Saffron Agronomy & Technology
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir
Vol. 12, No. 2, Summer 2024, p. 115-138

Analysis of the Global Research Trend of Saffron (*Crocus sativus* L.) Between 2000-2023

Moein Tosan[1*], Abbas Khashei-Siuki[2], Mahmood Sangari[3]and Parviz Rezvani Moghaddam[4]

Article type:
Research Article
Article history:
Submitted: 13 February 2024
Revised: 24 May 2024
Accepted: 22 August 2024
Available Online: 22 August 2024

How to cite this article:
Tosan, M., Khashei-Siuki, A., Sangari, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2024. Analysis of the Global Research Trend of Saffron (*Crocus sativus* L.) Between 2000-2023. Saffron Agronomy & Technology, 12(2), 115-138.
DOI: 10.22048/jsat.2024.443037.1524

Abstract

Saffron is one of the most popular traditional herbs and the most expensive spice globally. Global production of saffron is estimated at 418 tons per year on 121,338 hectares. This spice is beneficial for human health because it has three main bioactive compounds: crocin, picrocrocin, and safranal. In recent years, in addition to numerous studies on various medicinal effects due to the decrease in its production, research on factors affecting saffron production has increased. Consequently, conducting a bibliometric analysis of publications can provide insights into current areas of interest and potential trends for future research. The purpose of this research is to reveal the research topics of the saffron field in the WoS database during the period from 2000 to 2023, which was done with the benefit of scientometric techniques. The current research community includes 3936 articles. Data analysis and drawing of the intellectual structure of knowledge was also done using R Biblioshiny and VOSviewer software. Acta Horticulturae was the most popular journal for saffron research, with 216 published articles, while the American Chemical Society's Chemistry journal was the most cited. The scientometric analysis identified the most productive countries, and Iran was at the top with 1015 single-country publications (SCP), 155 multi-country publications (MCP) and the highest frequency of 0.297. According to the current research, the research topics related to saffron that have recently become more advanced and can be used as a basis for the authors' research include antioxidants, double-blind testing (medical), oxidative stress, inflammation, type 2 diabetes, major depressive disorder, alpha-amylase, are fatty acids. This study highlights the link between collaborations and scientific developments and trends in scientific collaboration and serves as a model to show emerging research directions in the field of saffron.

Keywords: Bibliometrix, Coupling map, Emerging research, Knowledge management.

1 -Ph.D. Candidate of Water Resources, University of Birjand**.**
2 -Professor of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand.
3 -Assistant Professor of Information Sciencs, Faculty of Educational Science and Psychology, University of Birjand.
4 - Professor of AgroEcology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
Corresponding author email: moein.tosan@birjand.ac.ir

© 2022, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY NC 4.0)
(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳ ص. ۱۳۸-۱۱۵
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir

مقاله پژوهشی

آنالیز روند جهانی تحقیقات زعفران (*Crocus sativus* L.) در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳

معین توسن[1*]، عباس خاشعی سیوکی[2]، محمود سنگری[3] و پرویز رضوانی مقدم[4]

تاریخ دریافت: ۲۴ بهمن ۱۴۰۲
تاریخ بازنگری: ٤ خرداد ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۱ شهریور ۱۴۰۳

توسن، م.، خاشعی سیوکی، ع.، سنگری، م.، و رضوانی مقدم، پ. ۱۴۰۳. آنالیز روند جهانی تحقیقات زعفران (*Crocus sativus* L.) در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳. زراعت و فناوری زعفران، ۱۲(۲): ۱۳۸-۱۱۵.

چکیده

زعفران (*Crocus sativus* L.) یکی از محبوب‌ترین گیاهان سنتی و گران‌ترین ادویه جهان است. تولید جهانی زعفران ۴۱۸ تن در سال، در ۱۲۱۳۳۸ هکتار برآورد شده است. این ادویه به دلیل داشتن سه ترکیب فعال زیستی اصلی: کروسین، پیکروکروسین و سافرانال برای سلامتی انسان مفید است. در سال‌های اخیر علاوه بر تحقیقات متعدد پیرامون اثرات متعدد دارویی، با توجه به کاهش تولید آن، پژوهش‌ها پیرامون عوامل مؤثر بر تولید زعفران افزایش یافته است. درنتیجه، انجام یک تحلیل بیبلیومتریک از انتشارات مذکور، این پتانسیل را دارد که بینش‌هایی در زمینه‌های مورد علاقه فعلی و روندهای بالقوه برای تحقیقات آینده به دست دهد. هدف از این پژوهش، آشکارسازی موضوعات پژوهشی حوزهٔ زعفران در پایگاه WoS طی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ است که با بهره‌مندی از فنون علم‌سنجی انجام شد. جامعه پژوهش حاضر شامل ۳۹۳۶ مقاله است. تحلیل داده‌ها و ترسیم ساختار فکری دانش نیز با استفاده از نرم‌افزارهای مجموعه R Biblioshiny و VOSviewer انجام شد. در بین انتشارات دنیا، نشریه Acta Horticulturae با ۲۱۶ سند منتشرشده در زمینه زعفران محبوب‌ترین بود، درحالی‌که نشریه Chemistry انجمن شیمی امریکا بیشترین استناد را داشت. تجزیه و تحلیل علم‌سنجی، مولدترین کشورها را مشخص کرد و ایران با ۱۰۱۵ انتشارات تک کشوری (SCP)، ۱۵۵ انتشارات چند کشوری (MCP) و بالاترین فراوانی ۰/۲۹۷ در صدر قرار داشت. بر اساس پژوهش حاضر، موضوعات تحقیقاتی پیرامون زعفران که اخیراً بیش از پیش روند شده و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تحقیقات نویسندگان قرار گیرد، شامل آنتی‌اکسیدان، آزمایش دوسوکور (پزشکی)، تنش اکسیداتیو، التهاب، دیابت نوع ۲، اختلال افسردگی اساسی (ماژور)، آلفا آمیلاز، اسیدهای چرب می‌باشند. این مطالعه پیوند همکاری‌ها و پیشرفت‌های علمی و روندهای همکاری علمی را برجسته می‌کند و به‌عنوان مدلی برای نشان دادن جهت‌های تحقیقاتی نوظهور در حوزهٔ زعفران عمل می‌کند.

