



## مقاله پژوهشی

# شاخص‌های تولید بنه‌های استاندارد و سالم زعفران

محمد زکی عقل<sup>۱\*</sup>، سرور خرم دل<sup>۲</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۳</sup>، جعفر نباتی<sup>۴</sup>، احمد نظامی<sup>۳</sup>، امین میر شمسی کاخکی<sup>۵</sup>، عبدالله ملافیلابی<sup>۶</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۳</sup> و مهدی نصیری محلاتی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۸ دی ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: ۲۹ خرداد ۱۳۹۹

زکی عقل<sup>۱</sup>، م.ز.، خرم دل، س.، کوچکی، ع.، نباتی، ج.، نظامی، ا.، میر شمسی کاخکی، ا.، ملافیلابی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، و نصیری محلاتی، م. ۱۴۰۰. شاخص‌های تولید بنه‌های استاندارد و سالم زعفران. زراعت و فناوری زعفران، ۹(۲): ۱۴۱-۱۲۱.

## چکیده

تولید پایدار زعفران به عنوان یکی از اهداف کلان و راهبردی کشاورزی ایران نیازمند تدوین یک برنامه مشخص و سازماندهی شده است. در طی نیم قرن گذشته توسعه زراعت زعفران در ایران بیش از هر محصول دیگری انجام شده و سطح زیر کشت آن تا ۳۷/۸ برابر افزایش یافته است. با این وجود، میانگین عملکرد در واحد سطح از این توسعه تبعیت نکرده و با شیبی منفی در حال کاهش است به نحوی که میانگین تولید از ۵/۷۶ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۵۲ به ۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۷ رسیده است. همچنین برآورده شده که خلاء عملکرد ۶۴-۹۰ درصدی در مزارع ایران وجود دارد. آفات و بیماری‌های زعفران مانند کنه زعفران (*Rhizoglyphus robini*)، پوسیدگی بنه زعفران، پوسیدگی خشک بنه زعفران (*Burkholderia gladioli*) و بیماری‌های ویروسی زعفران نیز از جمله عوامل مؤثر در کاهش کمی و کیفی محصول زعفران در مزارع هستند. از سوی دیگر اختلاط بنه‌های آلوده و سالم، بنه‌های با کیفیت پایین و انبارداری نامناسب بنه‌ها نیز از معضلات تولید این محصول می‌باشد. زعفران بوسیله بنه‌های دختری خود تکثیر می‌شود و افزایش عملکرد زعفران در ارتباط مستقیم با کیفیت بنه مادری است. دستیابی به بنه‌های بذری استاندارد و سالم به عنوان تنها ابزار تکثیر گیاه در طبیعت پیش نیاز هر گونه برنامه‌ریزی برای افزایش عملکرد زعفران است. این مقاله شاخص‌های مورد نیاز جهت دستیابی و گواهی هسته‌های اولیه، بنه‌های مادری و بنه‌های بذری زعفران را در برنامه استاندارد سازی بنه زعفران توصیف می‌کند. بدون شک استفاده از بنه‌های استاندارد عاری از بیماری در کنار توجه به سایر شاخص‌های بوم‌شناختی و فیزیولوژیکی گیاه و اجرای مدیریت مناسب موجب افزایش عملکرد و بهبود سنجه‌های تولید پایدار خواهد شد.

**کلمات کلیدی:** تولید زعفران، بنه مادری سالم، عملکرد.

۱- دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۵- استادیار گروه بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۶- دانشیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد

\* نویسنده مسئول: (zakiaghl@um.ac.ir)

## مقدمه

زعفران به عنوان یک ادویه باستانی در حقیقت کلاله خشک شده گل زعفران زراعی است و حاوی سه ترکیب عمده کروستین (رنگ)، سافراناال (عطر) و پیکروکروستین (طعم) می باشد که بر مبنای مقدار این مواد در هر گرم، محصول درجه بندی کیفی می شود و مصارف غذایی و دارویی دارد ( Kafi et al., 2006; (Lage & Cantrell 2009; Lopez-Corcoles et al., 2015).

زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) گیاهی تک لپه، ژئوفیت و از خانواده زنبقیان (Iridaceae) است ( Kafi et al., 2006; Rashed-Mohassel 2019). زعفران در اصل گیاهی یکساله است ولی در زراعت به عنوان گیاهی چندساله استفاده می شود (Koocheki & Seyyedi, 2019). زعفران زراعی بر خلاف سایر گونه های جنس *Crocus* که دیپلوئید هستند یک گیاه اتوتتریپلوئید ( $3n=24$ ) طبیعی با دانه های گرده و کلاله نابارور است (Rashed-Mohassel, 2019; Nematia et al., 2019). بنابراین زعفران زراعی بر خلاف گونه های وحشی آن توانایی تولید بذر حقیقی را نداشته و بصورت غیر جنسی و از طریق بانه های دخترتری تکثیر می شود (Nehvi et al., 2010; Rashed-Mohassel, 2019). چرخه زندگی این گیاه با تکوین جوانه های گل، رشد لوله های گل و گلدهی آغاز شده و با اتمام فاز زایشی بروی بانه های مادری در طی فاز رویشی گیاه بانه های دخترتری رشد می کنند ( Kafi et al., 2006; Koocheki & Seyyedi, 2019).

بانه ها در واقع ساقه های زیرزمینی هستند که بوسیله پوشینه ها محافظت می شوند (Koocheki & Seyyedi, 2019). بانه های دخترتری تولید شده در فصل بعد بعنوان بانه های مولد عمل خواهند کرد (Bhagyalakshmi, 1999). کیفیت تغذیه بانه های دخترتری تولید شده بر کمیت و کیفیت زعفران تولید شده در

فصل بعد تأثیر گزار خواهد بود (Koocheki & Seyyedi, 2019). ماهیت تکثیر غیر جنسی بانه زعفران از یک سو امکان استفاده از روش های رایج در اصلاح نباتات را در به نژادی زعفران غیر ممکن می سازد و از سوی دیگر آنرا مستعد تجمع آفات و بیماری های متعددی می کند. در بین عوامل زیستی بدون تردید بانه زعفران مهم ترین نهاده مؤثر در تولید زعفران بوده که بطور مستقیم بر کمیت گل، کیفیت کلاله و عملکرد محصول تولیدی تأثیر می گذارد.

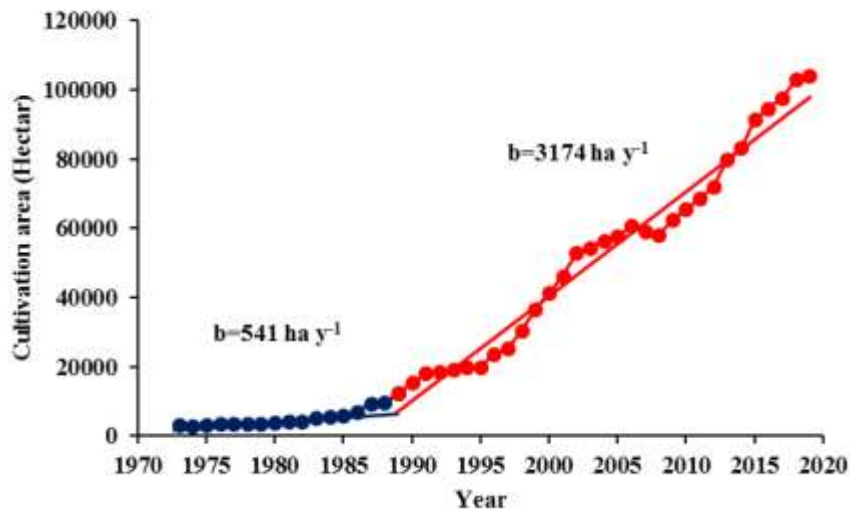
## لزوم استاندارد سازی بانه های زعفران

ایران در حال حاضر بزرگترین تولید کننده زعفران در دنیا محسوب می شود و بیشترین سطح زیر کشت این محصول نیز در ایران است (Shahnoushi et al., 2019; Negbi, 1999). پس از ایران کشورهای یونان، اسپانیا، ایتالیا و هند هستند. همچنین افغانستان به عنوان تولید کننده نوظهور این محصول در دنیا شناخته می شود (Katawazy, 2013). بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی، زعفران در ۳۰ استان ایران کشت می شود. مجموع سطح زیر کشت زعفران در ایران ۱۱۱۶۴۲/۳ هکتار است (Agricultural Statistics, 2018).

سطح زیر کشت زعفران در مجموع سه استان خراسان به عنوان بزرگترین تولید کنندگان زعفران ایران در فاصله سال های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۷ از ۲۹۵۰ هکتار به ۱۱۱۶۴۲/۳ هکتار (یعنی در حدود ۳۷/۸ برابر) افزایش یافته است که بیش از هر محصول زراعی در کشور می باشد. داده های موجود نشان می دهد که استان خراسان رضوی بیشترین سهم را در افزایش سطح زیر کشت زعفران به خود اختصاص داده است (شکل ۱) (Koocheki, 2018).

میزان تولید زعفران در ایران از ۱۸۶ تن در سال ۱۳۸۵ به

میزان تولید (سطح زیر کشت × عملکرد) زعفران در مجموع سه استان خراسان در فاصله سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۷ از ۱۷ تن به ۳۷۶/۳ (یعنی در حدود ۲۲/۱ برابر) افزایش یافته و این افزایش تولید به دلیل افزایش چشم‌گیر سطح زیر کشت بوده است (Koocheki, 2018).



