Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol. 12, No. 2, Fall & Winter, 2024-2025
p. 275-289
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2025.8453.1257

University of Birjand

Review Article

Organic Saffron: From Soil to Market, a Novel Approach in Green Agriculture

Hadi Zeraatgar [1], Azam Gideski[2*], Zeinab Moinoddini[3]
1- Assistant Professor, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Birjand, Iran.
2- Expert of Agricultural and Horticultural Sout Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Birjand, Iran.
3- Expert of Economic, Social and Extension Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Birjand, Iran.

*Corresponding author Email: *azamgideski@yahoo.com*

Received 11 December 2024; Accepted 12 February 2025

Expanded Abstract

Introduction: Organic agriculture has emerged as a critical approach to sustainable food production, emphasizing environmental conservation, soil health, the provision of safe and healthy food. Among the various crops suitable for organic farming, saffron (*Crocus sativus*) is particularly notable for its high economic value, low water requirements, and adaptability to harsh climatic conditions. As the world's leading producer of saffron, Iran has a unique opportunity to enhance its agricultural sustainability through the adoption of organic saffron farming practices. This review discusses the methods of organic saffron production.

Principles of Organic Saffron Cultivation: In this cultivation eschews the use of synthetic fertilizers and pesticides, replacing them with natural alternatives such as organic manures and sustainable agricultural practices. These methods are designed to enhance soil fertility, reduce environmental contamination, and support biodiversity. The key practices in organic saffron farming include the use of organic manures, crop rotation, intercropping, and biological pest control.

Soil Health and Nutrient Management: Soil health is foundational to the success of organic saffron farming. Organic manures, including compost, farmyard manure, and vermicompost, play a crucial role in improving soil structure, enhancing moisture retention, and supporting microbial activity. These organic inputs enrich the soil with

essential nutrients, creating a balanced ecosystem that supports robust saffron growth and improves yield quality over time.

Crop Rotation and Intercropping: Crop rotation and intercropping are pivotal strategies in organic saffron farming, offering several benefits. These practices break the life cycles of pests, reduce weed pressure, and optimize nutrient use. For example, intercropping saffron with legumes helps enhance soil nitrogen levels, benefiting saffron plants and reducing the dependency on synthetic fertilizers. This symbiotic relationship fosters a more sustainable farming system and improves the overall health of the agricultural ecosystem.

Pest and Disease Management: In organic saffron farming, pest and disease management focuses on biological and cultural control methods. Beneficial insects such as ladybugs, lacewings, and predatory beetles are introduced to manage pest populations naturally. Cultural practices, including proper irrigation management, timely planting, and the removal of diseased plants, are essential in preventing the spread of diseases. These methods help maintain a healthy crop without relying on chemical pesticides, ensuring that the saffron produced is free from harmful residues and safer for consumers.

Quality and Economic Value of Organic Saffron: Organic saffron is often of higher quality compared to conventionally grown saffron. It is characterized by enhanced flavor, aroma, and active compounds such as crocin, picrocrocin, and safranal, which contribute to its medicinal and culinary value. This superior quality aligns with the growing global demand for organically produced food and medicinal products. The premium price that organic saffron can command provides a significant economic incentive for farmers to transition to organic practices, offering them higher profitability and market competitiveness.

Environmental Benefits: The environmental benefits of organic saffron farming are profound. By eliminating the use of synthetic inputs, organic farming reduces soil and water contamination, decreases greenhouse gas emissions, and promotes biodiversity. These benefits align with global sustainability goals, contributing to the conservation of natural resources, the health of ecosystems, and the mitigation of climate change.

Challenges in Transitioning to Organic Saffron Farming: Despite its numerous benefits, transitioning to organic saffron farming presents several challenges. Farmers may encounter increased labor requirements, the need for specialized knowledge and training, and initially lower yields compared to conventional farming methods. Additionally, accessing certified organic inputs and markets can be challenging, especially for small-scale farmers or those in regions with limited infrastructure for organic agriculture.

Overcoming Challenges: Support and Policy Frameworks: To overcome these challenges, farmers need access to a supportive framework that includes financial incentives, training programs, and extension services. These resources can help farmers adopt organic practices more effectively, increase their productivity, and gain access to profitable organic markets. Establishing robust certification processes and developing strong market linkages are also crucial to ensuring that farmers can benefit from the premium prices associated with organic products.

Conclusion: Organic saffron farming presents a sustainable and economically viable path forward for saffron producers. By adopting organic practices, farmers can produce

high-quality saffron while preserving the environment and supporting biodiversity. Continued research, policy support, and market development are essential to facilitating the wider adoption of organic saffron farming, maximizing its potential, and contributing to sustainable food systems globally.

Conflict of Interest: The authors declare no potential conflict of interest related to the work.

Keywords: Organic saffron cultivation, Organic weed control, Biological pest control, Crop rotation.

نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد دوازدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۳
شماره صفحه: ۲۸۹ – ۲۷۵
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2025.8453.1257

مقاله مروری

زعفران ارگانیک: از خاک تا بازار، رویکردی نوین در کشاورزی سبز

هادی زراعتگر[۱]، اعظم گیدسکی[*۲]، زینب معین الدینی[۳]

۱- استادیار، بخش زراعی باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران.

۲- کارشناس زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان جنوبی، بیرجند، ایران.

۳- کارشناس اقتصادی، اجتماعی و ترویج مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان جنوبی، بیرجند، ایران.

*نویسنده مسئول: Email: *azamgideski@yahoo.com*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴

چکیده

کشاورزی ارگانیک به‌عنوان رویکردی دوستدار محیط‌زیست و سلامت انسان، جایگاه ویژه‌ای در تولید محصولات کشاورزی باکیفیت یافته است. زعفران *(Crocus sativus L.)*، به‌عنوان یکی از ارزشمندترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای جهان، با نیاز آبی کم و مقاومت به شرایط اقلیمی دشوار، به‌ویژه در ایران از اهمیت بالایی برخوردار است. این مقاله مروری، به بررسی مزایا، چالش‌ها و تکنیک‌های نوین کشت ارگانیک زعفران پرداخته و تأثیرات زیست‌محیطی و اقتصادی این روش را تحلیل می‌کند. کشت ارگانیک زعفران، با حذف نهاده‌های شیمیایی، بر روش‌هایی همچون استفاده از کودهای طبیعی، تناوب زراعی و مدیریت پایدار خاک تکیه دارد. این روش‌ها، علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک، به حفظ تنوع زیستی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک می‌کنند. تناوب زراعی با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن و مدیریت طبیعی علف‌های هرز، به کاهش آفات و بیماری‌ها و بهبود کیفیت محصول می‌انجامد. همچنین، کنترل بیولوژیکی آفات با بهره‌گیری از شکارچیان طبیعی و مالچ‌های طبیعی، سلامت و ایمنی محصول را تضمین می‌کند. زعفران ارگانیک به‌دلیل کیفیت برتر، عطر و طعم متمایز و ارزش افزوده بالا، در بازارهای داخلی و بین‌المللی رقابت‌پذیرتر است. این روش با تأکید بر کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی و بهره‌گیری از تکنیک‌های پایدار، به توسعه کشاورزی سازگار با محیط‌زیست و بهبود درآمد کشاورزان کمک می‌کند. این مقاله نتیجه می‌گیرد که کشت ارگانیک زعفران، با اثرات مثبت زیست‌محیطی و اقتصادی، راهکاری نوین برای دستیابی به کشاورزی پایدار و تولید محصولاتی سالم و باکیفیت است.

واژه‌های کلیدی: کشت ارگانیک زعفران ، کنترل ارگانیک علف هرز، کنترل بیولوژیکی آفات، تناوب زراعی.