کلمات کلیدی: بیبلیومتریک، تحقیقات نوظهور، مدیریت دانش، نقشه همکاری.

۱- دانشجوی دکتری منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۳- استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند
۴- استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: moein.tosan@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2024.443037.1524

مقدمه

خانواده گیاهی زنبق (Iridaceae) معمولاً به‌دلیل وجود جنس Crocus با ۱۰۰–۸۵ گونه مختلف به‌ویژه *Crocus sativus* L. شناخته شده است (Abu-Izneid et al., 2022). زعفران یک گیاه ژئوفیت تریپلوئید استریل (2n=3x=24) با بنه زیرزمینی است (Hajyzadeh et al., 2020). کلاله رایج‌ترین اندام گیاهی زعفران است (Eghbali et al., 2023). درواقع، زعفران به دلیل رنگ (کروسین)، طعم (پیکروکروسین) و عطر (سافرانال) (Tahiri et al., 2023) و به‌عنوان یک منبع خوراکی منحصربه‌فرد، یکی از گران‌ترین ادویه‌های جهان است (Tsimidou, 2023) و به دلیل برداشت سخت و دستی و حجم تولید کم، آن را طلای سرخ می‌نامند (Golpour-Hamedani et al., 2024). این گیاه، اغلب در ایران (بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی)، هندوستان، افغانستان و منطقه مدیترانه کشت می‌شود (Pedro de Padua et al., 2023). زعفران یکی از معروف‌ترین گیاهان سنتی است که بیشتر به‌عنوان افزودنی در کشورهای آسیایی و اروپایی شناخته شده است (Seyedi-Sahebari et al., 2024). تقاضا برای زعفران در سراسر جهان به‌دلیل نقش قابل‌توجه آن به‌عنوان مکمل غذایی، خواص دارویی و لوازم آرایشی در حال افزایش است (Cardone et al., 2020; Yaqubi et al., 2024). به‌خوبی شناخته شده است که عصاره زعفران و اجزای زیست فعال آن (کروسین و سافرانال) فعالیت ضد میکروبی قوی در برابر باکتری‌های بیماری‌زای مواد غذایی دارند (Wali et al., 2020; Zara et al., 2021).

اخیراً خواص ضد باکتریایی کلاله زعفران و عصاره سرگل را در برابر سویه‌های استافیلوکوکوس اورئوس و استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس آزمایش شده است (Bellachioma et al., 2022). بر اساس مطالعات اخیر، اعتقاد بر این است که زعفران به‌عنوان یک داروی گیاهی دارای اثرات ضد اسپاسم، ضد سرطان، ضد فشارخون، ضد کولینرژیک، ضد انعقاد، ضد افسردگی، ضدعفونی‌کننده و ضد تشنج است (Seyedi-Sahebari et al., 2024). شواهد همچنین اثرات مثبت این ادویه ارزشمند را در بهبود اضطراب، افسردگی، اختلالات مربوط به حافظه و یادگیری مانند بیماری آلزایمر (AD) ثابت کرده است (Marzabadi et al., 2022; Sanaie et al., 2023). علاوه بر این، مطالعات بالینی تأثیر بالقوه زعفران و فرآورده‌های آن را در کاهش بیش‌فعالی حرکتی، رفتارهای کلیشه‌ای و آتاکسی، بهبود بیش‌فعالی ناشی از مورفین، کاهش فشارخون، تقویت یادگیری و حافظه و همچنین ضد AD، ضد اسکیزوفرنی، ضد پارکینسون و محافظت‌کننده عصبی را نشان داده‌اند (Seyedi-Sahebari et al., 2024). از طرفی زعفران به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی، غیر سیتوتوکسیک، ضدالتهابی و خواص در پیشگیری از دیابت، چاقی و اثرات دارویی، به‌عنوان یک ماده کاربردی امیدوارکننده برای بسته‌بندی فعال ظاهر شده است (Ezati et al., 2023).

از میان ۱۵۰ ترکیب مختلف موجود در زعفران، کروستین، کروسین، سافرانال و پیروکروسین مهم‌ترین اجزای شناخته‌شده می‌باشند (Rezvani Mighaddam et al., 2016). این اجزا با مهار بازجذب دوپامین و نوراپی نفرین، به‌عنوان آگونیست GABA-α و آنتاگونیست گیرنده NMDA نقش دارند (Seyedi-Sahebari et al., 2024). همچنین مواد فعال دارویی اصلی موجود در زعفران، سافرانال (به‌عنوان جزء اصلی اسانس)، پیروکروسین (پیش ساز مونوترپن گلیکوزید سافرانال) و کاروتنوئیدهای کروستین و گلیکوزید آن، کروسین می‌باشند (Pedro de Padua et al., 2023). ترکیبات اصلی زعفران شامل کربوهیدرات‌ها (۶۳ ٪)، پروتئین‌ها (۱۲ ٪)، آب (۱۰ ٪)، چربی‌ها (۵ ٪)، مواد معدنی (۵ ٪) و سایر ترکیبات مانند ویتامین‌ها، پکتین و صمغ است. تفال و کلاله دو قسمت اصلی