شکل ۱- روند تغییرات سطح زیر کشت زعفران در سه استان خراسان از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۸

Figure 1- The trend of changes in the area under cultivation of saffron in three provinces of Khorasan farms from 1972 up to 2019 (Koocheki et al., 2017; 2018).

برخوردار بوده و میانگین آن از ۵/۷۶ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۵۲ به ۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۶ رسیده است. شیب کاهش عملکرد در طی این دوره معادل ۷۶ گرم در هکتار در سال است (شکل ۲) (Koocheki & Koocheki, 2018; Seyyedi, 2019).

با توجه به سطح زیر کشت زعفران در ایران کاهش ۷۶ گرم زعفران در هکتار در سال به معنی از دست رفتن سالانه نزدیک به ۸۲۱۴/۵۳ کیلوگرم از محصول زعفران ایران است. همچنین با در نظر گرفتن میانگین تولید ۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار این مقدار معادل محصول ۲۲۶۹ هکتار زراعت زعفران است. در بازارهای جهانی در سال ۲۰۱۷ ارزش هر کیلوگرم زعفران معادل ۲۴۰۰ دلار بوده است، بنابراین زیان حاصل از کاهش ۸/۲۱ تن

۴۰۴/۴۸ تن در سال ۱۳۹۷ افزایش یافته است و به عبارت دیگر تولید زعفران ایران ۲/۱ برابر شده است (Agricultural Statistics, 2018) و استان خراسان رضوی با تولید ۲۹۸/۱۸ تن ۷۳/۷۱ درصد زعفران ایران را تولید کرده است. لازم به ذکر است که کاهش شدید عملکرد در سال ۱۳۸۷ به دلیل وقوع سرمای بیش از حد می‌باشد (Koocheki & Seyyedi, 2019).

عملکرد تولید زعفران در ایران ۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۷ بوده است (Agricultural Statistics, 2018). مقایسه میانگین عملکرد زعفران در با سه کشور عمده تولید کننده این محصول در دنیا بیانگر وجود اختلاف زیاد بین میزان عملکرد زعفران کاری‌های ایران با کشورهای اسپانیا، ایتالیا و یونان دارد. میانگین عملکرد تولید زعفران در اسپانیا، ایتالیا و یونان به ترتیب ۱۲، ۱۰ و ۷ کیلوگرم در هکتار است. (جدول ۱).

مطالعه تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد زعفران در طی ادوار گذشته نشان داد که علی‌رغم آنکه سطح زیر کشت زعفران در ایران از روند صعودی برخوردار است ولی عملکرد در هکتار این محصول از روند نزولی تبعیت می‌کند به نحوی که میزان تولید در فاصله سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۷ از روند کاهشی

از محصول زعفران سالانه معادل ۹۱/۷۲ میلیون دلار است.

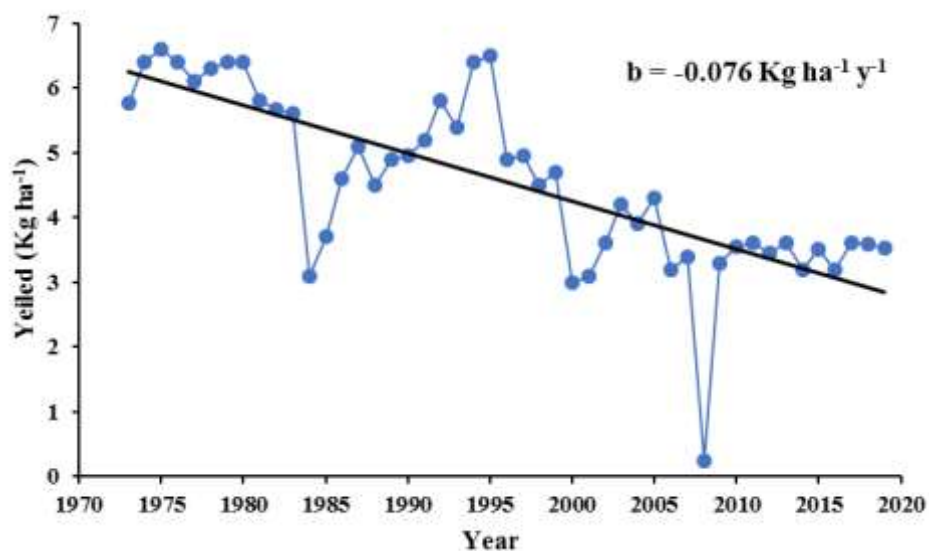
جدول ۱- مقایسه تولید زعفران در کشورهای عمده تولید کننده زعفران در سال ۲۰۱۹

Table 1- Comparison of saffron production in the major saffron-producing countries in 2019 (Agricultural Statistics, 2017; Shahnoushi et al., 2019; Douglas & Perry, 2003)

قاره Continent	کشور Country	سطح زیر کشت Area (ha)	تولید Production (tons)	عملکرد Yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
آسیا Asia	ایران Iran	111,642.3	404.48	3.62
	هند India	5707	22	3.9
	افغانستان Afghanistan	2811	6	2-7.3
	آذربایجان Azerbaijan	35	0.23	6.6
اروپا Europe	اسپانیا Spain	165	2.3	14-24
	ایتالیا Italy	500	1	10-29
	یونان Greece	1800	7.2	4-7
آفریقا Africa	مراکش Morocco	200	2.6	3.2
استرالیا Australia	نیوزلند New Zealand	n. a.	n. a.	24

n.a.: در دسترس نیست.

n. a.: not available.



شکل ۲- روند تغییرات عملکرد تولید زعفران در زعفرانکاری‌های ایران از ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۸

Figure 2- The trends of variation in saffron yield in Iranian saffron farms from 1972 to 2019 (Koocheki et al., 2018).

عملکرد نامیده می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین

اختلاف بین عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی اصطلاحاً خلاء

میزان خلاء عملکرد زعفران مربوط به مزارع با سن ۴ سال است که بیشترین پتانسیل تولید را نیز دارند. همچنین مطالعه میانگین عملکرد پتانسیل همه سنین مزارع زعفران در حدود ۹/۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با توجه به عملکرد واقعی ۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار، خلاء کلی عملکرد در حدود ۶۴ درصد می‌باشد. به بیان دیگر هنوز ۶۴ درصد از پتانسیل عملکرد زعفران در استان خراسان تحقق نیافته باقی مانده است (Koocheki, 2018; Nassiri Mahallati et al., 2015).

بنه‌های مورد استفاده در ایران در چهار گروه کمتر از ۴، بین ۴ تا ۸، ۸ تا ۱۲ و بنه‌های با وزن بیشتر از ۱۲ گرم طبقه بندی می‌شوند (Kafi et al., 2006; Koocheki & Seyyedi, 2019; Seyyedi & Rezvani Moghaddam, 2020). ولی بنه‌های استاندارد تولید شده توسط شرکتهای هلندی و بنه‌های مورد استفاده در کشورهای ایتالیا، اسپانیا و نیوزلند بمراتب درشت‌تر بوده و کاشت بنه‌هایی با وزن بیش از ۲۰ گرم در مزارع اکیدا توصیه می‌گردد (Diaz-MarTa et al., 2019; EPPO, 2002; McGimpsey et al., 1997; Negbi, 1999). بنه‌های مورد استفاده در ایران اختلاف زیادی دارد. مسئله دیگر آن است که ۳۰ درصد از بنه‌های مورد استفاده در مزارع کشور از وزن مطلوب برخوردار هستند (بنه‌هایی با وزن بیش از ۱۶ گرم). ۲۹ درصد بنه‌های مورد استفاده نیز بنه‌هایی با وزن بین ۸ تا ۱۶ گرم و در واقع بنه‌های درجه دو هستند. ۴۱ درصد از بنه‌های مورد استفاده در مزارع کمتر از ۸ گرم وزن دارند که عملکرد اقتصادی قابل قبولی ندارند (شکل ۳) (Koocheki, 2018).