مقدمه

کشاورزی ارگانیک به‌عنوان یک روش کشاورزی پایدار است که براساس اصول حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان طراحی شده‌است. این نوع کشاورزی با استفاده از روش‌های طبیعی و غیرشیمیایی به بهبود کیفیت خاک و افزایش تنوع زیستی در مزارع عمل می‌کند (Reganold& wachter, 2016). کشاورزی ارگانیک، کشاورزی قانونمند و متکی به معیارها و ضوابط خاص بوم‌شناسانه می‌باشد. در این کشاورزی، هدف پایداری تولید است و تولید حداکثر را ملاک قرار نمی‌دهد. کاربرد واژه ارگانیک در کشاورزی، بر این مبناست که در آن مزرعه به‌عنوان یک موجود زنده تلقی می‌شود (Khosh- khui, 2016). کشاورزی ارگانیک، همان طور که توسط فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک[1] تعریف شده‌است، بر اصول اکولوژیک استوار است. در این سیستم، استفاده از کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، و ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی ممنوع است و تمرکز بر پایداری خاک و حفظ تنوع زیستی است (Leksono, 2017).

زعفران یکی از مهم‌ترین محصولات دارویی و غذایی در ایران است که به‌دلیل ارزش اقتصادی و نیاز کم به آب، در مناطق خشک کشت می‌شود. کشت ارگانیک زعفران به‌معنای عدم استفاده از کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی و تکیه‌بر استفاده از کودهای آلی، کودهای زیستی و تکنیک‌های کشاورزی پایدار است (Esmaeilian et al., 2022). ایران با تولید ۸۰ درصد زعفران جهان، نقش مهمی در تولید این محصول دارد (Kianimanesh et al., 2022). این ادویه طلایی یکی از گران‌ترین ادویه‌های جهان است که به‌دلیل خواص غذایی و دارویی مورد توجه قرار گرفته است. کشت ارگانیک آن، با توجه به نیازهای کم آب و استفاده حداقلی از نهاده‌های شیمیایی، به‌عنوان یکی از گزینه‌های مناسب در کشاورزی پایدار شناخته می‌شود (Kumar & Sharma, 2017). کودهای ارگانیک، به ترکیباتی اشاره دارند که از مواد طبیعی و تجدیدپذیر مانند فضولات حیوانی، بقایای گیاهی، و سایر مواد آلی تولید می‌شوند و به منظور بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی خاک به کار می‌روند. این کودها شامل انواع مختلفی مانند کود سبز (گیاهانی که برای افزایش مواد آلی و عناصر غذایی به خاک افزوده می‌شوند)، کود مایع آلی (حاصل از تخمیر فضولات حیوانی یا گیاهی)، و کمپوست (تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها) هستند. استفاده از این کودها در کشاورزی ارگانیک، به بهبود سلامت خاک، افزایش بهره‌وری، و حفظ تعادل اکوسیستم کمک می‌کند(Fallahi et al., 2021). در سال‌های اخیر، استفاده از این مواد به‌دلیل کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و بهبود کیفیت محصول، در کشت زعفران بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Kianimanesh et al., 2022). زعفران به‌عنوان یک محصول کشاورزی ارزشمند با سابقه کشت طولانی در مناطق مختلف ایران شناخته می‌شود. کشت این محصول به‌دلیل نیاز کم به آب و شرایط آب و هوایی خاص، به یکی از محصولات محبوب در نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران تبدیل شده‌است. در سال‌های اخیر، توجه به کشت ارگانیک زعفران افزایش یافته‌است، زیرا روش‌های کشت ارگانیک می‌توانند به حفظ منابع طبیعی و افزایش کیفیت محصول منجر شوند (Ghorbani& Koocheki, 2006). زعفران به‌دلیل ارزش اقتصادی بالای خود، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای جهان شناخته می‌شود. کشت ارگانیک این محصول با افزایش تقاضا برای محصولات پایدار، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته‌است (Vlahova, 2022).

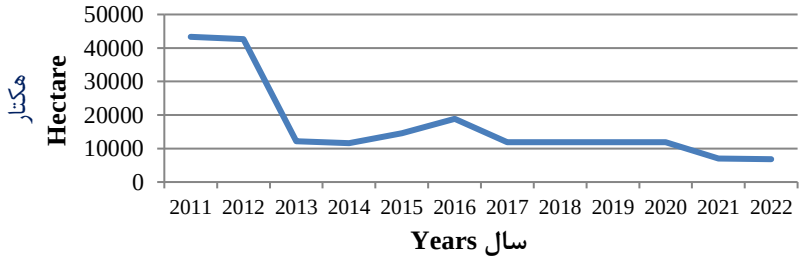
کشاورزی ارگانیک در ایران: بر اساس آمار ارائه‌شده در گزارش‌های سال ۲۰۲۴، مساحت زمین‌های کشاورزی ارگانیک در ایران بسیار محدود بوده و کمتر از ۰/۰۱ درصد کل زمین‌های کشاورزی کشور را شامل می‌شود. این رقم نشان‌دهنده این است که کشاورزی ارگانیک در ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه و جهان به‌ویژه در زمین‌هایی مانند اروپا و استرالیا که درصد بیشتری از زمین‌های کشاورزی خود را به محصولات ارگانیک اختصاص داده‌اند، هنوز در مراحل ابتدایی خود قرار دارد(Willer et al., 2024). برای اطمینان از صحت و کیفیت محصولات ارگانیک، دریافت گواهی‌نامه‌های معتبر ارگانیک ضروری است. این گواهی‌نامه‌ها به کشاورزان و تولیدکنندگان اجازه می‌دهند که محصولات

[1] IFOAM

خود را به‌عنوان محصولات ارگانیک به فروش برسانند و به بازارهای داخلی و بین‌المللی دسترسی پیدا کنند. سازمان‌هایی مانند فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک استانداردهای جامعی برای کشاورزی ارگانیک تدوین کرده‌اند. این استانداردها شامل محدودیت‌هایی در استفاده از کودها و سموم شیمیایی، اصلاحات ژنتیکی و سایر فناوری‌های نامناسب برای محیط‌زیست است (Reganold & Wachter, 2016).

بر اساس اطلاعات گزارش‌های سال ۲۰۲۴، سطح زیر کشت محصولات ارگانیک در ایران به تفکیک نوع محصولات به‌صورت زیر است: گیاهان دارویی و معطر: بیشترین سهم از زمین‌های کشاورزی ارگانیک ایران به کشت گیاهان دارویی اختصاص دارد که به‌دلیل ارزش بالای این محصولات در بازار داخلی و جهانی، توسعه یافته‌است. میوه‌ها و سبزیجات: کشت ارگانیک میوه‌ها و سبزیجات در استان‌های مختلف مانند مازندران و فارس تمرکز بیشتری دارد، اما در کل سهم این محصولات نسبت به گیاهان دارویی کمتر است. غلات و حبوبات: سهم کشت ارگانیک غلات و حبوبات در ایران بسیار محدود است و بیشتر به‌صورت آزمایشی در برخی مناطق کشت می‌شود. محصولات دامی و عسل: تولید محصولات دامی ارگانیک و عسل در برخی مناطق کوهستانی ایران نیز در حال افزایش است (Willer et al., 2024). تدوین استاندارد ملی زعفران ارگانیک بر اساس معیارهای بین‌المللی مانند IFOAM و Codex ضروری است تا ضمن تسهیل صادرات، اعتماد مصرف‌کنندگان جلب شود (Fallahi et al., 2021). در ایران، کشاورزی ارگانیک تحت حمایت وزارت جهاد کشاورزی و انجمن ارگانیک ایران[1] به‌ویژه در زمینه پرورش گیاهان دارویی ارگانیک در مناطق آسیب‌پذیر قرار دارد. این تلاش‌ها مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی ارگانیک انجام‌می‌شود. همچنین نمایشگاه‌ها و جلسات تخصصی با مشارکت فعالان محصولات ارگانیک، دانشمندان، دانشجویان و متخصصان تغذیه برگزار می‌گردد. این رویدادها توسط اتاق بازرگانی ایران و انجمن ارگانیک ایران حمایت می‌شود و هدف از آن توسعه بازارهای ارگانیک و ایجاد شبکه‌های گسترده در سطح ملی و بین‌المللی است (Willer et al., 2024). فرایند دریافت گواهی: دریافت گواهی‌نامه ارگانیک نیازمند طی کردن مراحل خاصی است که شامل بازدیدهای منظم از مزرعه، آزمایش‌های کیفیت خاک و محصولات، و رعایت دقیق استانداردهای ارگانیک (چندین سال قبل از کاشت و مدتی پس از برداشت) می‌باشد. این فرایند معمولاً چندین سال به طول می‌انجامد و هزینه‌های مرتبط با آن ممکن است برای برخی کشاورزان مشکل‌ساز باشد (Khosh-khui, 2016). حداقل طول دوره گذار برای تولید زعفران ارگانیک باید ۳۶ ماه باشد. این دوره برای احیای سلامت خاک و حذف نهاده‌های شیمیایی قبلی ضروری است. در این مدت، محصول تولیدی تحت‌عنوان "در حال گذار" شناخته می‌شود و نیازمند نظارت مستمر است (Fallahi et al., 2021).