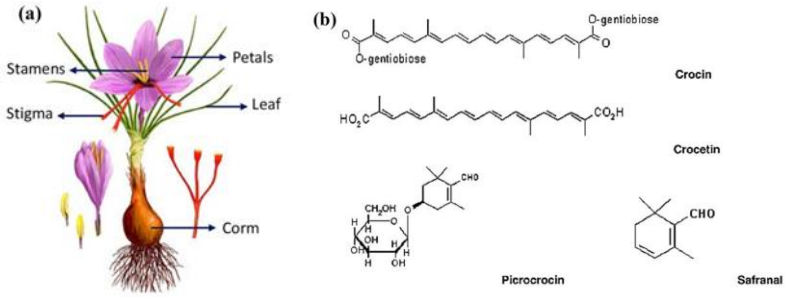
می‌باشند که بیشتر گیاه زعفران را تشکیل می‌دهند (شکل ۱-الف). گل‌های زعفران معمولاً دارای شش گلبرگ بنفش کم‌رنگ، سه بساک و کلاله‌های سه‌گانه به طول ۲ تا ۳ سانتی‌متر می‌باشند. قسمت‌های نر گل زعفران، برچه‌های زردرنگ می‌باشند، درحالی‌که قسمت‌های ماده گل، شامل کلاله، خامه، تخمدان و دمگل می‌باشند (Kothari et al., 2021).

کروسین $C_{44}H_{70}O_{28}$ که حدود ۸۰ درصد رنگ‌دانه زعفران را تشکیل می‌دهد، با رنگ متمایز طلایی یا زرد متمایل به قرمز روشن مشخص می‌گردد (Ezati et al., 2023). به‌دلیل پایداری محدود، عملکرد کروسین به دنبال مواجهه با گرما، نور و شرایط اسیدی به خطر می‌افتد. همچنین، فراهمی زیستی کم و زمان ماند کوتاه آن می‌تواند تحویل موضعی کارآمد آن را محدود کند (Rekabi et al., 2024).

کروستین ($C_{20}H_{24}O_4$)، یک کاروتنوئید چربی‌دوست مهم از نظر پزشکی، دارای نقطه ذوب بالای ۲۸۵ درجه سانتی‌گراد است و با رنگ زعفران مرتبط است. درصد کمی (تقریباً ۶ ٪) کروستین به‌صورت آزاد یافت می‌شود، درحالی‌که بیشتر آن‌ها (۹۴ ٪) به‌صورت مولکول‌های گلیکوزیله وجود دارند. علاوه بر این، در میان سایر اجزای شیمیایی موجود در عصاره زعفران، کروستین دارای خواص مثبتی برای سلامتی مانند ضد افسردگی، آنتی‌اکسیدان، ضد سرطان و بهبود قلب و عروق است (Ezati et al., 2023).

پیکروکروسین ($C_{16}H_{26}O_7$) حدود ۳/۷ درصد از وزن خشک کلاله زعفران را تشکیل می‌دهد و با طعم تلخ ادویه مرتبط است. این ترکیب در *Crocus sativus* L.، تنها گونه خوراکی کروکوس یافت می‌شود. کروستین دی آلدئید حاصل اکسید شده و سپس برای تولید کروسین و پیروکروسین استری می‌شود. عموماً اعتقاد بر این است که طعم واقعی زعفران به دلیل پیروکروسین است (Kothari et al., 2021).

سافرانال ($C_{10}H_{14}O$)، یک ترکیب فرار اصلی در زعفران (تا ۷۰ درصد از کل مواد فرار)، در طی گلیکوزیل‌زدایی طبیعی پیروکروسین تولید می‌شود. سافرانال عمدتاً مسئول خواص معطر زعفران است و در کلاله زعفران تازه برداشت شده یافت نمی‌شود (Maggi et al., 2020). در طی مراحل خشک کردن و ذخیره‌سازی پیروکروسین پس از برداشت با کم‌آبی (گرمایش مخلوط با یک عمل آنزیمی) ایجاد می‌شود. شکل (۱-ب) ارتباط بین سافرانال و سایر ترکیبات مهم زعفران را نشان می‌دهد. سافرانال در ۳۳۰ نانومتر، بالاترین جذب را دارد. در حال حاضر، روش‌های کروماتوگرافی دفعی-گاز اسپکتروفتومتری و حرارتی برای تعیین کمیت مقادیر و غلظت سافرانال استفاده می‌شود (Kothari et al., 2021). از بین ۱۶۰ ترکیب فرار شناخته‌شده در زعفران، سافرانال تقریباً ۷۰-۳۰ درصد اسانس و ۰/۰۰۶-۰/۰۰۱ درصد ماده خشک را تشکیل می‌دهد (Spence, 2023).



شکل ۱- الف) مورفولوژی و (ب) ترکیبات اصلی گل زعفران

Figure 1- a) Morphology and b) the main compounds of Saffron (Ezati et al., 2023).

برای اینکه تولیدکنندگان بتوانند زعفران را با کیفیت بالاتر و استقبال بیشتر مشتری صادر کنند، باید ماندگاری آن را افزایش داده، از افت کیفیت در حین نگهداری جلوگیری کنند و کیفیت ارگانولپتیک آن را حفظ کنند (Jafari et al., 2018). زعفران به دلیل ویژگی‌های متمایز خود گزینه‌ای قوی برای استفاده در مواد کامپوزیتی، فناوری پاک و کاربردهای زیست‌محیطی است (Alizadeh-Sani et al., 2021). علاوه بر این، مردم تمایل بیشتری به استفاده از مواد پوششی سازگار با محیطزیست حاوی مواد طبیعی بدون آلودگی محیطزیست دارند. نمونه‌های زعفران را می‌توان با ترکیبی از پلیمرهای زیستی برای حفظ اجزای ضروری و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه پوشش داد. در این رابطه جعفری و همکاران (Jafari et al., 2018) نشان داد که پوشش با ترکیب مالتودکسترین و نانوسلولز می‌تواند حفظ کروسین را به حداکثر برساند. در کنار ارزش بالای اقتصادی محصول، باید اشاره کرد بیشترین تقلبات در طول تاریخ در بین ادویه‌های جهان مربوط به زعفران می‌باشد (Predieri et al., 2021).