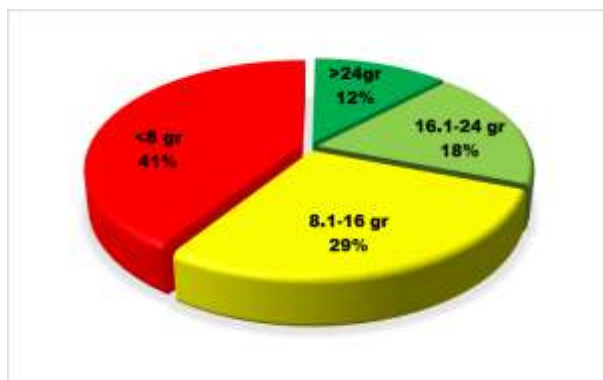
مسئله قابل توجه دیگر کیفیت بنه‌های تولیدی است. در بررسی انجام شده در هر تن بنه تولید شده در مزارع زعفران ۴۱ درصد از بنه‌ها بیشتر از ۸ گرم و ۱۵ درصد از بنه‌ها کمتر از ۸ گرم وزن دارند. همچنین ۳۶ درصد توده ضایعاتی از قبیل خاک و سنگریزه و پوشینه‌های بنه‌های مادری هستند. ۸ درصد باقی مانده نیز بنه‌های بدشکل و زخمی بودند (شکل ۴) (Anbari, 2020, Personal communication). بنابراین در هر تن بنه تولیدی به روش سنتی ۵۹ درصد از وزن توده را ضایعات و بنه‌های نامرغوب تشکیل می‌دهند که موجب تحمیل هزینه مازاد بر کشاورز و کاهش راندمان تولید بنه در مزرعه و خلاء عملکرد

میزان خلاء عملکرد زعفران مربوط به مزارع با سن ۴ سال است که بیشترین پتانسیل تولید را نیز دارند. همچنین مطالعه میانگین عملکرد پتانسیل همه سنین مزارع زعفران در حدود ۹/۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با توجه به عملکرد واقعی ۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار، خلاء کلی عملکرد در حدود ۶۴ درصد می‌باشد. به بیان دیگر هنوز ۶۴ درصد از پتانسیل عملکرد زعفران در استان خراسان تحقق نیافته باقی مانده است (Koocheki, 2018; Nassiri Mahallati et al., 2015). حال اگر عملکردهای خیره کننده‌ای که در مواردی گزارش شده است که تا سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد به عنوان پتانسیل در نظر بگیریم و با فرض اینکه عملکرد واقعی ۴ کیلوگرم در هکتار باشد خلاء عملکرد ۹۰ درصد خواهد بود که هیچ محصولی در کشور وجود ندارد که دارای چنین خلاء عملکردی باشد (Koocheki, 2018). به عبارت دیگر زیان حاصل از خلاء عملکرد مزارع زعفران سالانه ۲۴۸/۸۵ تن زعفران تنها در سه استان خراسان است. ارزش مالی این خلاء عملکرد با توجه به قیمت هر کیلو ۲۴۰۰ دلار زعفران در سال ۱۳۹۶ معادل ۵۹۷ میلیون دلار برآورد می‌شود.

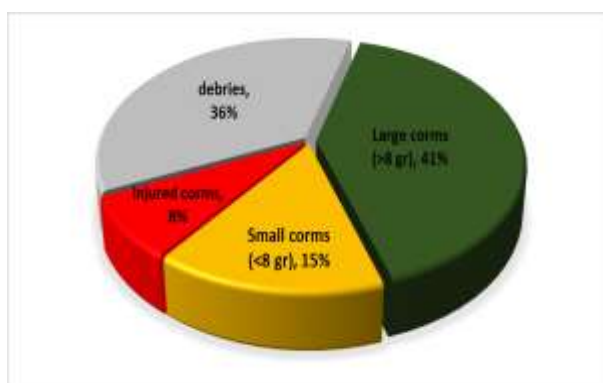
عوامل متعدد بیولوژیکی، زراعی و محیطی عملکرد زعفران را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند (Gresta et al., 2008b; Koocheki & Seyyedi, 2019; Rezvani-Moghaddam, 2019). از جمله عوامل مؤثر بر عملکرد زعفران میتوان به اندازه بنه و شرایط انبارداری بنه‌ها، شرایط آب و هوایی، سن مزرعه، زمان کاشت، مدیریت زراعی (تراکم، روش کاشت، بافت خاک، تغذیه، کنترل علفهای هرز، غیره) و آفات و بیماری‌ها اشاره کرد (Asadi et al., 2014; Gresta et al., 2008a; Khorramdel et al., 2015; Kumar et al., 2009; Nehvia & Yasmin, 2017).

در زعفران نیز همانند سایر گیاهانی که بوسیله پیاز یا غده زیر زمینی تکثیر می‌شوند اندازه و کیفیت بنه‌های کشت شده مستقیماً بر عملکرد زعفران تأثیرگذار خواهند بود (De Mastro & Ruta, 1993; Nassiri Mahallati et al., 2015; Seyyedi &

خواهد شد.



شکل ۳- توزیع وزن بنه (تعداد بنه در هر گروه وزنی بر حسب درصد) در مزارع مختلف زعفران ایران  
 Figure 3- Distribution of corm weight (Number of corms in each weight group in percentage) in different saffron fields of Iran (Koocheki, 2018).



شکل ۴- اجزاء موجود در یک تن بنه زعفران تولید شده به روش سنتی در تربت حیدریه  
 Figure 4- Components in one ton of saffron corm produced in traditional way in Torbat-e-Heydariyeh (Anbari yazdi, 2020, unpublished).

#### آفات و بیماری‌های زعفران

(Rahimi, 2015). گونه‌های جنس *Rhizoglyphus* آفات ریشه محصولات کشاورزی هستند که از انواع پیاز، غده و سایر بافت‌های گیاهی تغذیه می‌کنند. *Rhizoglyphus robini* (شکل ۵) از رایج‌ترین آفات در کشت تجاری انواع پیازها و گل‌ها می‌باشد. این آفت از غلات زمستانه، بنه زعفران، پیاز و سیر در مزرعه تغذیه می‌کنند (Diaz et al., 2000). همچنین این کنه باکتری-ها و قارچ‌ها را منتشر می‌کنند و راه ورود بیمارگرها به داخل گیاهان میزبان را تسهیل می‌نمایند.

چونندگان از جمله آفات مهم زعفران در مزارع هستند. انواع موش و رامین (*Nesokia indica*)، موش دوپای کوهستانی (*Dipus sagitta*)، موش صحرائی (*Rattus spp.*)، موش کور (*Talpa europaea*)، خرگوش اروپایی (*Lepus europaeus*)، جوجه تیغی (*Paraechinus hypomelas*) و چوله (*Hystrix indica*) به بنه‌های زعفران در خاک و انبار حمله می‌کنند.

در بین حشرات، کنه زعفران (*Rhizoglyphus robini*) و تریپس پیاز (*Thrips tabaci*) از مهم‌ترین آفات شناخته شده زعفران هستند که از طریق بنه آلوده نیز منتقل می‌شوند



شکل ۵- خسارت کنه بر بنه زعفران (راست) و کنه *Rhizoglyphus robini* (چپ)

Figure 5- Damage of saffron mite on saffron corm (right) and *Rhizoglyphus robini* mite (left) (Zakiaghl, unpublished).

زمانبر است ( Afzali 2004; Ahrazem et al., 2010; Najari et al., 2018; Palmero et al., 2014; Saeedizadeh 2014; Sud et al., 1999). همچنین قارچ-های *Aspergillus niger*، *Penicillium digitatum* و *Rhizopus stolonifer* از عوامل پوسیدگی بنه‌ها در مزرعه و انبار هستند (شکل ۶) (Saeedizadeh, 2014).

در بین بیمارگرهای گیاهی، قارچ‌های *Rhizoctonia*، *Fusarium oxysporum*، *Fusarium solani*، *F. crocorum*، *F. moniliforme* f. sp. *Gladoli*، *Macrophomina* و *Pythium ultimum*، *Pallidoroseum phaseolina* از عوامل ایجاد پوسیدگی ریشه و بنه زعفران هستند که بوسیله بنه آلوده در مزارع پخش می‌شوند. این قارچها در خاک نیز دوام زیادی داشته و کنترل آنها در مزارع آلوده



شکل ۶- علایم پوسیدگی بنه زعفران در اثر آلودگی به قارچ *Fusarium oxysporum* (راست) و قارچ *Aspergillus niger* (چپ)

Figure 6- Symptoms of saffron corm caries caused by *Fusarium oxysporum* (right) and *Aspergillus niger* (left) (Zakiaghl, unpublished).

ها دارای پوسیدگی هستند (شکل ۷). در مواردی بدشکلی گل‌ها نیز مشاهده شده است. خسارت *Fusarium solani* در مزرعه به تنهایی تا نابودی ۵۰ درصد از بنه‌ها میرسد و در برهمکنش با نماتد در *Ditylenchus* sp. خسارت آن افزایش یافته و تا ۶۴/۶ درصد از بنه‌ها از بین می‌رود (Di Primo et al., 2002).

قارچ‌های *Fusarium solani*، *Rhizoctonia crocorum* عامل زوال زعفران‌کاری‌های کشمیر هستند ( Ahrazem et al., 2010) و در زعفران‌کاری‌های ایران نیز ردیابی شده اند (Zakiaghl, unpublished data). مزارع آلوده به این قارچها گلدهی مناسبی نداشته و اغلب بنه‌ها سبز نمی‌شوند و عمر اقتصادی مزرعه به شدت کاهش می‌یابد. در بنه‌های آلوده ریشه



شکل ۷- علائم پوسیدگی ریشه ها در بنه زعفران آلوده به قارچ *Fusarium solani* (Zakiaghl, unpublished).  
Figure 7- Symptoms of root rot in saffron corm infected with *Fusarium solani* (Zakiaghl, unpublished).

آلوده سبز نمی‌شوند. این باکتری موجب پوسیدگی و اضمحلال بنه زعفران می‌شود. لوله‌های گلدهی ضعیف شده و گل‌ها از لوله های گلدهی خارج نمی‌شوند. در مواردی اختلال در تکوین گل‌ها نیز گزارش شده است (شکل ۸) (Fiori et al., 2011; Karimi (Shahri et al., 2017).