اهمیت گواهی‌نامه در بازارهای بین‌المللی: گواهی‌نامه‌های ارگانیک برای دسترسی به بازارهای بین‌المللی و صادرات محصولات ضروری هستند. کشورهایی مانند اتحادیه اروپا و ایالات متحده دارای قوانین سخت‌گیرانه‌ای برای واردات محصولات ارگانیک هستند و محصولات بدون گواهی‌نامه معتبر به این بازارها راه پیدا نمی‌کنند (Kianimanesh et al., 2022).



شکل۱. مساحت سطح زیر کشت ارگانیک در ایران(سال‌های۲۰۱۱ تا ۲۰۲۲)

Fig 1. The area under organic farming in Iran (The years 2011 to 2022)

(Willer et al., 2024; 2023; 2022; 2021; 2020; 2019; 2018; 2017; 2016; 2015; 2014; 2013; 2012)

[1] IOA

مزایای کشت ارگانیک زعفران

حفظ سلامت خاک: کودهای ارگانیک مانند کود دامی با افزایش مواد آلی و بهبود ساختار خاک، منجر به افزایش سلامت و حاصلخیزی خاک می‌شوند (Kianimanesh et al., 2022). استفاده از کودهای ارگانیک و کمپوست‌ها باعث افزایش مواد مغذی خاک و بهبود ساختار آن می‌شود. این امر منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب و جلوگیری از فرسایش خاک می‌گردد (Ghorbani& Koocheki, 2006). کشت ارگانیک زعفران می‌تواند به بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش فعالیت میکروبی و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی منجر شود (Esmaeilian et al., 2022). مزارع ارگانیک با استفاده از روش‌هایی مانند کشت تناوبی و استفاده از کودهای طبیعی باعث بهبود کیفیت خاک و جلوگیری از فرسایش می‌شوند (Lee et al., 2015). حاصلخیزی خاک یکی از عوامل کلیدی در بهبود عملکرد زعفران است. استفاده از کودهای ارگانیک مانند کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود دامی می‌تواند ساختار خاک را بهبود بخشد و موجب افزایش مواد آلی، ظرفیت نگهداری آب و تهویه خاک شود. این بهبود در شرایط خاک به افزایش طول برگ‌ها، تعداد برگ‌ها و وزن خشک کلاله‌ها کمک می‌کند (Kumar & Sharma, 2017). استفاده از ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰ تا ۱۵ تن در هکتار می‌تواند منجر به بهبود کیفیت زعفران شده و به عنوان یک روش مناسب در کشت ارگانیک زعفران مورد استفاده قرار گیرد(Oftadeh Fadafen., 2020).

کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی: استفاده از کودهای ارگانیک باعث کاهش آلودگی منابع آبی و خاک شده و نقش مهمی در حفظ اکوسیستم‌های طبیعی دارد (Kianimanesh et al., 2022). حذف استفاده از سموم شیمیایی و کودهای مصنوعی در کشت ارگانیک، آلودگی‌های محیطی را کاهش می‌دهد و به حفظ تنوع زیستی کمک می‌کند (Ghorbani & Koocheki, 2006). اجتناب از کودهای شیمیایی و سموم باعث کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. کشاورزی ارگانیک نقش مهمی در کاهش نیترات‌ها و سایر آلاینده‌ها در آب ایفا می‌کند (Lee et al., 2015).

افزایش کیفیت محصول: زعفران کشت شده به روش‌های ارگانیک اغلب دارای کیفیت بالاتری از نظر عطر و طعم است. همچنین، این محصولات به‌دلیل عدم استفاده از مواد شیمیایی مضر برای سلامت انسان، از جنبه سلامتی نیز بهتر هستند (Ghorbani& Koocheki, 2006). استفاده از کودهای ارگانیک باعث افزایش محتوای کروسین و پیکروکروسین در زعفران می‌شود که به بهبود خواص دارویی و کیفیت کلی محصول کمک می‌کند (Kianimanesh et al., 2022).

تنوع زیستی: کشاورزی ارگانیک به‌عنوان یکی از راهکارهای مقابله با کاهش تنوع زیستی در محیط‌های کشاورزی معرفی شده‌است. یکی از اهداف اصلی کشاورزی ارگانیک، حفظ و ارتقای تنوع زیستی در مزارع و اکوسیستم‌های زراعی است. به‌دلیل عدم استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در این نوع کشاورزی، تنوع گونه‌ای گیاهان و جانوران افزایش می‌یابد و شرایط بهتری برای بقای گونه‌های مختلف فراهم می‌شود (Rundlof & Smith, 2006). تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که سیستم‌های کشاورزی ارگانیک به‌دلیل سازگاری بیش‌تر با محیط زیست باعث افزایش تنوع زیستی در بسیاری از گروه‌های جانوری و گیاهی شوند. به‌طور خاص، مطالعات در زمینه تأثیر کشاورزی ارگانیک بر پروانه‌ها نشان داده است که تنوع و فراوانی پروانه‌ها در مزارع ارگانیک نسبت به مزارع معمولی بیشتر است. این تأثیر به‌ویژه در مناظر همگن کشاورزی مشاهده شده‌است، جایی که کشاورزی ارگانیک با افزایش ناهمگونی زیست‌محیطی به بهبود شرایط زیستی پروانه‌ها کمک می‌کند (Rundlof & Smith, 2006). حذف سموم شیمیایی موجب حفظ دشمنان طبیعی آفات (مانند شکارگران و پارازیتوئیدها) شده و به تعادل زیست‌محیطی کمک می‌کند .(Ghahari, 2020). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که کشاورزی ارگانیک تنوع گونه‌های جانوری و گیاهی را بهبود می‌بخشد. تحقیقات انجام شده در چندین مقاله نشان‌می‌دهد که سیستم‌های کشاورزی ارگانیک به‌طور قابل توجهی تنوع گونه‌ای را افزایش داده‌اند. این افزایش در تنوع شامل گروه‌های مختلفی از جانوران مانند سوسک‌های کارابید، پروانه‌ها، زنبورها و شکارچیان طبیعی است Leksono, (2017). در کشاورزی ارگانیک، به‌دلیل عدم استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی، منابع غذایی و گیاهان میزبان برای گونه‌های گیاهی و جانوری حفظ می‌شود. این شرایط، به‌ویژه برای گرده‌افشان‌ها و سایر گونه‌های وابسته

به منابع غذایی گیاهی، بسیار مهم است. همچنین، استفاده از روش‌های جایگزین مانند تناوب زراعی متنوع و کاشت گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن، به افزایش منابع غذایی و زیستگاه‌های موقتی برای گونه‌های مختلف کمک می‌کند (Rundlof & Smith, 2006).

