. زمین مورد نظر باید ترجیحاً دارای خاک لومی، لومی رسی و شنی باشد، تا امکان تکثیر بنه‌ها به راحتی وجود داشته باشد. زهکشی سطحی مناسب، جهت توسعهٔ بنه ضروری می‌باشد. در پاییز با مصرف عناصر غذایی و کود حیوانی (با توجه به وضعیت مواد آلی و معدنی خاک) و انجام شخم با عمق حدود ۳۰ سانتیمتر عملیات آماده‌سازی زمین آغاز می‌شود. در این مرحله زعفران به چند شیوه (کپه‌ای، دانه تسبیحی یا ردیفی) قابل کشت می‌باشد. در سال‌های اخیر به دلیل استفاده از ادوات مکانیزه روش کشت ردیفی مورد توجه قرار گرفته است. فواصل خطوط کاشت ردیفی معمولاً بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر و فاصله پیازهای روی خطوط ۱۰-۵ سانتیمتر است. عمق کاشت بسته به شرایط آب و هوایی بین ۲۰-۱۰ سانتیمتر بوده و جهت بنه‌ها باید رو به بالا قرار گیرد. کشت بنه‌ها در عمق ۲۰ سانتیمتر سبب می‌شود که بنه‌ها در زمستان از سرما و یخبندان و در تابستان از گرمازدگی مصون باشند. در واقع تمامی مراحل کوددهی و آبیاری در زمین به روال سیستم کشت معمول مزرعه‌ای انجام می‌شود و در سال بعد مراحل تکرار می‌گردد (شاه طهماسبی و شریف زاده، ۱۳۹۷; بهدانی و همکاران، ۱۳۹۷).

توصیه ترویجی

در آینده‌ی نزدیک ممکن است به دلیل افزایش تقاضا و محدودیت منابع آب و خاک مطلوب، تولید زعفران درعرصه‌های زراعی با مشکل مواجه شود. از این رو استفاده از تکنولوژی‌های نوین در زمینه تولید زعفران در یک محیط کنترل شده می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در منابع، استفاده بهینه از فضا، پایداری عملکرد، تامین نیاز جامعه و افزایش درامد کشاورزان گردد. هوا کشت زعفران حساسیت‌های علمی و فنی مربوط به خود را دارد و بایستی قبل از انجام این کار اقلیم منطقه، میزان هزینه تأسیس فضا، وضعیت

بازار و بازگشت سرمایه مورد بررسی قرار گیرد و همچنین قبل از شروع با متخصصین و کسانی که تجربه عملی در این زمینه دارند مشورت شود. در حال حاضر با توجه به هزینه‌های تامین نهاده، انرژی و هزینه کارگری در شرایطی که امکان تولید در مزرعه فراهم باشد تولید در شرایط محیط کنترل شده قابل توصیه نمی‌باشد. چنانچه پس از بررسی و شرایط خاص اقلیمی در منطقه شرایط لازم تولید در محیط کنترلشده وجود داشته باشد به نظر می‌رسد می‌توان از این شیوه استفاده نمود، در غیر اینصورت چالش‌ها و هزینه تولید در روش کنترل شده در مقایسه با روش سنتی بالاتر خواهد بود.

منابع

۱- ابراهیمی، م.، پویان، م.، حسینی، س.، شاهی، ط.، راغآرا، ح. ۱۴۰۰. تاثیر وزن بنه مادری بر عملکرد، رشد زایشی، میزان آپوکاروتنوئیدها و تولید بنه‌های دختری در هواکشت زعفران. نشریه پژوهش‌های زعفران)دوفصلنامه(. ۹(۲): ۳۵۱-۳۳۵.

۲- بهدانی، م.ع.، فلاحی، ح.ر.، سردار، م.۱۳۹۷. آشنایی با دانش فنی تولید زعفران. گروه پژوهشی زعفران. دانشگاه بیرجند.

۳-شاه‌طهماسبی، م.، شریف‌زاده، ن.(۱۳۹۷).آئروپونیک، روش نوین کشت زعفران. دومین کنفرانس بین المللی گیاهان دارویی، کشاورزی ارگانیک.

۴-فلاحی، ح.ر.، اقحوانی شجری، م.، صباحی بجستانی، م.، میثمی‌زاده، م.، زیبا، ن.، آبگرمی، م.، مرادی‌مقدم، عباسی اول بهلولی، س.، حسینی، س.ا. ۱۴۰۲. مقایسه گلدهی و شاخص‌های رنگ کلالهٔ زعفران (*Crocus sativus* L.) بین دو سیستم کاشت هیدروپونیک و مزرعه‌ای. نشریه پژوهش‌های زعفران. ۱۱(۱): ۱۰۷-۹۴.

5-AlShrouf, A., 2017. Hydroponics, aeroponic and aquaponic as compared with conventional farming.American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences 27, No 1, pp 247-255.

6-Fallahi, H.R., Abbasi, T., Avval Bohlooli, S., Pahlavan, Z., Hosseini, SM., Hosseini, SAH., Ghohestani-Bojd, P., 2021.Saffron vegetative growth as affected by transplantingand direct corm planting under field conditions. J HortPost Res.

7-Kumari, R., and Kumar, R. 2019. Aeroponics: A Review on Modern Agriculture Technology.Indian Farmer 6(4): 286-292.

8-Lakhiar, I.A., Gao, J., Syed, T.N., Chandio, F., Tunio, M.H., Ahmad, F., Solangi, K.A., 2020. Overview of the aeroponic agriculture–An emerging technology for global food security. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 13: 1-10.

9-Razavizadeh, B.M., Arabshahi Delooei, N., 2021. Quantification of crocin, picrocrocin and safranal in saffron stigmas obtained from sounded corms with acoustic waves. Phytochem. Anal. 32: 1059–1066.

10-Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V., 2012. Effect of corm size: water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Industrial Crops and Products. 39: 40-46.

11-Rostami, M., and Mohammadi, H., 2013. Effects of planting date and corm density on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Malayer climatic conditions. Journal of Agroecology 5: 27-38. (In Persian with English Summary).