اکثر زعفران (حدود ۸۰ تا ۹۴ درصد) در ایران و به‌طور ویژه در استان‌های خراسان رضوی، خراسان جنوبی و فارس کشت می‌شود (Tosan et al., 2016; Feizi et al., 2015). پس از ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده جهانی زعفران (با بیش از ۱۶۰ تن در سال) (Khilare et al., 2019)، افغانستان (ولسوالی پشتون زرغون)، یونان (مقدونیه غربی)، مراکش (مراکش و شرق تارودانت)، اسپانیا (کاستیله–لامانچا، به‌عنوان دومین تولیدکننده عمدهٔ جهان در حال حاضر)، و ایتالیا (ساردنیا، آبروزو) نیز در تولید جهانی زعفران مشارکت دارند (Ruggieri et al., 2023). همچنین بزرگ‌ترین واردکنندگان زعفران در حال حاضر اسپانیا، هنگ کنگ و ایالات متحده می‌باشند (Avila-Sosa et al., 2022).

بررسی پژوهش‌ها، تحقیقات دانشگاهی، فناوری‌ها و ویژگی‌های کمی و ویژگی‌های نوآوری به‌عنوان علم‌سنجی شناخته می‌شود (Tosan et al., 2023). درواقع ارزیابی آماری انتشارات، مانند کتاب‌ها، مجلات، یا سایر انواع مطالعات، کانون توجه علم‌سنجی است؛ رشته‌ای از علم که به «بیبلیومتریک» معروف است (Kemeç & Altınay, 2023). مطالعه حاضر تجزیه و تحلیل بیبلیومتریک را برای بررسی تحقیقات در مورد زعفران در دورهٔ ۲۰۲۳–۲۰۰۰ انجام داده است که شامل مقالات منتشرشده پیرامون زعفران در پایگاه داده WoS است. این مطالعه از Bibliometrix، یک بسته R با یک رابط مبتنی بر وب، Biblioshiny و VOSviewer برای تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی استفاده می‌کند (Moral-Muñoz et al., 2020; Ahmi, 2022). روش‌های علم‌سنجی از رویکرد کمی برای شناسایی، ارزیابی و نظارت بر مطالعات پژوهشی منتشرشده استفاده می‌کنند. این روش‌ها پتانسیل ارائه یک فرآیند بررسی سیستماتیک، شفاف و قابل تکرار را دارند و درنتیجه کیفیت بررسی‌ها را بهبود می‌بخشند (Kemeç & Altınay, 2023). بنابراین، مطالعات علم‌سنجی که به درستی انجام شده باشند، می‌تواند پایه‌های محکمی را برای پیشرفت یک رشته به روش‌های جدید و قابل‌توجهی ایجاد کند، یک نگاه کلی به محققان ارائه می‌دهد و نظرات آن‌ها را تقویت می‌نماید، شکاف‌های دانش را شناسایی کرده و نیز ایده‌های جدیدی را برای تحقیق استخراج می‌نماید (Donthu et al., 2021). با توجه به توضیحات ارائه شده و نظر به آن‌که در سال‌های اخیر علاوه بر توسعهٔ تحقیقات پیرامون اثرات متعدد دارویی گیاه زعفران و از طرفی با توجه به کاهش تولید آن، انجام یک تحلیل بیبلیومتریک از انتشارات مذکور، این پتانسیل را دارد که بینش‌هایی در زمینه‌های مورد علاقه فعلی و روندهای بالقوه برای تحقیقات آینده به دست دهد. هدف از این پژوهش،

شناسایی موضوعات تحقیقاتی پیرامون زعفران در پایگاه WoS طی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ است که با بهره‌مندی از فنون علم‌سنجی انجام شد. WOS از مقبولیت گسترده‌ای در میان محققان برخوردار است و ثابت کرده است که در تحقیقات اخیر ابزار ارزشمندی برای انجام تحلیل علم‌سنجی است (Rasera et al., 2023). این پایگاه در میان پرکاربردترین پایگاه‌های اطلاعاتی در تحقیقات آکادمیک و کتاب‌سنجی قرار دارد و بازیابی سوابق استنادی کامل را با افزودن‌های جدید به‌طور مداوم به‌روزرسانی می‌کند (AlRyalat et al., 2019). پژوهش حاضر می‌تواند به مؤسسات تحقیقاتی و پژوهشگران کمک کند تا وضعیت فعلی تحقیقات پیرامون زعفران را به‌طور کامل درک نمایند؛ از طرفی ارزش‌های هنجاری را در مورد زعفران برای تجسم، مطالعه و کاربردهای آتی فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش یک تحلیل کتاب‌سنجی برای بررسی الگوهای انتشار، کشورهای برجسته، مجلات تأثیرگذار و نویسندگان برجسته درزمینهٔ زعفران انجام شد. این روش یک نمای کلی علمی جامع از نویسندگان، کشورها، مؤسسات، کلمات کلیدی، همکاری‌ها و موارد دیگر را ارائه می‌کند که به بدنه جهانی دانش کمک می‌کند (Ahmad et al., 2021). پایگاه‌های اطلاعاتی مختلفی وجود دارد که منابع را فهرست‌بندی و استناد می‌کند و مجلات، کتاب‌ها، بررسی‌ها و مجموعه مقالات کنفرانس را در بر می‌گیرد. هر پایگاه داده رویکرد منحصربه‌فرد خود، تمرکز اولیه و منطقه مورد تأکید خود را دارد. برای تجزیه و تحلیل علم‌سنجی خود در مورد تحقیقات زعفران، از مجموعه‌های اصلی Web of Science که از طریق پایگاه داده Web of Science (WOS) قابل دسترسی است (https://www.webofscience.com/WOS) استفاده شد.