عوامل مثبت تأثیرگذار بر پذیرش کشت زعفران ارگانیک

تجربه و تحصیلات کشاورزان: کشاورزانی با تجربه و تحصیلات بیشتر، تمایل بالاتری به پذیرش کشاورزی ارگانیک دارند. نتایج نشان داد که افزایش یک واحد در تجربه و تحصیلات، احتمال پذیرش کشت ارگانیک را به‌ترتیب ۴.۰۱٪ و ۴.۹۱٪ افزایش می‌دهد. با برگزاری کارگاه‌های آموزشی و ارائه اطلاعات از طریق شبکه‌های اجتماعی، آگاهی کشاورزان درباره مزایای کشت ارگانیک افزایش یابد. مصرف کود دامی: استفاده از کودهای دامی به‌دلیل اثر مثبت بر حاصلخیزی خاک و کاهش نیاز به کودهای شیمیایی، پذیرش کشاورزی ارگانیک را افزایش داده است. شاخص آگاهی: کشاورزان آگاه‌تر درباره مزایای کشاورزی ارگانیک تمایل بیشتری به پذیرش این روش دارند (Kohansal & Sheibani, 2021).

توسعه بازار محصولات ارگانیک: ایجاد بازارهای تخصصی برای فروش محصولات ارگانیک و اطلاع‌رسانی درباره تفاوت کیفیت این محصولات با روش‌های معمول می‌تواند جذابیت بیشتری ایجاد کند (Kohansal & Sheibani, 2021) .

اقدامات لازم جهت کشت ارگانیک زعفران

از انتخاب زمین تا کشت بنه: زمین باید دارای خاک سبک تا متوسط، بدون سنگ ریزه زیاد، و با pH بین ۷ تا ۹ باشد. از زمین‌هایی که قبلاً در آن زعفران کاشته شده برای حداقل ۵ سال استفاده نشود تا اثرات آللوپاتیک کاهش یابد (Fallahi et al., 2021). زعفران در خاک‌های سبک، شنی-رسی و با زهکشی مناسب عملکرد بهتری دارد. خاک ضعیف یا دارای زهکشی نامناسب می‌تواند رشد گیاه را محدود کند. استفاده از کودهای آلی نظیر کود دامی پوسیده و کمپوست به بهبود ساختار خاک و افزایش ماده آلی آن کمک می‌کند. شخم عمیق و حذف بقایای گیاهی، زمینه را برای رشد مناسب پیاز زعفران فراهم می‌کند (Khorramdel et al., 2017). بنه‌ها باید از مکان‌هایی با مدیریت ارگانیک حداقل دو ساله تهیه شوند. در صورت استفاده از بنه‌های غیرارگانیک، زمین باید قبل از کشت حداقل ۳۶ ماه تحت مدیریت گذار قرار گیرد. کاشت بنه در زمان خواب حقیقی گیاه (تابستان) توصیه می‌شود تا حداکثر رشد و گل‌دهی حاصل شود(Fallahi et al., 2021). سورت کردن (ریز و درشت کردن) و کاشت بنه‌های بالای ۸ گرم کمک زیادی به مدیریت و درآمد مزرعه در آینده می‌کند (Tavakoli Korghond & Zeraatgar, 2021). انتخاب پیاز سالم و باکیفیت از مهم‌ترین مراحل کشت زعفران است که تأثیر مستقیم بر عملکرد و سلامت مزرعه دارد. پیازهای ناسالم می‌توانند ناقل بیماری‌ها و آفات باشند و عملکرد مزرعه را به شدت کاهش دهند. پیازهایی با وزن حداقل ۸ تا ۱۰ گرم که بدون نشانه‌های بیماری و پوسیدگی باشند، برای کاشت مناسب‌تر هستند. پیازها باید در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک و با فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر کاشته شوند. این فاصله امکان توسعه بهتر ریشه و جذب مواد مغذی را فراهم می‌کند (Khorramdel et al., 2017). محل کشت ارگانیک باید از منابع آلاینده مانند مزرعه‌های غیرارگانیک، جاده‌ها، و مکان‌های دفع زباله فاصله کافی داشته‌باشد. ایجاد منطقه حائل[1] در اطراف زمین ارگانیک ضروری است. این منطقه مانع تماس مواد شیمیایی یا آلاینده‌ها با زمین ارگانیک می‌شود. مکان انتخابی باید از نظر احتمال آلودگی به منابع خطرناک، زه‌آب یا فضولات دام ارزیابی شود و نباید در معرض این منابع قرار گیرد(Fallahi et al., 2021). کشت مخلوط زعفران و زیره سبز می‌تواند باعث افزایش بهره‌وری زمین شود، به‌ویژه هنگامی که نسبت ۵۰٪ زعفران و ۵۰٪ زیره سبز به‌کار رود. زعفران و زیره سبز دارای ویژگی‌های اکولوژیکی مشابهی هستند. گیاه زیره سبز به دلیل داشتن ساقه‌های منشعب و توانایی رشد در شرایط کم‌آبی، می‌تواند به‌عنوان یک گیاه همزیست مناسب برای زعفران در کشت مخلوط مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر، دوره رشد این دو گیاه تا حد زیادی مکمل یکدیگر است؛ زعفران در پاییز گل می‌دهد، در حالی که زیره سبز رشد خود را در بهار تکمیل کرده و در

[1] Buffer zone

اواخر بهار برداشت می‌شود. این تفاوت در چرخه زندگی دو گیاه باعث می‌شود که رقابت مستقیم بر سر منابع کاهش یابد و بهره‌وری سیستم افزایش یابد. بقایای گیاهی زیره سبز می‌تواند از پیازهای زعفران در برابر گرمای تابستان محافظت کرده و موجب افزایش عملکرد گل و کلاله خشک شود. حفظ بقایای گیاهی بر سطح خاک، نه‌تنها باعث کاهش فرسایش و حفظ رطوبت می‌شود، بلکه می‌تواند چرخه مواد مغذی را بهبود بخشد و در نتیجه عملکرد زعفران را افزایش دهد (Koocheki et al., 2016). کاشت بنه در خردادماه و باقی ماندن آن در خاک، نسبت به روش‌های دیگر عملکرد ایجاد کرد. همچنین، روش‌هایی مانند استفاده از بقایای گیاهی و آبیاری تابستانه می‌توانند نقش مهمی در مدیریت دمای خاک و بهبود رشد اولیه داشته باشند، اما برای بهبود عملکرد نهایی زعفران، نیاز به بررسی‌های بیشتری وجود دارد(Moradi-Moghaddam et al., 2024).