در سال‌های اخیر یک بیماری باکتریایی به نام بیماری پوسیدگی خشک بنه زعفران در مزارع خراسان رضوی شایع شده است (Jami Al-ahmadi et al., 2017; Karimi Shahri et al., 2017). مهمترین راه انتقال عامل پوسیدگی خشک بنه زعفران یعنی باکتری *Burkholderia gladioli* نیز از طریق بنه‌های آلوده می‌باشند. بنه‌های آلوده در مزرعه جوانه نمی‌زنند و مناطق



شکل ۸- علائم پوسیدگی بنه زعفران در اثر باکتری *Burkholderia gladioli* در مزرعه (راست) و بروی بنه های آلوده (چپ)  
Figure 8- Symptoms of saffron corm rot induced by *Burkholderia gladioli* on farm (right) and on infected corms (left) (Karimi Shahri et al., 2017).

(Caiola & Faoro, 2011; Miglino et al., 2005; Nateqi et al., 2015; Ochoa Corona et al., 2007; Parizad et al., 2018; Parizad et al., 2017). بوت‌های آلوده به ویروس‌هایی مانند موزائیک، زردی و کندی رشد را نشان می‌دهند (شکل ۹) هر چند در بیشتر موارد آلودگی به

ویروس‌هایی از جمله *Cucumber mosaic virus*، *Bean yellow mosaic virus*، *Narcissus mosaic virus*، *Iris severe mosaic virus*، *Turnip mosaic virus* و *Saffron latent virus* در طبیعت زعفران را آلوده می‌کنند



(EPPO, 2002).

ویروس‌های زعفران بوسیله شته و بنه‌های آلوده منتقل می‌شوند، به‌علاوه بنه‌های آلوده امکان بقای ویروس در زمان خواب ظاهری و حقیقی بوته‌ها فراهم می‌کنند. علاوه بر کاهش کمی محصول، آلودگی به ویروس موجب کاهش کیفیت زعفران تولیدی نیز می‌شود. در زعفران‌های آلوده به *Saffron latent virus* مقادیر ترکیبات کروسین (رنگ)، سافراناال (عطر) و پیکروکروسین (طعم) نسبت به گیاه سالم کاهش معنی‌دار داشت (جدول ۲) (Parizad et al., 2019).

ویروس‌ها در زعفران بصورت نهفته بوده و علایم ماکروسکوپی تولید نمی‌کنند. این ویروس‌ها در زعفران‌کاری‌های ایران گسترش وسیعی داشته و بین ۶۰-۸۵ درصد از بوته‌های بررسی شده آلوده به ویروس بوده‌اند (Nateqi et al., 2015; Parizad et al., 2017; Parizad et al., 2018). ویروس‌های *Bean yellow mosaic virus*، *Cucumber mosaic virus*، *Tobacco rattle virus*، *Arabis mosaic virus* و *Iris severe mosaic virus* در لیست قرنطینه ویروس‌های غیر مجاز در زعفران هستند و بنه‌های آلوده به آن‌ها امحا می‌شود



شکل ۹- علایم موزائیک (راست) و کندی رشد (چپ) در بنه‌های زعفران آلوده به ویروس

Figure 9- Symptoms of mosaic (right) and delay in growth (left) in virus infected saffron corms (Zakiaghl, unpublished).

جدول ۲- اثر آلودگی به *Saffron latent virus* بر محتوای ترکیبات عمده زعفران

Table 2- Effect of *Saffron latent virus* infection on the content of major saffron compounds (Parizad et al., 2019)

استان Province	خراسان رضوی Razavi Khorasan		اصفهان Isfahan		تهران Tehran		کرمان Kerman	
	سالم Healthy	آلوده Infected	سالم Healthy	آلوده Infected	سالم Healthy	آلوده Infected	سالم Healthy	آلوده Infected
کروسین Crocine	164.42	114.87	152.70	128.36	152.5	144.3	161.12	159.35
سافراناال Safranal	3.74	1.75	1.11	1.00	0.53	0.59	2.65	0.78
پیکروکروسین Picrocrocin	171.68	109.68	151.96	149.91	115.43	138.08	94.19	51.86

دلایل کافی مبنی بر ویروسی بودن این علایم فراهم نشده است.

همچنین عقیده بر این است که علایمی مانند پیچیدگی و بدشکلی کلاله زعفران (شکل ۱۰) و تورم بنه زعفران (Fausset) نیز ناشی از بیماری‌های ویروسی زعفران هستند، هر چند تاکنون



شکل ۱۰- علایم پیچیدگی و بدشکلی کلاله زعفران

Figure 10- Symptoms of twisting and deformity of saffron stigma (Zakiaghl, unpublished).

یعنی تولید ۸-۶ کیلوگرم زعفران در هر هکتار افزایش داد بدون آنکه نیاز به افزایش لجام گسیخته سطح زیر کشت محصول، درآمد قابل توجهی عاید کشور خواهد شد.

#### دستورالعمل فنی کنترل و گواهی بنه بذری استاندارد زعفران

با توجه به اهمیت کاهش عملکرد زعفران در ایران در طی سالیان گذشته، در بین عوامل متعدد و تأثیر گذار بر تولید این محصول بدون تردید بنه یکی از مهم‌ترین نهادهای مؤثر در افزایش عملکرد است (Koocheki, De Mastro & Ruta, 1993; Seyyedi & Rezvani Moghaddam, 2020). مشکلات تولید بنه زعفران به روش‌های سنتی از جمله کیفیت نازل، عدم دسته‌بندی بنه‌ها، عدم توجه کافی به آفات و بیماری‌ها، لزوم برنامه‌ریزی برای تولید بنه‌های استاندارد را آشکار می‌سازد (Nehvia & Yasmin, 2017; Seyyedi & Rezvani Moghaddam, 2020).

تکثیر بنه‌های بذری عاری از بیماری‌های قارچی، باکتریایی و

بیش از ۵۳ گونه نامتود پارازیت گیاهی از ۲۹ جنس مختلف از ریزوسفر ریشه بنه‌های زعفران در استانهای خراسان رضوی و جنوبی جداسازی شده است (Alvani et al., 2016). برآورد می‌شود که نامتودها سالانه خسارتی بین ۱۶-۸ درصد به بوته‌های زعفران وارد می‌کنند (Ahrazem et al., 2010). البته برخی گونه‌ها مانند *Ditylenchus*، *Aphelenchoides subtenuis* و *Ditylenchus dipsaci* و *destructor* خسارت قابل توجهی ایجاد می‌کنند و در لیست بیماری‌گرهای خطرناک زعفران در اروپا قرار دارند (EPPO, 2002).

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از بنه‌های نامرغوب و با کیفیت پایین که عمدتاً دارای آلودگی پنهان یا آشکار به بیماری‌گرهای گیاهی هستند از جمله معضلات کشت و کار زعفران در ایران است که منجر به ایجاد خلا عملکرد فزاینده در تولید این محصول گران‌بها شده است. حال اگر بتوان با کاشت بنه‌های استاندارد، سالم و فاقد مواد زاید راندمان مدیریت زراعی در مزرعه را افزایش داد و بخشی از این خلاء عملکرد را جبران نمود و عملکرد تولید زعفران در ایران را به حد نرمال جهانی

چهار قسمت شامل: طبقات مختلف بانه بذری، مکانیسم گواهی بانه بذری (شکل ۱۱)، شرایط احداث خزانه تولید بانه بذری و شاخص‌های بانه بذری استاندارد تهیه شده که در ادامه به جزئیات آنها اشاره می‌شود.

## الف- طبقات مختلف بانه بذری زعفران

### ۱- هسته اولیه بانه بذری

۱- بانه‌های مادری هسته اولیه بانه بذری بانه‌هایی هستند که از طریق انتخاب رویشی برای حداقل ۲ سال و حداکثر ۵ سال با انتخاب بوته‌های مادری سالم انجام می‌گیرد.

۲- حذف آلودگی به عوامل بیماری‌زا (ویروس، باکتری، نماتد، قارچ و غیره) (جدول ۳) از گیاه مادری با استفاده از روش‌های استاندارد در هسته اولیه انجام می‌شود.

۳- تکثیر بانه‌های مادری با استفاده از کشت بافت و یا دیگر روش‌های تکثیر سریع و تولید هسته اولیه بانه بذری که تحت عنوان کلاس S نام‌گذاری می‌شود. این بانه‌های تکثیری برای تولید بانه بذری مادری مورد استفاده قرار می‌گیرند. شایان ذکر است تعداد نسل‌های قابل تکثیر در طبقه هسته اولیه تحت عنوان S در شرایط گلخانه بدون محدودیت می‌باشد.

### ۲- بانه بذری مادری

به بانه‌هایی اطلاق می‌شود که از هسته اولیه بانه زعفران بذری در مزارع واجد شرایط مورد تأیید مراجع ذیصلاح تکثیر شده و شامل سه کلاس بذری G1، G2، G3 می‌باشد. در طبقه بانه بذری مادری نیز عدم حضور آفات و بیماری‌ها به شدت کنترل می‌شود (جدول ۳).

### ۳- بانه بذری گواهی شده

به بانه‌هایی اطلاق می‌شود که از بانه‌های بذری مادری حاصل شده و توسط تولیدکنندگان بانه‌های بذری طبق ضوابط و مقررات

ویروسی که در سن فیزیولوژیکی و اندازه مناسب قرار دارند، از اهداف کنترل و گواهی بذر محسوب شده و جزء عوامل مؤثر در افزایش میانگین عملکرد در واحد سطح می‌باشد (Koocheki et al., 2019).