برای به دست آوردن داده‌های علم‌سنجی مربوط به زعفران، یک جستجو در پایگاه استنادی WOS اجرا شد. پارامترهای جستجو شامل بازه زمانی ۱ ژانویه ۲۰۰۰ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۲۳ بود و به‌طور خاص قسمت "موضوع" را در قسمت جستجوی WOS هدف قرار می‌داد. جستجوی مورد استفاده «زعفران» بود. پس از آن، در مجموع ۳۹۳۶ سند علمی شناسایی و برای تجزیه و تحلیل بیشتر انتخاب شدند. این نشریات، که شامل سوابق کامل است، سپس استخراج و برای تجزیه و تحلیل بعدی ذخیره شدند. استخراج و ذخیره داده‌ها در ۲ فوریه ۲۰۲۴ برای کاهش اختلافات احتمالی ناشی از به‌روزرسانی روزانه پایگاه داده انجام شد.

Biblioshiny، یک برنامه نرم‌افزار آماری، برای داده‌کاوی در علم‌سنجی برای تعیین فراوانی وقوع همزمان کلمات کلیدی در دو مقاله علمی به‌منظور ساده‌سازی پیوندهای شبکه کلیدواژه پیچیده استفاده شد (Farooq, 2024). برای استخراج الگوهای دیگر، در این بررسی از VOSviewer برای ارائه جزئیات جامع در تحقیقات مبتنی بر زعفران استفاده شد. نرم‌افزار VOSViewer که برای تولید و تجسم نقشه‌های علم‌سنجی ایجاد شده است، برای مطالعه نقشه انتشارات بین‌المللی استفاده شد، این گزینه را برای خوانندگان فراهم می‌کند تا با استفاده از یک تابع متن‌کاوی هنگام نقل قول از مقاله یا مشکل، یک شبکه یا رابطه را توسعه و تجسم کنند (Rasera et al., 2023). نقشه‌های گرافیکی Bibliometrics می‌تواند اطلاعات خاصی را با استفاده از VOSViewer ارائه و نمایش دهند. محققان به‌راحتی می‌توانند با نمایش یک نقشه علم‌سنجی عظیم، یک رابطه را تفسیر کنند، و اخیراً این نرم‌افزار به‌طور گسترده در مطالعات علم‌سنجی مورد استفاده قرار گرفته است.

در این مطالعه از Biblioshiny و VOSviewer نسخه ۱،۶،۲۰ برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از ۳۹۳۶ سند به‌دست‌آمده از طریق جستجو در پایگاه داده WOS استفاده شد. این اسناد به‌عنوان یک فایل محدودشده از پایگاه

داده WOS استخراج شد. برخی از وظایف اولیه، مانند کاوش الگوهای انتشار، با استفاده از خود پایگاه داده WOS انجام شد. علاوه بر این، از این نرم‌افزارها برای استخراج کلمات کلیدی با بسامد بالا در این زمینه مطالعاتی استفاده شد. این نقشه‌ها از شبکه‌ای از گره‌ها و پیوندها تشکیل شده‌اند که در آن، گره‌ها نهادهایی مانند کشورها، مؤسسات، نویسندگان و کلمات کلیدی را نشان می‌دهند. اندازه گره‌ها با فرکانس عددی آن‌ها مطابقت دارد، درحالی‌که پیوندهای بین گره‌ها روابط را نشان می‌دهد. خطوط ضخیم‌تر نشان‌دهنده ارتباط قوی‌تر است.

نتایج و بحث

خروجی انتشارات

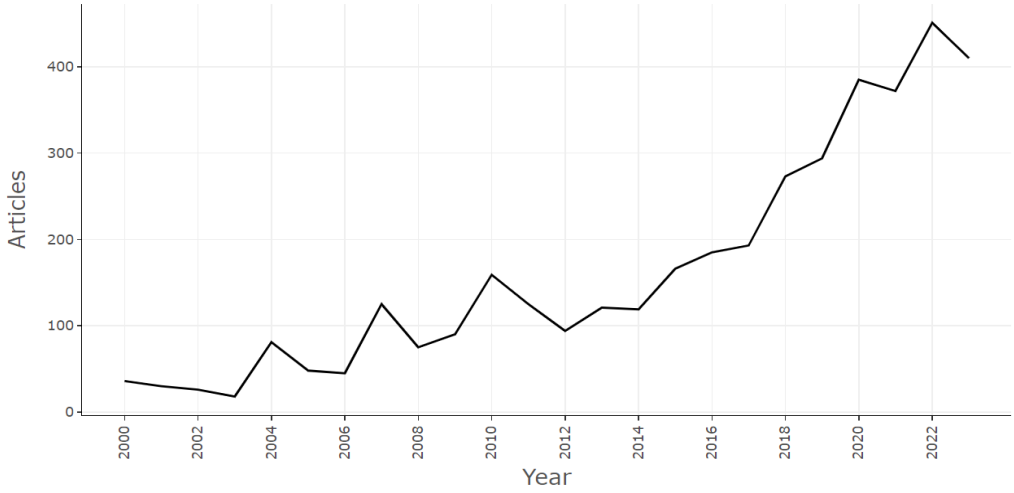
از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳، مجموعاً ۳۹۳۶ نشریه مربوط به زعفران در پایگاه داده WOS شناسایی شد که شامل ۳۰۰۵ (۷۲/۸۱٪) مقاله تحقیقاتی اصلی، ۳۶۰ (۸/۷۲٪) مقاله مروری، ۲۹۶ (۷/۱۷٪) مقاله کنفرانسی، ۱۶۶ (۴/۰۲٪) چکیده مبسوط[۱] و سایر اشکال انتشار، ازجمله فصول کتاب، سرمقاله، و غیره می‌باشد. نتایج Biblioshiny نشان می‌دهد تعداد اسناد از سال ۲۰۰۶ شروع به افزایش کرده است (شکل ۱). در این میان، بیشترین تعداد مقاله (۴۵۰) در سال ۲۰۲۲ منتشر شد و پس از آن ۴۰۵ انتشار در سال ۲۰۲۰ منتشر شد. این نشان‌دهنده توجه روزافزون دانشمندان در سراسر جهان به زعفران است. تقریباً کلیهٔ انتشارات ۳۸۸۲ معادل ۹۸/۶۳ درصد به زبان انگلیسی نوشته شده است، پس از آن آلمانی (۱۳)، پرتقالی (۱۰)، اسپانیایی (۱۰)، چینی (۶)، فرانسوی (۵)، روسی (۵) و غیره بودند. از بین تمامی مقالات، ۱۲۸۷ مقاله (۳۲/۷٪) دارای دسترسی آزاد بودند. از نظر موضوعی، ترکیب انتشارات شامل علوم پزشکی و زیست‌پزشکی (۴۳/۶۶٪)، کشاورزی و منابع طبیعی (۳۲/۶۹٪)، مهندسی شیمی و مواد (۱۱/۴۴٪)، علوم پایه (۷/۳۵٪)، مهندسی و فناوری اطلاعات (۲/۲۷٪) و سایر (۲/۵۶٪) بود (شکل ۲). همچنین در شکل ۳، بر اساس طبقه‌بندی موضوعی WoS ترکیب انتشارات را نشان می‌دهد.