تناوب زراعی

تناوب زراعی به‌عنوان یک استراتژی کشاورزی پایدار می‌تواند به حفظ سلامت خاک، افزایش بهره‌وری و کاهش بیماری‌ها و آفات کمک کند در کشت زعفران، تناوب زراعی با گیاهانی که خاک را غنی می‌کنند، به‌ویژه در سیستم‌های ارگانیک، ضروری است. گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن مانند حبوبات، نیتروژن موجود در هوا را به خاک برمی‌گردانند و بدین‌وسیله به بهبود کیفیت خاک و عملکرد زعفران کمک می‌کنند (Vlahova, 2022). کاهش کشت مداوم زعفران در یک زمین، مانع از شیوع بیماری‌ها و کاهش کیفیت خاک می‌شود. کاهش آفات و بیماری‌ها، بهبود ساختار خاک، افزایش حاصلخیزی و کاهش نیاز به سموم و کودهای شیمیایی از نتایج تناوب زراعی مطلوب است. کشت گیاهان حبوباتی نظیر نخود، لوبیا و عدس در تناوب با زعفران توصیه می‌شود، زیرا این گیاهان نیتروژن را به خاک اضافه می‌کنند و سبب افزایش باروری خاک می‌شوند (Khorramdel et al., 2017).
تناوب با گیاهانی مانند گندم و جو باعث کاهش رقابت برای منابع غذایی و آب در خاک می‌شود، که در نتیجه به افزایش رشد زعفران می‌انجامد (Vlahova, 2022).
تناوب‌های زراعی رایج در ایران (به‌ویژه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی) که عمدتاً مبتنی بر غلات هستند، تنوع کمی دارند و دوره اجرای آن‌ها کوتاه است. این شرایط سبب ناکارآمدی اجرای تناوب‌های زراعی در نظام‌های زراعی ایران شده است (Koocheki et al., 2017). یکی از چالش‌های اصلی در اجرای تناوب زراعی مناسب، انتخاب گیاهانی است که بیماری‌های مشترک با زعفران نداشته‌باشند. برخی گیاهان مانند سیب‌زمینی و پیاز بیماری‌هایی ایجاد می‌کنند که به زعفران منتقل شود. بنابراین، باید از کاشت این گیاهان در تناوب زعفران اجتناب کرد (Gresta et al., 2009). همچنین، برنامه‌ریزی دقیق دوره‌های استراحت خاک برای حفظ حاصلخیزی آن حیاتی است (Vlahova, 2022).
زعفران معمولاً یک گیاه چندساله است که در یک زمین ۴ تا ۷ سال قابل کشت است. عملکرد زعفران در سال‌های مختلف برداشت متفاوت است: در سال اول معمولاً عملکرد پایین است، زیرا بنه‌ها زمان کافی برای رشد و ذخیره‌سازی مواد غذایی نداشته‌اند. سال‌های دوم تا چهارم، این دوره اوج عملکرد زعفران است. بنه‌ها رشد کرده‌اند و تولید گل به حداکثر می‌رسد. از سال پنجم به بعد عملکرد به‌تدریج کاهش می‌یابد، زیرا تراکم بنه‌ها در خاک افزایش می‌یابد و مواد غذایی خاک کاهش پیدا می‌کند. برای تولید حداکثر گل و کلاله، مدیریت دو ساله مزرعه و مدیریت سه ساله برای تولید بنه‌های باکیفیت و وزن بالا (بیش از ۱۶ گرم) توصیه می‌شود. پس از چهار سال، جابجایی بنه‌ها و کشت مجدد برای حفظ عملکرد اقتصادی مزرعه ضروری است. بنه‌ها باید در پایان دوره رشد گیاه، معمولاً در تابستان و پس از خشک شدن زمین (اواخر خرداد تا مرداد)، از خاک خارج شوند. این زمان مناسب‌ترین دوره برای جلوگیری از آسیب به بنه‌ها است (Koocheki et al., 2022). استفاده از چرخه‌های سه‌ساله، شامل زعفران، حبوبات و غلات، باعث می‌شود خاک در تمام مراحل تولید بهبود یابد و بارورتر شود(Khorramdel et al., 2012).

آبیاری

زعفران به‌عنوان گیاهی با نیاز آبی کم، معمولاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشت می‌شود. با این حال، کمبود آب در مراحل حساس رشد گیاه می‌تواند به کاهش عملکرد منجر شود. استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای یا بارانی می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف آب و افزایش تعداد گل‌ها و وزن کلاله‌های زعفران کمک کند. تحقیقات نشان داده‌اند که آبیاری منظم در زمان‌های

مناسب باعث افزایش عملکرد زعفران می‌شود (Kumar & Sharma, 2017). نباید از آب‌های غیرمتعارف مانند پساب فاضلاب‌ها بدون تصفیه لازم و آب‌های آلوده رودخانه‌ها برای آبیاری استفاده شود. روش آبیاری نیز به‌ویژه از نظر مدیریت بیماری‌ها بسیار مهم می‌باشد. از این نظر، لازم است از آبیاری غرقاب استفاده نشود. از آن‌جا که در کشاورزی ارگانیک استفاده از آفت‌کش‌ها ممنوع می‌باشد کاهش رطوبت گلخانه با هوادهی و عدم کشت متراکم گیاهان از فعالیت بیماریزاها می‌کاهد (Khosh-khui, 2016). یک نوبت آبیاری تابستانه (اوایل مرداد) تاثیر قابل‌توجهی در افزایش عملکرد زعفران دارد. تعداد گل، وزن خشک گل و بنه‌های دختری در تیمارهای آبیاری تابستانه بالاتر بوده است. این روش آبیاری همراه با مصرف کود دامی باعث سرعت بخشیدن به فرآیند آزادسازی عناصر غذایی از کود دامی می‌شود. این عناصر غذایی به صورت تدریجی در دوره فعالیت گیاه در دسترس قرار می‌گیرند. همچنین می‌تواند دمای خاک اطراف بنه زعفران را کاهش داده و ذخیره رطوبتی خاک را افزایش دهد. این امر به بهبود رشد بنه و افزایش تعداد گل‌ها کمک می‌کند. لذا آبیاری تابستانه باعث تسریع تمایز اندام‌های زایشی می‌شود. از جایی که افزایش رطوبت بیش از حد ممکن است منجر به پوسیدگی بنه‌ها و رشد قارچ‌های مضر شود، همزمان با آبیاری، بیماری‌های قارچی و باکتریایی بایستی پایش شوند و خاک زهکشی مناسب داشته باشد تا مانع تجمع رطوبت گردد. استفاده از مالچ نیز برای کاهش تبخیر و حفظ رطوبت خاک مناسب است(Asadi et al., 2018).

مبارزه با علف‌های هرز

برخی از علف‌های هرز شناسایی شده در مزرعه زعفران شامل پیچک صحرایی[1]، سلمه تره[2]، قاصدک[3] و بندواش[4] بودند. این علف‌های هرز به دلیل رقابت برای منابعی مانند آب، نور و مواد مغذی، می‌توانند رشد زعفران را محدود کرده و باعث کاهش عملکرد شوند(Mohammadkhani et al., 2023). عمده علف‌های هرز غالب مزارع زعفران در خراسان گونه‌های شاهی وحشی، تلخه، بیدگیاه، خارشتر، دم موشی، علف هرز پشمکی، پیچک، بندوک، چمن بنه، یولاف وحشی، جومیش، سلمه، بومادران و سیزاب می‌باشد. سایر علف‌های هرز مزارع شامل خاکشیر، علف هفت‌بند، شیرتیغی، منداب، غربیلک، گل قاصد، خارخسک، گل ماهور و ... می‌باشد (Tavakoli Korghond & Zeraatgar, 2021).

زعفران گیاهی کوچک و کند رشد است که به‌راحتی توسط علف‌های هرز تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد و این باعث کاهش کیفیت و کمیت محصول می‌شود. همچنین، استفاده از روش‌های شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز در کشاورزی ارگانیک محدود است، و به همین دلیل استفاده از روش‌های طبیعی مانند مالچ‌پوشی می‌تواند گزینه‌ای مؤثر برای کنترل علف‌های هرز و بهبود رشد زعفران باشد (Mzabri et al., 2021). علف‌های هرز می‌توانند به عنوان پناهگاهی برای جوندگان عمل کنند که این جوندگان ممکن است کُرم‌های زعفران را بخورند و باعث کاهش عملکرد زعفران شوند به‌همین منظور علف‌های هرز باید قبل از ظهور بوته در پاییز حذف شوند. (Gheshm & Brown, 2024). مصرف پلاستیک سیاه باعث کاهش ۹۰ درصدی بیومس علف‌های هرز شد و کنترل بهتری نسبت به سایر روش‌ها ارائه کرد. این روش موجب افزایش دمای خاک، کاهش تبخیر و بهبود پارامترهای زعفران مانند تعداد برگ‌ها و وزن بنه‌ها شد. استفاده از برگ‌های چمن، تراکم علف‌های هرز را تا ۵۶ درصد کاهش داد. این روش ارزان‌تر است اما نسبت به مالچ پلاستیکی دوام کمتری داشت و خطر ایجاد یخزدگی در بهار را افزایش داد (Mzabri et al., 2021). چهار روش برای مدیریت علف‌های هرز در تابستان مورد بررسی قرار گرفته است: وجین دستی: گران‌ترین روش بود و باعث کاهش قابل‌توجه در عملکرد زعفران شد. استفاده از مالچ پلاستیکی: کم‌هزینه‌ترین روش بود و تأثیری بر عملکرد زعفران نداشت. کاشت سالانه: کاشت سالانه زعفران به معنای کشت و برداشت محصول در یک چرخه‌ی سالانه است، که معمولاً در برخی مناطق به دلیل شرایط خاص انجام می‌شود. این روش در مقابل کشت چندساله (مرسوم برای زعفران) قرار دارد که در آن گیاه زعفران به مدت ۴ تا ۷ سال در زمین باقی می‌ماند. در کشت سالانه، هر سال پیازها کاشته شده و پس از