با توجه به اهمیت تولید پایدار زعفران، ضرورت تدوین یک برنامه مشخص و سازماندهی شده جهت تولید و تکثیر بانه بذری در ایران به ضرورت احساس می‌شود. تولید بانه‌های استاندارد و گواهی شده در اتحادیه اروپا از ۱۹۹۶ آغاز شده است (EPPO, 2002) ولی متأسفانه تاکنون دستورالعمل مدونی برای تولید بانه استاندارد زعفران در ایران وجود ندارد. بنابراین کارگروه تولید بانه‌های سالم و استاندارد زعفران در دانشگاه فردوسی مشهد پس از تعریف مشخصه‌های طبقات مختلف بذر زعفران دستورالعمل اجرایی برای تولید و گواهی بانه‌های استاندارد و عاری از بیماری را تدوین کرده است.

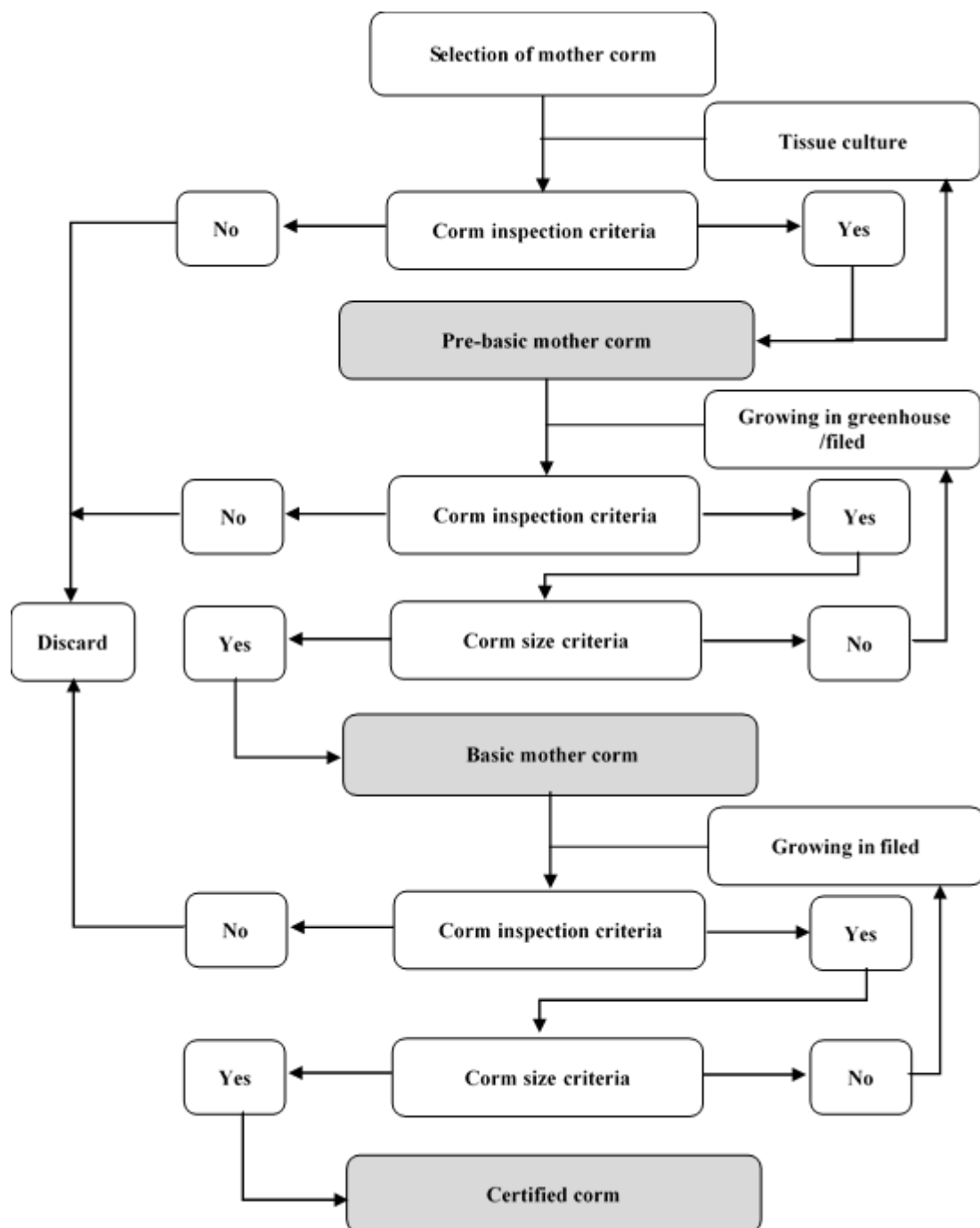
چرخه تولید بذر سالم و قابل گواهی زعفران شامل مراحل کاشت، داشت و برداشت در کلاس‌های مختلف بذری، خالص سازی مزرعه، حذف بوته‌های آلوده و علف‌های هرز، اجرای آزمون‌های آزمایشگاهی و ایجاد مزارع پسا کنترل می‌باشد.

نظارت بر این روند، ضریب اطمینان و اعتماد کشاورزان از بانه‌های بذری خریداری شده را افزایش داده و امکان دستیابی به عملکرد بیشتر را فراهم می‌آورد. هدف اصلی کنترل کیفی بذر، جلوگیری از ورود آفات و بیماری‌های غیر بومی و محدود نمودن شیوع آفات و بیماری‌های بومی بانه زعفران می‌باشد. کنترل کیفیت مزارع بذری زعفران در مقایسه با سایر گیاهان پیچیده تر بوده و یکی از دلایل آن ماهیت تکثیر غیر جنسی بانه زعفران است که آنرا مستعد تجمع آفات و بیماری‌های متعددی می‌کند. از دیگر اهداف بازرسی مزارع بذری زعفران تعیین طبقه و کلاس‌های مختلف توده‌های بانه بذری بر اساس حداکثر آلودگی مجاز به بیماری‌ها، آفات در هر طبقه و کلاس بذری می‌باشد.

دستورالعمل پیشنهادی استاندارد سازی بانه بذری زعفران در

بوده و در طبقات مختلف با قطر ۳۰-۴۰ میلی‌متر می‌باشند (وزن ۱۰ تا ۲۰ گرم).

مراجع ذی‌صلاح تولید و تکثیر می‌شود. این طبقه شامل کلاس بذری جهت تولید گل می‌باشد. بنه‌های گواهی شده عاری از عوامل بیماری‌زای گیاهی، آفات، بذر علف‌های هرز و مواد زائد



شکل ۱۱- نمودار تولید و گواهی بنه بذری استاندارد زعفران

Figure 11- Schmetic diagram for production and certification of standard saffron corm.

جدول ۳- درصد تحمل به آفات و بیماری‌ها برای تولید بانه بذری استاندارد و عاری از بیماری زعفران  
**Table 3- Percentage of pest and disease tolerance for standard pathogen-free saffron corm production**

آلودگی به آفات و بیماری‌ها	کلاس S	کلاس G1	کلاس G2	کلاس A	
Pathogen and pest infection	Class S	Class G1	Class G2	Class A	
<i>Cucumber mosaic virus</i>	0	0	0.5	3	
<i>Tobacco rattle virus</i>	0	0	0.5	3	
ویروس‌ها Viruses	<i>Bean yellow mosaic virus</i>	0	0	0.5	3
	<i>Turnip mosaic virus</i>	0	0	0.5	3
	<i>Iris severe mosaic virus</i>	0	0	0.5	3
	<i>Saffron latent virus</i>	0	0	0.5	3
	<i>Rhizoctonia crocorum</i>	0	0	0.5	1
قارچ‌ها Fungi	<i>Fusarium solani</i>	0	0	0	0.5
	<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	0	1
	<i>Penicillium</i>	0	0.5	1	1
باکتری‌ها Bacteria	<i>Burkholderia gladioli</i>	0	0	0	0
	<i>Pectobacterium cartavorum</i>	0	0	0	0.5
نماتودها Nematodes	<i>Aphelenchoides</i>	0	0	1	1
	<i>Ditylenchus</i>	0	0	1	1
کنه Mite	<i>Rhizoglyphus robini</i>	0	0	0	1
	بانه های بدشکل Malformed corms	0	0	1	1
سایر ناخالصی‌ها Other pollutions	مواد زائد Waste materials	0	0	2	2
	بذر علفهای هرز Weeds seed	0	0	0	0

### ب- مکانیسم گواهی بانه بذری زعفران

گواهی بانه بذری بر اساس بازدیدهای مزرعه‌ای جهت تشخیص سلامت بانه بذری و بدنبال آن بر اساس تعیین درصد آلودگی به بیماری‌های مختلف ویروسی، باکتریایی و قارچی مبتنی بر بررسی‌های آزمایشگاهی انجام می‌شود.