تحلیل کلمات کلیدی

شکل ۴ یک شبکه تصویری از کلمات کلیدی است که با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer با فرکانس بیش از ۱۰ است. این شبکه به ۶ خوشه تقسیم شده و در رنگ‌های مختلف نشان داده شده است. برای بزرگ‌ترین خوشه که به رنگ قرمز نمایش داده می‌شود، کلمات کلیدی مانند شناسایی، پیکروکروسین، آنتی‌اکسیدان، کروسین، کروماتوگرافی مایعی کارا، اجزای تشکیل‌دهنده، کنترل کیفیت و غیره گنجانده شده است.

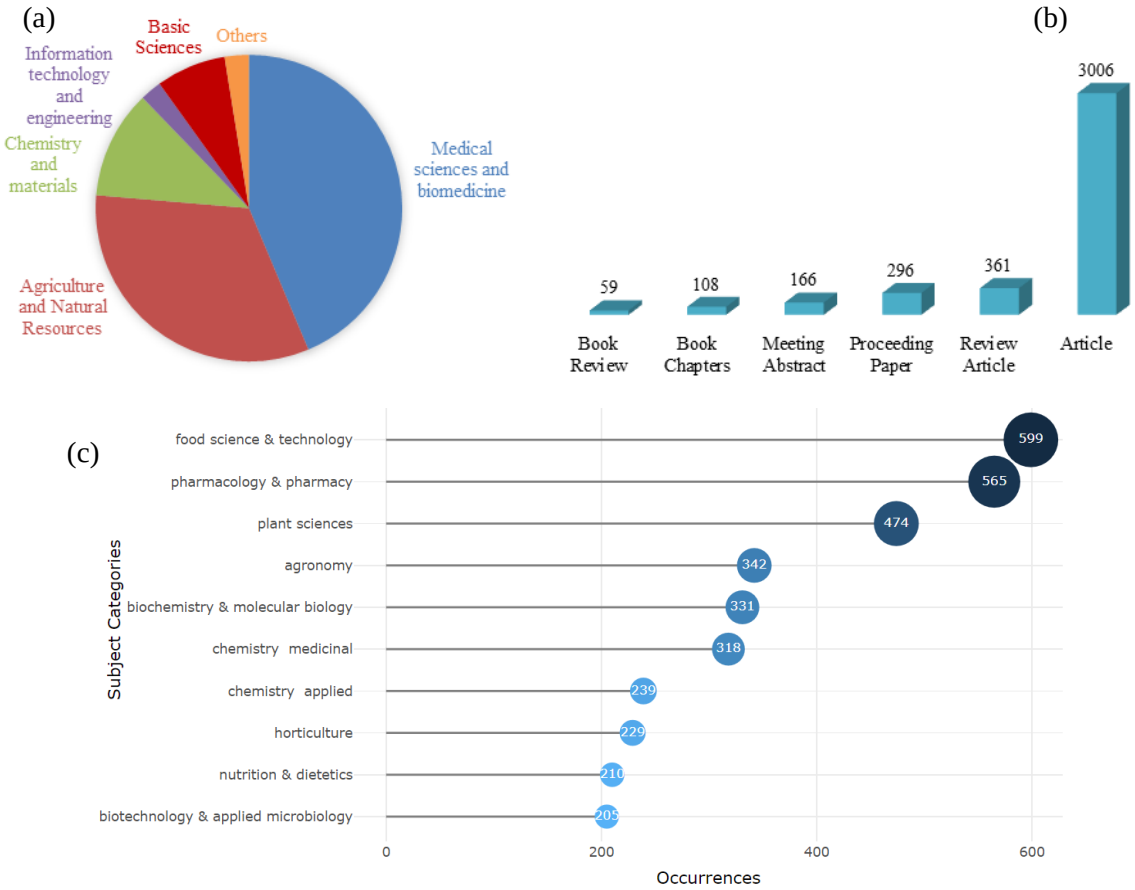
تحلیل شبکه هم‌روی کلمات کلیدی، که در آن کلیدواژه‌ها با دایره‌های رنگی برچسب‌گذاری شده‌اند و اندازه آن‌ها با ظاهر کلمات در عناوین و چکیده‌های نشریات همبستگی دارد (به‌عنوان مثال، هر چه اندازه متن و دایره بیشتر باشد نشان‌دهندهٔ وقوع بیشتر آن کلمه کلیدی است). این امکان را فراهم می‌کند که درک کنیم که کلمات کلیدی با بیشترین فراوانی عبارت‌اند از: (الف) "کروسین" (۶۱۸)، (ب) "عصاره زعفران" (۴۵۱)، (پ) "تنش اکسیداتیو" (۴۳۴)؛ (ت) "کروستین" (۴۳۳)؛ (ث) "آنتی‌اکسیدان" (۲۹۳)؛ (ج) "سافرانال" (۲۵۰)؛ (چ) «اجزای تشکیل‌دهنده» (۲۲۳)؛ (ح) "شناسایی" (۲۱۶)؛ (خ) « آزمایش کور» (۲۱۳)؛ (د) «پیکروکروسین» (۲۰۱۳)؛ (ذ) "محیط مصنوعی" (۲۰۸)؛ (ر) «آپوپتوز» (۲۰۲)؛ (ز) "رشد" (۱۸۰). علاوه بر این، امکان شناسایی ۹ خوشه کلیدواژه نیز وجود داشت. علاوه بر این، دو کلمه کلیدی «کروسین» و «استخراج زعفران» دارای بیشترین قدرت پیوند تجمعی (۴۵۵۹ و ۳۳۴۵) بودند. در شکل ۵ ابر کلمات کلیدی تحقیقات منتشرشده پیرامون زعفران در WoS نشان داده شده است.