[1] *Convolvulus arvensis*
[2] *Chenopodium album*
[3] *Descurainia sophia*
[4] *Cynodon dactylon*

برداشت، از خاک خارج می‌شوند. این روش معمولاً در مناطقی با شرایط خاص یا در زمین‌هایی با آلودگی بالا به آفات و بیماری‌ها انجام می‌شود. این روش نیاز به کار بیشتری نسبت به استفاده از مالچ داشت، اما تأثیری بر عملکرد زعفران نداشت. کشت همراه با ریحان: منجر به بیشترین درآمد در هر واحد سطح شد و تأثیر منفی بر عملکرد زعفران یا ریحان نداشت. این روش به منظور افزایش درآمد در هر واحد سطح و کنترل علف‌های هرز بدون تأثیر منفی بر عملکرد زعفران و ریحان به کار گرفته شده است. ریحان *(Ocimum basilicum)* در طول دوره خواب تابستانی زعفران کاشته شده است(Gheshm & Brown, 2024). سوزاندن بقایای گیاهی در کشت ارگانیک ممنوع است، مگر در شرایط محلی خاص و برای کنترل بیماری‌های گیاهی(Fallahi et al., 2021). استفاده از بقایای گیاهی مانند آفتابگردان، جو و سیر می‌تواند به طور مؤثری تراکم و زیست توده علف‌های هرز را کاهش دهد. این روش به دلیل خاصیت دگرآسیبی بقایای گیاهی است که از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز جلوگیری می‌کند. بقایای این گیاهان علاوه بر کنترل علف‌های هرز، می‌توانند به بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کنند. مصرف بقایای آفتابگردان، جو و سیر وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ را نسبت به شاهد به ترتیب ۹۱٪، ۸۰٪ و ۷۹٪ کاهش داد (Khorramdel et al., 2012).

کنترل بیولوژیکی آفات

از آفات مهم زعفران می‌توان کنه زعفران را نام برد. آفت کنه با فعالیت بر روی پیاز و دم برگ باعث تضعیف گیاه می‌شوند. این آفت اغلب از محل زخم‌ها و گاهی قسمت‌های سالم بنه را مورد حمله قرار می‌دهد. سپس ضمن تغذیه و ایجاد تونل، زمینه را برای نفوذ عوامل بیماری‌زا از محل زخم‌ها و حفرات به داخل بنه آماده می‌کند. آبیاری در زمان‌های گرم سال به‌خصوص در تابستان، به شدت جمعیت کنه را افزایش می‌دهد. جهت جلوگیری از خسارت احتمالی، عمق کاشت نباید کم‌تر از ۲۰ سانتی‌متر باشد و کنترل علف‌های هرز پیازی که میزبان کنه می‌باشند انجام بگیرد. این آفت خسارت کم‌تری به بنه‌های سالم، قوی و شاداب می‌زند لذا استفاده از کود دامی پوسیده و عاری از علف هرز نیز موثر خواهد بود(Tavakoli Korghond & Zeraatgar, 2021). یکی از چالش‌های اصلی در کشت زعفران، کنترل آفات و بیماری‌ها به‌ویژه پوسیدگی بنه ناشی از قارچ *Fusarium oxysporum* است. استفاده از تکنیک‌های زیستی مانند بهره‌گیری از قارچ‌های مفید مانند *Trichoderma viride* برای کنترل بیماری‌های قارچی و استفاده از کودهای ارگانیک برای تقویت بنه‌ها، می‌تواند میزان خسارت‌های ناشی از بیماری‌ها را کاهش دهد(Kumar & Sharma, 2017). تیمار با *Trichoderma asperellum* توانست بروز بیماری پوسیدگی پیاز را تا ۶۸.۶۳٪ کاهش دهد. این روش نه‌تنها باعث کاهش آلودگی محیطی می‌شود، بلکه کیفیت محصول را برای بازارهای صادراتی افزایش می‌دهد (Gupta et al., 2020). آفت تریپس هم سبب پیدایش نقاط زرد تا سفید رنگ بر روی برگ‌های زعفران می‌گردند. این آفت خود می‌تواند ناقل بیماری‌های ویروسی متعددی باشد (Tavakoli Korghond & Zeraatgar, 2021). کنترل بیولوژیکی یکی از مهم‌ترین روش‌های مدیریت آفات در سیستم‌های ارگانیک است. این روش شامل استفاده از شکارچیان طبیعی، پارازیتوئیدها و عوامل بیماری‌زا می‌شود. برای مثال، در مزارع پنبه ارگانیک، استفاده از پارازیتوئیدهایی مانند *Trichogramma* و شکارچیانی مانند کفشدوزک‌ها برای کنترل حشرات مضر موفقیت‌آمیز بوده است. این عوامل زیستی به‌طور مؤثر می‌توانند تعداد آفات را کاهش دهند و به کشاورزان کمک کنند تا از نیاز به سموم شیمیایی اجتناب کنند(Mellet et al., 2003). کاشت گیاهان پوششی و گل‌های بومی در اطراف مزرعه، به کاهش جمعیت آفات و افزایش تنوع گونه‌های مفید کمک می‌کند(Khorramdel et al., 2017).

آفت‌کش‌های زیستی[1] نیز به‌عنوان یک ابزار مهم در مدیریت آفات ارگانیک معرفی‌شده‌اند. این محصولات شامل سموم طبیعی مانند روغن‌های گیاهی، ترکیبات باکتریایی مانند *Bacillus thuringiensis* و ترکیبات گیاهی مانند عصاره‌های چریش هستند (Mellet et al., 2003). یکی از مهم‌ترین اصول کشاورزی ارگانیک استفاده از رقم‌های مقاوم به آفات و بیماری‌هاست. استفاده از رقم‌های مقاوم قاطع‌ترین و اقتصادی‌ترین

[1] Biopesticide

روش کنترل در نظام کشاورزی متداول و ارگانیک است. به‌بیان‌دیگر، تمرکز اصلی بر مقاومت با طیف وسیع و استفاده از ویژگی‌های گیاه است که برای مثال، جذابیت گیاه در مقابل حشره‌ها را کاهش دهد. در اینجا باید یادآور شد که در کشاورزی ارگانیک، از جانوران، بذر و گیاهان تغییر ژنتیکی یافته (تراریخت) نباید استفاده شود (Khosh-khui, 2016).

استفاده از تله‌های نوری خورشیدی می‌تواند راهکار مناسبی جهت کنترل آفات به‌روش ارگانیک باشد. این تله شامل یک پنل خورشیدی است که نور خورشید را جذب و به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. این انرژی در یک باتری ذخیره شده و یک لامپ اطراف لامپ نیز با موانعی (baffles) مجهز شده‌است که حشرات را به‌سمت سطل هدایت می‌کند. استفاده از تله‌ها باید با احتیاط انجام شود، زیرا ممکن است حشرات مفید نیز جذب شوند و بر تعادل اکولوژیکی تأثیر منفی بگذارد. LED (با توان ۵ وات) که نور آبی با طول موج ۳۷۰-۳۹۰ نانومتر یا با طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها منتشر می‌کند را روشن می‌کند. زیر این لامپ، یک سطل پلاستیکی قرار دارد که با حشره‌کش پر شده و حشرات که جذب نور می‌شوند را از بین می‌برد (Shreya et al., 2024). ترکیبات آلی فرّار (Volatile Organic Compounds یا VOCs) به‌عنوان جایگزینی پایدار برای آفت‌کش‌های شیمیایی معرفی‌شده‌اند. این ترکیبات که از منابع طبیعی مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، و گیاهان استخراج می‌شوند، در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی، افزایش تحمل گیاه به تنش‌های زیستی و غیر زیستی، و کاهش اثرات زیست‌محیطی کاربرد دارند. ترکیبات فرّار مانند دی‌متیل دی‌سولفید[1] و فنل‌اتیل الکل به‌عنوان عوامل ضدقارچی در برابر بیماری‌های قارچی پیاز زعفران و پوسیدگی مؤثر بوده‌اند (Razo-Belman & Ozuna., 2023).