مراحل کنترل و گواهی بانه بذری شامل موارد ذیل است:

۱- بازدید و ارزیابی زمین و سابقه کشت متقاضیان

۲- مساحی قطعه و ترسیم کروکی آن

۳- بازدید از وضعیت سطح سبز و ارائه توصیه‌های لازم

۴- بازدید دوره‌ای از مزارع تولید بانه بذری

۵- نمونه برداری دوره‌ای از بانه‌های در حال رشد

۶- نظارت بر رعایت زمان مناسب برداشت

۷- نظارت بر عملیات درجه‌بندی و بازدید از انبارهای محل

### نگهداری

۸- نظارت بر نصب برجسب و آماده نمودن بذر جهت توزیع

بین کشاورزان یا تولید کنندگان بانه بذری

### مراحل اجرایی کنترل مزرعه و گواهی بانه بذری زعفران

۱- بازدید از وضعیت سطح سبز و ارائه توصیه‌های به-زراعی

در این مرحله لازم است بازرس فنی علاوه بر تعیین میزان

دقیق سطح سبز مزرعه با استفاده از دستگاه مکان‌یاب نسبت به

ترسیم و تطبیق محل کشت با محلی که قبلاً مورد تأیید قرار

گرفته در فرم کنترل مزرعه اقدام نماید.

همچنین به منظور تولید بانه بذری با کیفیت مطلوب توصیه-

های به زراعی لازم در خصوص تراکم، روش کاشت، انجام به

موقع عملیات آبیاری، کوددهی و مبارزه با علفهای هرز را به

بیمانکار تولید بانه بذری ارائه دهد

رطوبت و تهویه هوا) در اختیار داشته باشد.

## ۲- بازدید اولیه مزارع

این بازدید پس از کاشت مزارع با در نظر داشتن اهداف مورد اشاره در زیر صورت می‌گیرد:

- تعیین درصد آلودگی های مجاز (قابل تحمل) به آفات و بیماری‌ها در مزرعه بر اساس استانداردهای مصوب
- ارائه توصیه‌های لازم به منظور حذف بوته‌های آلوده
- ارائه توصیه‌های لازم به منظور مبارزه با آفات و ناقلین بیماری‌ها
- ارائه توصیه‌های لازم به منظور مبارزه با علف‌های هرز

## ۳- بازدیدهای ثانویه مزارع در طول رشد

زمان انجام این بازدیدها تا حداکثر سه هفته قبل از زرد شدن بوته‌ها با لحاظ نمودن اهداف زیر انجام می‌گیرد:

- تعیین درصد آلودگی در مزرعه و نمونه برداری از گیاه جهت شناسایی و پیروسیها
- حذف مزارعی که حدود آلودگی آنها از حد مجاز بر اساس استانداردهای موجود بیشتر است
- توصیه به کشاورز در جهت حذف و معدوم کردن بوته‌های آلوده باقیمانده

## ۴- بازدید در زمان برداشت

در این مرحله کارشناس گواهی بانه بذری نظارت بر انجام به موقع برداشت و توصیه‌های لازم در خصوص درجه‌بندی اولیه بانه بذری در محل مزرعه را ارائه می‌نماید.

## ۵- نظارت بر عملیات درجه‌بندی و بازدید از انبارهای محل نگهداری

تولید کننده برای نگهداری بانه‌های بذری باید انباری مناسب و متناسب با میزان تولید (مجهز به سیستم تنظیم حرارت،

مواردی که کارشناس گواهی بانه بذری بایستی در بازدید از انبار تولید کننده مورد توجه قرار داده و توصیه‌های لازم را ارائه نماید.

- ۱- انبار نگهداری بانه‌ها عاری از جوندگان و حشرات باشد.
- ۲- بانه‌های زعفران بذری مربوط به کلاسهای مختلف، بایستی بطور مجزا و تفکیک شده نگهداری شوند.
- ۳- انبار، کیسه‌ها، جعبه‌ها و سایر وسایل بایستی قبل از بارگیری عاری از خاک بوده و ضدعفونی شده باشند.
- ۴- قطر مناسب بانه‌های بذری زعفران بر اساس استاندارد ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر (با وزن ۱۰ تا ۲۰ گرم) می باشد.
- ۵- بانه بذری تولیدی بایستی در کیسه‌های ۱۰ کیلو گرمی مشبک بسته بندی شده و در دسته‌هایی با فواصل حداقل ۷۰ سانتیمتر از یکدیگر نگهداری شوند.
- ۶- دمای انبار نگهداری بانه‌های بذری زعفران بین ۲۲-۲۷ درجه سانتی گراد و رطوبت کمتر از ۴۰ درصد باشد.

## ۶- نمونه برداری

نمونه برداری با هدف انجام بررسی‌های آزمایشگاهی در راستای تعیین درجه بانه بذری زعفران در طبقات مختلف توسط کارشناس با توجه به دستور العمل موجود انجام می‌گیرد.

- ۱- نمونه برداری به تعداد مورد نیاز از برگ یا بانه بذری (۲۰۰ نمونه بسته به سطح کشت) بر اساس دستورالعمل
- ۲- زمان مناسب نمونه‌برداری از برگ زعفران به منظور انجام آزمون‌های تشخیصی ویروس حداکثر سه هفته قبل از زرد شدن بوته‌ها در مزرعه می‌باشد.

۳- نمونه برداری از بانه‌های زعفران بذری به منظور تشخیص بیماری‌های قارچی، باکتریایی و نماتدها بر اساس استانداردهای موجود صورت می‌گیرد.



## ۷- آزمون های سلامت

آزمون های تشخیص بیماری ها شامل حداقل ۶ آزمون ردیابی برای ویروس های موزائیک خیار (*Cucumber mosaic virus*)، ویروس جنجغه توتون (*Tobacco rattle virus*)، ویروس موزائیک زرد لوبیا (*Bean yellow mosaic virus*)، ویروس موزائیک شلغم (*Turnip mosaic virus*)، ویروس موزائیک شدید زنبق (*Iris severe mosaic virus*)، ویروس پنهان زعفران (*Saffron latent virus*)، بیماری باکتریایی پوسیدگی خشک زعفران (*Burkholderia gladioli*) و پوسیدگی نرم زعفران (*Pectobacterium cartavorum*)، بیماری قارچی زوال زعفران (*Fusarium solani*) و بیماری های پوسیدگی بنه زعفران (*Fusarium oxysporum Rhizoctonia*) و آفت کنه زعفران (*Rhizoglyphus robini*) برای گواهی بنه بذری در طبقه هسته اولیه و بنه بذری مادری و آزمون های تشخیص بیماری های باکتریایی و قارچی و حداقل ۳ آزمون تشخیص ویروس شامل (SLV، BYMV، CMV) و آفت کنه زعفران به منظور گواهی بنه بذری صورت می گیرد (جدول ۴).

محصول تولیدی پس از اعلام نتایج آزمایشگاه و با توجه به جداول استاندارد حداکثر درصد آلودگی قابل تحمل در مزرعه زعفران ارزیابی و بر روی برچسب گواهی درج و به تولید کننده اعلام می گردد.

## ۸- نظارت بر نصب برچسب بر روی کیسه های دسته بندی شده

نصب برچسب گواهی با نظارت کارشناس کنترل و گواهی بذر و توسط پیمانکار تولید بنه بذری بر گنجا به مشبک از جنس کتان یا پلاستیک بنه بذری صورت می گیرد.

بدیهی است محصول بنه بذری تولیدی پس از نصب برچسب گواهی و هماهنگی مدیریت مسئول هر استان و نظارت

بازرس فنی قابل توزیع می باشد.

## ج- شرایط احداث خزانه تولید بنه بذری زعفران

۱- مزرعه باید در منطقه ای واقع شده باشد که از نظر شرایط آب و هوایی کیفیت آب و خاک مناسب تولید بنه بذری باشد.

۲- بافت خاک ترجیحاً متوسط (لومی شنی) باشد.

۳- زمین مورد تقاضا حداقل دارای یک درصد ماده آلی باشد. برای تحقق این امر افزودن حداقل ۶۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده قبل از کشت قابل توصیه است.

۴- در زمین انتخابی برای تولید بنه بذری حداقل ۶ سال زعفران کشت نشده باشد.

۵- رعایت فاصله حداقل سه سال از کشت گیاهان با اندام تکثیری زیر زمینی (پیاز، سیب زمینی، چغندر قند و غیره) قبل از کشت زعفران در زمین مورد تقاضا الزامی است.

۶- بر اساس طبقات بنه بذری، رعایت فاصله کشت گیاهان با اندام تکثیری زیر زمینی در مزارع بنه بذری مادری ۳ سال و برای تولید بنه بذری گواهی شده ۲ سال می باشد.

۷- واکنش مناسب خاک (pH) برای تولید بنه زعفران بین ۶/۵ تا ۸ و هدایت الکتریکی خاک حداکثر ۳ دسی زیمنس بر متر باشد.

۸- مدت زمان استمرار تولید بنه در یک قطعه زمین حداکثر سه سال است.

۹- حداقل سطح زمین قابل قبول برای تولید بنه ۵۰۰۰ متر مربع می باشد.

۱۰- زمین انتخابی برای تولید بنه زعفران باید به جاده دسترسی داشته باشد اما نباید محل عبور و مرور مزارع دیگر باشد.



تولیدی زعفران ۴۰۰ متر و از منابع آلوده کننده حداقل ۲۰۰ متر است.

- برای اجتناب از تداخل فیزیکی توده‌ها حداقل فاصله مناسب (ایزولاسیون) مزارع تکثیری از یکدیگر ۵ متر است.