۱- Meeting Abstract



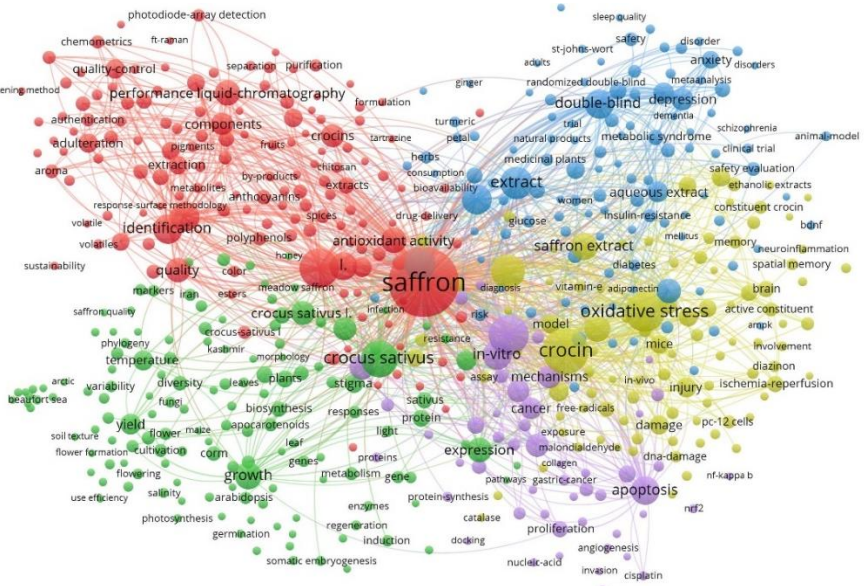
شکل ۲ – بر اساس تعداد تحقیقات سالانه چاپ‌شده درزمینهٔ زعفران از سال ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۳

Figure 2- Based on the number of annual research published in the field of saffron from 2000 to 2023.



شکل ۳– (الف) نوع و تعداد اسناد منتشرشده در زمینهٔ زعفران در بازه زمانی ۲۰۲۳–۲۰۰۰، (ب) دسته‌بندی موضوعی اسناد چاپ‌شده پیرامون زعفران در علوم مختلف، (پ) ۱۰ دسته موضوعی برتر اسناد چاپ‌شده پیرامون زعفران بر اساس طبقه‌بندی WoS

Figure 3- (a) Type and number of documents published in the field of saffron in the period 2000-2023, (b) Thematic classification of documents published about saffron in different sciences, (c) Thematic classification of documents published about saffron based on WoS classification.