برداشت و خشک کردن کلاله

فرد برداشت کننده گل زعفران بایستی تندرست بوده و به‌ویژه دست وی بدون آلودگی، بیماری پوستی و عفونی باشد (Tavakoli Korghond & Zeraatgar, 2021). خشک کردن و ذخیره‌سازی کلاله زعفران باید تحت شرایط کنترل شده و بدون استفاده از مواد شیمیایی انجام شود. استفاده از بسته‌بندی‌های زیست‌تجزیه‌پذیر برای زعفران ارگانیک توصیه شده‌است (Fallahi et al., 2021). کیفیت زعفران خشک‌شده بر اساس محتوای ترکیبات اصلی آن شامل رنگ‌دهنده‌ها (کروکین)، طعم‌دهنده‌ها (پیکروکروسین) و عطر (سافرانال) ارزیابی می‌شود. این ترکیبات به‌شدت به شرایط فرآوری و خشک کردن حساس هستند. روش‌های سنتی و مدرن (خشک‌کن‌های برقی یا آفتابی) برای خشک کردن زعفران استفاده می‌شوند (Ordoudi & Tsimidou, 2004). برداشت گل زعفران در ساعات ابتدایی صبح قبل از مواجهه با نور خورشید تأثیر مثبتی بر حفظ قدرت رنگ‌دهی آن داشته است. همچنین، نگهداری زعفران در شرایط تاریک به‌مدت دو سال کیفیت آن را در دسته اول استاندارد ISO 3632 حفظ کرده است. این روش‌ها تأکید می‌کنند که نور می‌تواند باعث تخریب رنگ و کیفیت زعفران شود و نگهداری در تاریکی به حفظ ترکیبات حساس کمک می‌کند (Leoni et al., 2022). روش‌های سنتی خشک کردن شامل موارد ذیل می‌باشد: خشک کردن در آفتاب یا سایه: در کشورهایی مانند ایران، هند و مراکش، کلاله‌های زعفران در معرض نور آفتاب (۳-۵ روز) یا در سایه (۷-۱۰ روز) خشک می‌شوند تا رطوبت آن به ۸-۱۰٪ کاهش یابد. خشک کردن با زغال چوب: در ایتالیا، از زغال چوب بلوط برای تولید حرارت استفاده می‌شود. دمای فرایند به تدریج افزایش می‌یابد تا رطوبت به ۱۰-۱۲٪ برسد. خشک کردن با هوای داغ: در اسپانیا، زعفران تحت دماهای بالا(۱۲۱°C- ۷۵) برای ۲۸-۵۵ دقیقه خشک می‌شود. روش‌های غیرسنتی (مدرن) نیز موارد زیر را شامل می‌شود: خشک کردن با مایکروویو: زمان خشک شدن را به حداقل رسانده و ترکیبات معطر بیشتری حفظ می‌کند. خشک کردن با اشعه مادون قرمز و خلأ: باعث حفظ ساختار سلولی و رنگ طبیعی زعفران می‌شود اما هزینه انرژی بیشتری دارد. خشک کردن انجمادی: بهترین روش برای حفظ کیفیت و ساختار زعفران است، اما هزینه بالایی دارد. خشک کردن با دمای بالا: دماهای ۹۰-۱۱۰°C می‌توانند کیفیت رنگ را افزایش دهند اما ساختار و طعم زعفران را تغییر می‌دهند(Cid-Pérez et al., 2021).

خشک کردن زعفران در دمای ۴۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد در خشک‌کن‌های برقی یا اجاق‌های تهویه‌دار (که در

[1] DMDS

ایتالیا رایج است)، بهترین روش برای حفظ کیفیت زعفران محسوب‌می‌شود. این روش در مقایسه با روش‌های دیگر، مانند خشک کردن در نور خورشید که در برخی کشورها رایج است، مزایای قابل توجهی دارد زیرا مانع تخریب رنگ و ترکیبات معطر مانند کروسین و سافرانال می‌شود. فرآیند خشک کردن در دماهای پایین‌تر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد، باعث حفظ ویژگی‌های کیفیتی زعفران مانند قدرت رنگ‌دهی، عطر و طعم آن می‌شود (Leoni et al., 2022).

بسته‌بندی زعفران باید در ظروف مقاوم به نور و رطوبت انجام شود تا از اکسیداسیون و کاهش کیفیت جلوگیری شود. پیشنهاد شده که از مواد بسته‌بندی غیرقابل نفوذ و مقاوم در برابر تغییرات دمایی استفاده شود. ذخیره‌سازی زعفران در دمای پایین و محیط خشک از تخریب ترکیبات آلی فرار (مانند سافرانال) جلوگیری می‌کند. نور مستقیم خورشید و رطوبت بالا تأثیر منفی بر کیفیت زعفران دارند و باید اجتناب شود (Ordoudi & Tsimidou, 2004). برای حفظ کیفیت زعفران، شرایط نگهداری بسیار مهم است. زعفران باید در ظروف کاملاً بسته و غیرشفاف نگهداری شود. قرار نگرفتن در معرض نور مستقیم و نگهداری در دمای خنک (۲۰°C- ۱۵) توصیه می‌شود. رطوبت نسبی باید کمتر از ۵۰٪ باشد تا از تخریب ترکیبات معطر جلوگیری شود. زعفران پس از حدود یک سال برخی از ترکیبات معطر خود مانند سافرانال را از دست می‌دهد؛ بنابراین، بهتر است زعفران در مدت کوتاه مصرف شود(Cid-Pérez et al., 2021).

نتیجه‌گیری

این مقاله بر اهمیت کشت ارگانیک زعفران در بهبود کیفیت محصول و کاهش اثرات زیست‌محیطی منفی تأکید دارد. استفاده از کودهای ارگانیک مانند کود دامی و زیستی، نه تنها به تولید محصولاتی با کیفیت بهتر و ارزش بالاتر کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در حفظ سلامت خاک و محیط زیست ایفا می‌کند. این روش‌ها با کاهش وابستگی به کودها و سموم شیمیایی، به بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش فعالیت میکروبی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی منجر می‌شوند. همچنین، مدیریت آفات به‌صورت ارگانیک با استفاده از روش‌های بیولوژیکی و طبیعی، به عنوان یک راهکار پایدار و ایمن برای حفظ سلامت محصول و محیط‌زیست مطرح می‌شود. استفاده از شکارچیان طبیعی، حشره‌کش‌های زیستی، و سایر روش‌های طبیعی، جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی است که علاوه بر حفاظت از محیط زیست، می‌تواند از نظر اقتصادی نیز برای کشاورزان سودآور باشد. علاوه بر این، استفاده از مالچ پلاستیکی به دلیل کنترل بهتر علف‌های هرز و بهبود شرایط رشد زعفران، به عنوان یکی از گزینه‌های موثر در کشت ارگانیک پیشنهاد می‌شود. این روش می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا بهره‌وری بیشتری از مزارع خود داشته باشند، در حالی که هزینه‌های مربوط به مدیریت علف‌های هرز را کاهش می‌دهد. رعایت بهداشت در مراحل برداشت، استفاده از روش‌های مناسب خشک‌کردن مانند خشک‌کن‌های برقی در دمای ۴۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد، و بسته‌بندی در ظروف مقاوم به نور و رطوبت، از دیگر عوامل کلیدی در حفظ کیفیت زعفران ارگانیک است. این اقدامات به حفظ ترکیبات اصلی زعفران از جمله کروسین، پیکروکروسین و سافرانال کمک می‌کند و کیفیت محصول را مطابق با استانداردهای جهانی تضمین می‌نماید. در مجموع، این مقاله نشان می‌دهد که کشت ارگانیک زعفران می‌تواند به عنوان یک استراتژی موثر برای بهبود کیفیت محصول، حفاظت از محیط زیست، و دستیابی به کشاورزی پایدار در ایران و دیگر مناطق تولیدکننده زعفران مورد استفاده قرار گیرد. این روش‌ها با توجه به مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی، می‌توانند نقش مهمی در توسعه کشاورزی ارگانیک و حمایت از پایداری زیست‌محیطی ایفا کنند.