۱۷- وزن بانه مناسب کاشت در خزانه تولیدی ۳-۶ گرم و کاشت بصورت یکساله است.

۱۸- کشت ۲۰۰-۱۰۰ بانه در هر متر مربع توصیه می‌شود.  
۱۹- عمق کاشت بانه زعفران بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

۲۰- حتی الامکان در مزارع تولید بانه بذری گواهی شده زعفران از علف‌کش استفاده نشود. در صورت کاربرد علف‌کش مقدار باقیمانده سم در بانه بذری قبل از عرضه به بازار بایستی بررسی و تعیین شود.

#### د- شاخص‌های بانه بذری استاندارد زعفران

- ۱- جوانه انتهایی بانه سالم باشد.
- ۲- بانه در هنگام عرضه نباید بیش از ۲ تا ۳ جوانه فعال شده (با طول کمتر از ۱۰ میلی‌متر) داشته باشد.
- ۳- توده بانه‌ها بایستی عاری از هرگونه ناخالصی فیزیکی و بانه یا پیاز سایر گونه‌ها باشد.
- ۴- بانه گواهی شده عاری از ویروس و نشانه‌های سایر عوامل بیماری‌زا هم‌چون کنه، قارچ و باکتری باشد (استانداردهای جدول ۳).

- ۵- بانه بذری تولید شده می‌بایست قبل از عرضه به بازار با سموم قارچ‌کش و کنه‌کش مناسب ضدعفونی شده باشد.
- ۶- پوشینه‌های اولیه بانه در هنگام عرضه سالم باشند.

#### و- درجه‌بندی بانه‌های زعفران جهت تولید گل

- بر اساس قطر، بانه‌ها به سه درجه تقسیم‌بندی می‌شوند:
- بانه بذری درجه یک (قطر بیش از ۴۰ میلی‌متر و وزن

۱۱- زمین مورد تقاضا برای تولید بانه باید دارای منبع آب مطمئن، کافی و با کیفیت مطلوب باشد، بطوریکه در هر دوره کشت حداقل ۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار آب با حداقل ۶ مرتبه آبیاری در دسترس باشد.

۱۲- هدایت الکتریکی آب آبیاری حداکثر ۲ دسی‌زیمنس بر متر باشد

۱۳- استفاده از پساب‌های صنعتی و فاضلاب شهری برای آبیاری زمین مجاز نمی‌باشد.

۱۴- ترجیحاً از سامانه‌های نوین آبیاری برای زمین مورد تقاضا برای تولید بانه بذری استفاده شود.

۱۵- خاک مزرعه به نماتودها و سایر عوامل بیماری‌زای گیاهی آلودگی نداشته نباشد. عاری بودن از بیماری‌هایی نظیر پوسیدگی خشک زعفران بسیار حائز اهمیت است. هزینه نمونه- برداری از خاک مزارع تولید بانه بذری هسته اولیه و مادری توسط تولید کنندگان تأمین گردیده و توسط آزمایشگاه‌های ذیصلاح انجام می‌شود.

۱۶- به منظور کاهش تأثیر منابع آلوده کننده بر روند تولید بانه بذری، مزرعه تولید بانه بذری باید ایزوله باشد.

فاصله ایزولاسیون مناسب از عوامل محدود کننده نظیر: یونجه، صیفی‌جات، حبوبات، گیاهان زینتی (بخصوص گل‌ایول و زنبق) و چغندر قند بسته به شرایط اقلیمی هر منطقه سرعت و جهت باد و مدیریت مزرعه به صورت ذیل تعیین می‌گردد:

- حداقل فاصله مناسب (ایزولاسیون) مزارع تکثیری طبقه هسته اولیه از طبقات پائین‌تر، مزارع تولیدی و سایر منابع آلوده کننده ۴۰۰ متر است.

- حداقل فاصله مناسب (ایزولاسیون) مزارع تکثیری طبقه مادری از سایر طبقات بذری، مزارع تولیدی و سایر منابع آلوده کننده ۴۰۰ متر است.

- حداقل فاصله مناسب (ایزولاسیون) مزارع تکثیری طبقه گواهی شده از سایر طبقات بذری (هسته اولیه و مادری)، مزارع

متأثر از عوامل سوء مدیریتی، اقتصادی و نیز خشکسالی های اخیر بوده است. به بنه زعفران به عنوان بذر این گیاه زراعی از نظر خسارت آفات و بیماری ها و به نژادی آن توجه کافی صورت نگرفته است. هرگونه برنامه ریزی بمنظور بهبود عملکرد زعفرانکاری های ایران نیازمند بنه استاندارد با کیفیت مطلوب و عاری از بیماری ها به عنوان پیش نیاز تصمیمات مدیریتی خواهد بود. شاخص های در نظر گرفته شده با توجه به نیازهای فیزیولوژیکی گیاه و بیمارگرهای مهم آن در ایران و سایر نقاط دنیا تعریف شده اند.

### سپاسگزاری

از حمایت های مادی و معنوی قطب گیاهان زراعی ویژه و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد قدردانی و سپاسگزاری می شود.

(بیشتر از ۲۰ گرم)

- بنه بذری درجه دو (قطر بین ۳۰-۴۰ میلی متر و وزن بین ۱۶-۱۲ گرم)

- بنه بذری درجه سه (قطر بین ۲۵-۳۰ میلی متر و وزن بین ۱۲-۸ گرم)

استفاده از بنه های با قطر کمتر از ۲۵ میلی متر و وزن کمتر از ۸ گرم ممنوع است.

بنه بذری زعفران در کیسه های ۱۰ کیلوگرمی مشبک از جنس کتان یا پلاستیک قابل عرضه خواهد بود.

### نتیجه گیری

با وجود افزایش سطح زیر کشت و تولید زعفران در سال های اخیر، عملکرد زعفران در واحد سطح در ایران دچار کاهش شده است. این کاهش از جنبه های متفاوتی اتفاق افتاده و اساساً

### منابع

- Afzali, H. 2004. Introduction of a new causal agent of saffron corn rot in Iran. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, vol. II, 28 August to 1 September 2004, Tabriz, Iran. 326p.
- Agricultural Statistics. 2018. Iran's Minister of Agriculture, Department of Planning and Economy. <http://www.maj.ir/>.
- Ahrazem, O., Rubio-Moraga, A., Castillo-López, R., Mozos, A. T., and Gómez-Gómez, L. 2010. *Crocus sativus* pathogens and defence responses. Functional Plant Science and Biotechnology 4: 81-90.
- Alvani, S., Mahdikhani-Moghadam, E., Rouhani, H., and Mohammadi, A. 2016. Identification of some plant parasitic nematodes associated with *Berberis vulgaris*, *Crocus sativus* and *Zizyphus zizyphus* based on morphological and molecular characters in South Khorasan province. PhD Desertation. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Asadi, G.A., Rezvani Moghaddam, P., and Hassanzadeh Aval, F. 2014. Effects of soil and foliar applications of nutrients on corm growth and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in six year-old farm. Saffron Agronomy and Technology 2: 31-44. (In Persian with English Summary).
- Bhagyalakshmi, N. 1999. Factors influencing direct shoot regeneration from ovary explants of saffron. Plant Cell Tissue Organ Culture 58: 205-211.
- Caiola, M.G., and Faoro, F. 2011. Latent virus infections in *Crocus sativus* and *Crocus cartwrightianus*. Phytopathologia Mediterranea 50: 175-182.
- De Mastro, G., and Ruta, C. 1993. Relation

- between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. *Acta Horticulturae* 344: 512-517.
- Diaz, A., Okabe, K., Eckenrode, C. J., Villani, M. G., and Oconnor, B.M. 2000. Biology, ecology, and management of the bulb mites of the genus *Rhizoglyphus* (Acari: Acaridae). *Experimental and Applied Acarology* 24: 85-113.
- Diaz-MarTa, A., Arghittu, A., Astrka, K., and Betza, T. 2019. Saffron in Europe: Problems and Strategies for Improving the Quality and Strengthen Competitiveness. White Book. Available at Web site <http://www.europeansaffron.eu/archivos/White%20book%20english.pdf>.
- Di Primo, P., Cappelli, C., and Katan, T. 2002. Vegetative compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* from saffron. *European Journal of Plant Pathology* 108: 869-875.
- Douglas, M., and Perry, N. 2003. Growing saffron - the world's most expensive spice. New Zealand Institute for Crop and Food Research Ltd. A Crown Research Institute. 4p.
- EPPO Panel on Certification of Pathogen-tested Ornamentals. 2002. Production of healthy plants for planting: Classification scheme for *Crocus*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 32: 123-128.
- Fiori, M., Ligios, V., and Schiaffino, A. 2011. Identification and characterization of *Burkholderia* isolates obtained from bacterial rot of saffron (*Crocus sativus* L.) grown in Italy. *Phytopathologia Mediterranea* 50: 450-461
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008a. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1144-1150.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008b. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 95-112.
- Jami al-ahmadi, M., Mohammadi, A., and Salehi kohabadi, E. 2017. Characterization of bacteria isolated from the saffron (*Crocus sativus* L.) rhizosphere. *Journal of Horticultural Research* 25: 5-14.
- Kafi, M., Koocheki, A., Rashed-Mohassel, M.H., and Nassiri, M. 2006. Saffron, Production and Processing. Science Publishers, New Hampshire, USA. 244p.
- Karimi shahri, M.R., Kamali, H., and Sajadinejad, M. 2017. Occurrence of *Burkholderia gladioli* disease in saffron farms of Khorasan Razavi. 6th National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran, Tehran.
- Katawazy, A.S. 2013. A comprehensive study of Afghan saffron. Report of Afghanistan Investment Support Agency. 46p.
- Khorramdel, S., Eskandari Nasrabadi, S., and Mahmoodi, G. 2015. Evaluation of mother corm weights and foliar fertilizer levels on saffron (*Crocus sativus* L.) growth and yield components. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 2: 9-14.
- Koocheki, A. 2018. Agro-ecological aspects of saffron production with a holistic approach. In: Fifth National Conference on Saffron, 14-15 November 2018, Torbat-Heydarieh. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., and Seyyedi, S. M. 2019. Saffron "seed", the corm. In A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (eds). *Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc. pp. 93-118.
- Koocheki, A., Karbasi, A., and Seyyedi, S.M. 2017. Some reasons for saffron yield loss over the last 30 years period. *Saffron Agronomy and Technology* 5: 107-122. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2015. Phonological stages and formation of

- replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) during growing period (review article). *Journal of Saffron Research* 3: 134-154. (In Persian with English Summary).
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: a comprehensive review. *Food Reviews International* 25: 44-85.
- Lage, M., and Cantrell, C.L. 2009. Quantification of saffron (*Crocus sativus* L.) metabolites crocins, picrocrocin and safranal for quality determination of the spice grown under different environmental Moroccan conditions. *Scientia Horticulturae* 121: 366-373.
- Lopez-Corcoles, H., BrasaRamos, A., Montero Garcia, F., Romero Valverde, M., and Montero Riqueime, F. 2015. Phenological growth stages of saffron plants (*Crocus sativus* L.) according to the BBCH scale. *Spanish Journal of Agricultural Research* 13: 1-6.
- McGimpsey, J.A., Douglas, M.H., and Wallace, A.R. 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25: 159-168.
- Miglino, R., Jodlowska, A., and Van Schadewijk, A.R. 2005. First Report of *Narcissus mosaic virus* Infecting *Crocus* spp. Cultivars in the Netherlands. *Plant Disease* 89: 342.
- Najari, G., Nourollahi, K., and Piri, M. 2018. The first report of (*Fusarium oxysporum*) causal agent of wild saffron corm rot disease in Iran. *Saffron Agronomy and Technology* 6: 119-123. (In Persian with English Summary)
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Amin Ghafouri, A., and Mahluji Rad, M. 2015. Optimizing corm size and density in saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation by central composite design. *Saffron Agronomy and Technology* 3: 161-177. (In Persian with English Summary).
- Nateqi, M., Koohi Habibi, M., Dizadji, A., and Parizad, S. 2015. Detection and molecular characterization of the Iris severe mosaic virus-Ir isolate from Iran. *Journal of Plant Protection Research* 55: 235-240.
- Negbi, M. 1999. *Saffron: Crocus sativus* L. (Medicinal and aromatic plants: industrial profiles. Harwood Academic Publishers. 152p.
- Nehvi, F.A., and Yasmin, S. 2017. Advance in saffron research for integrated development of saffron in Kashmir, India. *Acta Horticulture* 1184: 63-68.
- Nehvi, F.A., Lone, A.A., Allai, B.A., and Yasmin, S. 2010. Impact of climate change on saffron industry of Jammu and Kashmir. *Crop Improvement* 37: 203-205.
- Nematia, Z., Harpkea, D., Gemicioglu, A., Kerndorffa, H., and Blattnera, F.R. 2019. Saffron (*Crocus sativus*) is an autotriploid that evolved in Attica (Greece) from wild *Crocus cartwrightianus*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 136: 14-20.
- Ochoa Corona, F.M., Lebas, B.S.M., Elliott, D.R., Tang J.Z., and Alexander, B.J.R. 2007. New host records and new host family range for *Turnip mosaic virus* in New Zealand. *Australasian Plant Disease Notes* 2: 127-130.
- Palmero, D., Rubio-Moraga, A., Galvez-Patón, L., Nogueras, J., Abato, C., Gómez-Gómez, L., and Ahrazem, O. 2014. Pathogenicity and genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from corms of *Crocus sativus*. *Industrial Crops and Products* 61: 186-192.
- Parizad, S., Dizadji, A., Koohi Habibia, M., Winter, S., Kalantari, S., Movia, S., Lorenzo, T. C., Alonso, G.L., and Moratalla-Lopez, N. 2019. The effects of geographical origin and virus infection on the saffron (*Crocus sativus* L.) quality. *Food Chemistry* 295: 387-394.
- Parizad, S., Dizadji, A., Koohi Habibi, M., Winter, S., Kalantari, S., Movi, S., García-Arenal, F., and Ayllón, M.A. 2018. Description and

- genetic variation of a distinct species of Potyvirus infecting saffron (*Crocus sativus* L.) plants in major production regions in Iran. *Annals of Applied Biology* 173: 233-242.
- Parizad, S., Dizadji, A., Koochi Habibi, M., Mosahebi Mohammadi, G.H., Kalantari, S., Izadpanah, F., García-Arenal, F., and Winter, S. 2017. Identification and partial characterization of the virus infecting saffron (*Crocus sativus*) in Iran. *Iranian Journal of Plant Protection Science* 47: 263-275.
- Rahimi, H. 2015. *Saffron Pests (Identification and Management)*. Sokhangostar Press. 72p. (In Persian).
- Rashed-Mohassel, M.H. 2019. Evolution and botany of saffron (*Crocus sativus* L.) and allied species. In A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (eds). *Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc. pp. 37-57.
- Rezvani-Moghaddam, P. 2019. Ecophysiology of saffron. In A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (eds). *Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc. pp. 119-137.
- Saeedizadeh, A. 2014. Identification of some saffron corm rot fungi and their control. *Saffron Agronomy and Technology* 2: 205-213. (In Persian with English Summary).
- Seyyedi, S.M., and Rezvani Moghaddam, P. 2020. Proposed program for standardization of saffron corms: Obstacles and solutions. *Saffron Agronomy and Technology* 7: 457-479. (In Persian with English Summary).
- Shahnoushi, N., Abolhassani, L., Kavakebi, V., Reed, M., and Saghaian, S. 2019. Economic analysis of saffron production. In A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (eds). *Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc. pp. 337-356.
- Sud, A.K., Paul, Y.S., and Thakur, B.R. 1999. Corm rot of saffron and its management. *Journal of Mycology and Plant Pathology* 29: 380-382.

## Criteria for Production of Standard Pathogen-Free Saffron Corms

Mohammad Zakiaghl<sup>1\*</sup>, Soroor Khorramdel<sup>2</sup>, Alireza Koocheki<sup>3</sup>, Jafar Nabati<sup>4</sup>, Ahmad Nezami<sup>3</sup>, Amin Mirshamsi Kachki<sup>5</sup>, Abdollah Mollafilabi<sup>6</sup>, Parviz Rezvani Moghaddam<sup>3</sup>, and Mehdi Nassiri Mahallati<sup>3</sup>

Submitted: 18 June 2020

Accepted: 28 December 2020

Zakiaghl, M., Khorramdel, S., Koocheki, A., Nabati, J., Nezami, A., Mirshamsi Kachki, A., Mollafilabi, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2021. Criteria for Production of Standard Pathogen-Free Saffron Corms. *Saffron Agronomy & Technology*, 9(2): 121-141.

### Abstract

Sustainable development of saffron production is one of the major and strategic goals of the Iranian agriculture program, and it requires a well-defined and organized plan of action. Over the past half-century, saffron cultivation has had a 34-fold increase in Iran which is more than any other crop. However, the average yield did not follow this development, and it is reducing with a slightly negative slope. Therefore, the average saffron production in Iran has reduced from 5.76 kg/ha in 1973 to 3.62 kg/ha in 2018. It is also estimated that there is a 64-90% yield gap in Iranian saffron farms. Saffron pests and diseases such as saffron mite (*Rhizoglyphus robini*), saffron corm rot, saffron dry rot (*Burkholderia gladioli*), and saffron viral diseases are also responsible for the quantitative and qualitative reduction of saffron yields in Iranian farms. Saffron is propagated by its daughter corms. Therefore, increasing the yield of saffron is directly related to the quality of mother corm seeds. In this paper, the necessary criteria to generate and certify pre-basic mother corm and seed corm classes of saffron for standard saffron corm schedule are presented. Production of standard pathogen-free seed corms as the only means of saffron propagation in nature is a prerequisite for any planning to increase saffron yield. Undoubtedly, applying standard free pathogen corms and other ecological and physiological indices of saffron plants will increase yield and improve sustainable development indicators.

**Keywords:** Saffron production, Pathogen-free mother corm, yield

1 - Associate Professor, Department of Plant protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2 - Associate Professor, Department on Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3 - Professor, Department on Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

4 - Assistant Professor, Research Center for Plant Sciences Ferdowsi University of Mashhad

5- Assistant Professor, Department of Crop Biotechnology and Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

6 - Associate Professor, Food Biotechnology Department, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

(\* - Corresponding author Email: zakiaghl@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/JSAT.2021.233278.1401