منابع

Asadi, G. A. , Khorramdel, S. , Ghorbani, R., & Bicharanlou, B. (2018). Evaluation of integrated management of soil fertilizers and summer irrigation on agronomic criteria and flower and stigma yield of saffron. *Saffron Agronomy and Technology*, *6*(4), 393-414. [in Persian]

Cid-Pérez, T. S., Nevárez-Moorillón, G. V., Ochoa-Velasco, C. E., & Navarro-Cruz, A. R., Hernández-Carranza, P., & Avila-Sosa, R. (2021). The Relation between Drying Conditions and the Development of Volatile Compounds in Saffron (*Crocus sativus*). *Molecules*, *26*(22), 6954.

Esmaeilian, Y., Amiri, M. B., Tavassoli, A., Caballero-Calvo, A., & Rodrigo-Comino, J. (2022). Replacing chemical fertilizers with organic and biological ones in transition to organic farming systems in saffron (*Crocus sativus*) cultivation. *Chemosphere*, 307, 135537.

Fallahi, H., Behdani, M. A., Rezvani Moghaddam, P. & Jami Al-Ahmadi, M. (2021). Principles of standardization for organic saffron production in Iran. *Saffron Agronomy and Technology*, *9*(1), 43-79. [in Persian]

Ghahari, H. (2020). A Study on the Fauna of Predator and Parasitoid Arthropods in Saffron Fields (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research*, *7*(2), 203-215. [in Persian]

Gheshm, R., & Brown, R. N. (2024). Summer Weed Management Strategies for Saffron Crocus in the Northeastern United States. *HortTechnology*, *34*(6), 696-702.

Ghorbani, R., & Koocheki, A. (2006). Organic saffron in Iran: prospects and challenges. In *II International Symposium on Saffron Biology and Technology 739*, 369-374

Gresta, F., Lombardo, G. M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2009). Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems: a review. *Sustainable agriculture*, 355-376.

Gupta, V., Kumar, K., Fatima, K., Razdan, V. K., Sharma, B. C., Mahajan, V., Rai, P. K., Sharma, A., Gupta, V., Hassan, M. G., & Hussain, R. (2020). Role of biocontrol agents in management of corm rot of saffron caused by *Fusarium oxysporum*. *Agronomy*, 10(9), 1398.

Khorramdel, S., Malafylabi, A., Razvani Moghaddam, P., & Valizadeh, S. (2017). Study of Weed Communities' Structure and Species Diversity in Saffron Fields of Khorasan. *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 5(3), 211-229. [in Persian]

Khorramdel, S., Shabahang, J., & Mohammadvand, E. (2012). Evaluation of population, density and biomass of weeds affected by crop residues in saffron field. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 3(12), 451-454. [in Persian]

Khosh- khui, M . (2016). A general review of organic agricultural. *Sterategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 1(1):35- 50.

Kianimanesh, K., Lebaschi, M. H., Jaimand, K., Abdossi, V., & Tabaei Aghdaee, S. R. (2022). Evaluating the application of organic and chemical fertilizers for safranal, crocin, and picrocrocin of saffron (Crocus sativus L.) under dryland farming system. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, *11*(2), 171-179.

Kohansal, M. R., & Sheibani, M. (2021). Investigating factors affecting tendency of saffron farmers to cultivate organic saffron. *Saffron Agronomy & Technology*, 9(1), 107-119. [in Persian]

Koocheki, A., Karbasi, A. R., & Seyedi, S. M. (2017). A review of some reasons for the decline in saffron yield over recent years. *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 5(1), 211-229. [in Persian]

Koocheki, A., Khorramdel, S., & Moallem Banhangi, F. (2022). Effect of corm harvesting year on agronomic criteria, daughter corm yield and flower yield of saffron (Crocus sativus L.). *Saffron agronomy and technology*, *10*(2), 101-116. [in Persian]

Koocheki, A., Seyyedi, S. M., & Gharaei, S. (2016). Evaluation of the effects of saffron–cumin intercropping on growth, quality and land equivalent ratio under semi-arid conditions. *Scientia Horticulturae*, 201, 190-198.

Kumar, R., & Sharma, O.C. (2017). Saffron (*Crocus sativus L.*) growth and yield as influenced by organic farming practices. *Journal of Agriculture and Ecology*, 4(4), 25-32.

Lee, K. S., Choe, Y. C., & Park, S. H. (2015). Measuring the environmental effects of organic farming: A meta-analysis of structural variables in empirical research. *Journal of Environmental Management*, 162, 263-274.

Leksono, A. S. (2017). The effect of organic farming systems on species diversity. *AIP Conference Proceedings*, 1908 (1), 030001.

Leoni, V., Giupponi, L., Pedrali, D., Zuccolo, M., Borgonovo, G., Bassoli, A., & Giorgi, A. (2022). How harvest, cleaning and conservation good practices affect the quality of saffron: Results of a research conducted in Italy. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 95, 105-113.

Mellet, M.A., Schoeman, A.S., & Broodryk, S.W. (2003). Review of insect pest management strategies for the organic cultivation of cotton. *African Plant Protection*, 9(2), 61–86.

Mohammadkhani, F., Pouryousef, M., Yousefi, A. R., & Gonzalez-Andujar, J. L. (2023). Weed community changes in saffron + chickpea intercropping under different irrigation management. *Plos One*, 18(5), e0286474.

Moradi-Moghaddam, S. , Fallahi, H. R. , Behdani, M. A. & Mahmoodi, S. (2024). The Effect of Corm Storage Conditions During the Summer Dormancy Stage on Reproductive Growth and Yield of Saffron. *Journal of Saffron Research*, *12*(1), 1-14. [in Persian]

Mzabri, I., Rimani, M., Charif, K., Kouddane, N., & Berrichi, A. (2021). Study of the Effect of Mulching Materials on Weed Control in Saffron Cultivation in Eastern Morocco. *The Scientific World Journal*, 2021(727004), 1-9.

Oftadeh Fadafen, A., Aminifard, M. H., Moradinezhad, F., & Behdani, M. A. (2020). Effect of cattle manure vermicompost on biochemical criteria and active components of saffron (*Crocus sativus L.*) petals and stigmas. *Journal of Saffron Research*, 8(1), 1-9. [in Persian]

Ordoudi, S. A., & Tsimidou, M. Z. (2004). Saffron Quality: Effect of Agricultural Practices, Processing, and Storage. Aristotle University of Thessaloniki, Greece. Production Practices and Quality Assessment of Food Crops. Vol. 1. *Preharvest Practice*, 209-260.

Razo-Belman, R., & Ozuna, C. (2023). Volatile organic compounds: A review of their current applications as pest biocontrol and disease management. *Horticulturae*, *9*(4), 441.

Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic farming in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(2), 1-8.

Rundlöf, M., & Smith, H. G. (2006). The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context. *Journal of Applied Ecology*, 43(6), 1121–1127.

Shreya, N., Mulimani, V., Sumithramma, N., & Kumar, A. R. V. (2024). Evaluating Insect Abundance and Diversity in Organic Farming using Solar and LED Light Traps for Sustainable Pest Management. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(11), 531-541.

Tavakoli Korghond, G., & Zeraatgar, H. (2021). 500 Practical tips for managing saffron farms. Ministry of agricultural research, education & extention organization (AREEO) horticultural sciences research institute. [in Persian]

Vlahova, V. (2022). Saffron (*Crocus sativus*) as an alternative crop in sustainable agricultural systems: A review. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22(2), 775-783.

Willer, H., Trávníček, J., & Schlatter, B. (Eds.). (2024. 2023. 2022. 2021. 2020. 2019. 2018. 2017.218. 2019.2018. 2017.2016.2015. 2014.2013. 2012). The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2024. *Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. Available at: https://www.organic-world.net.*

COPYRIGHTS

© 2024- 2025 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)