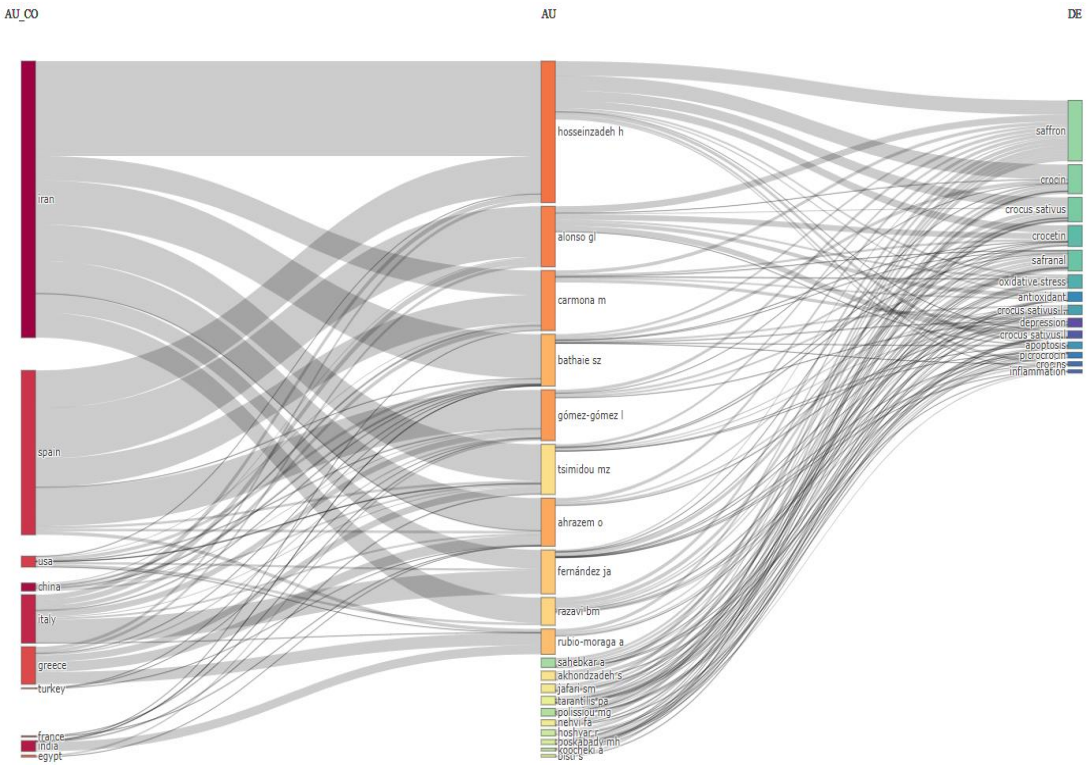


شکل ٤- تحلیل علم‌سنجی کلمهٔ کلیدی زعفران در انتشارات. بزرگی حلقه‌ها نشان‌دهنده بسامد وقوع آن‌هاست. خطوط به‌هم‌پیوسته‌ای که حلقه‌ها را به هم متصل می‌کنند نشان‌دهنده هم‌زمانی آن‌ها در همان نشریه است. با افزایش فراوانی دو کلمه کلیدی که باهم ظاهر می‌شوند، فاصله بین حلقه‌های مربوطه به نسبت کاهش می‌یابد.

Figure 4- Bibliometric analysis of Saffron keywords in publications. The magnitude of rings denotes their occurrence frequency. The interlinking lines that connect the rings serve to denote their co-occurrence within the same publication. As the frequency of two given keywords appearing together increases, the distance between the corresponding rings decreases proportionally.

شکل ٥- ابر کلمه پرکاربردترین کلمات کلیدی در تحقیقات مبتنی بر زعفران

Figure 5- Word cloud of the most frequently used keywords in Saffron based research.



شکل ٦- رابطه یافت شده در تحقیقات مبتنی بر زعفران بین کشورها، نویسندگان و کلمات کلیدی

Figure 6- Relationship found in Saffron based research between countries, authors, and keywords.

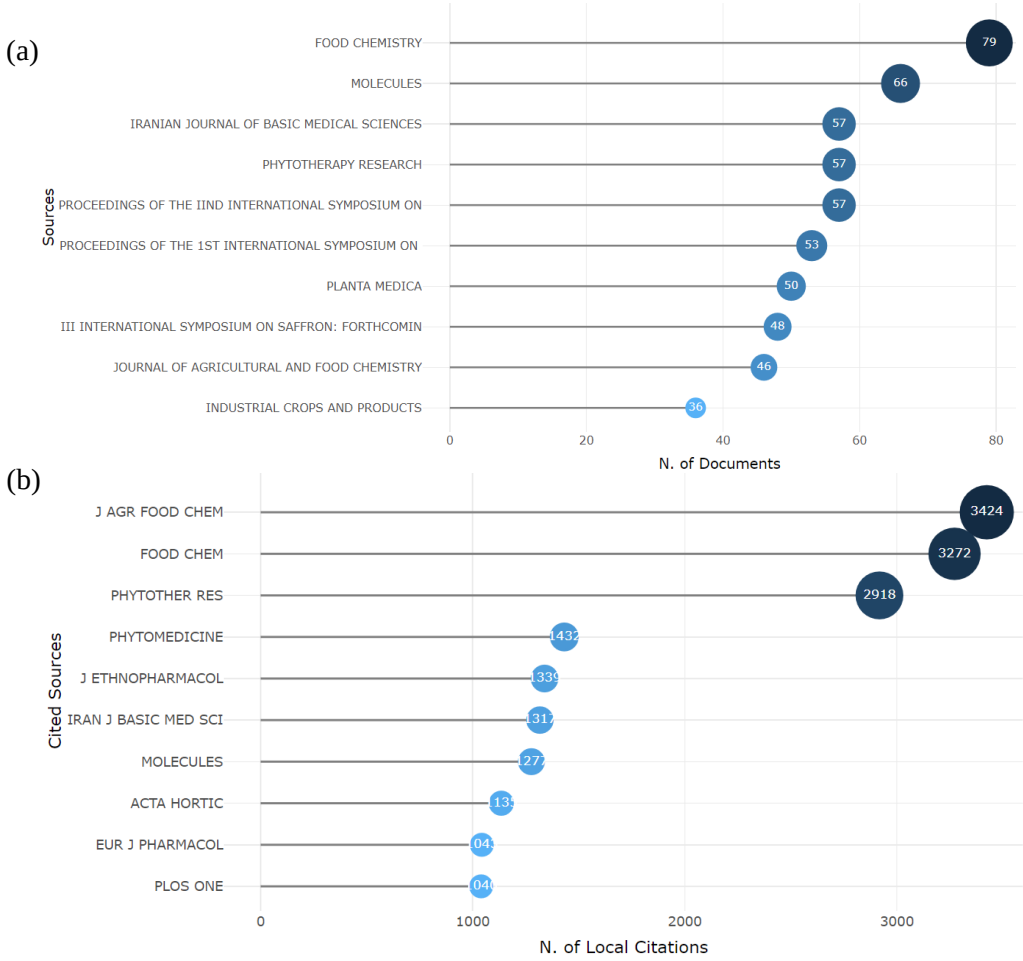
بر اساس شکل ۶، کشورهای ایران، اسپانیا، ایتالیا و یونان بیشترین تولیدات علمی را در حوزه زعفران داشته‌اند، علاوه بر این اکثر مطالعات ایران در حوزه کروسین و کروستین متمرکز شده‌اند که این مطالعات توسط بسیاری از محققان هدایت شده است.

تحلیل استنادها و انتشارات

جدول ۱ پنجاه مقاله پر استناد مربوط به زعفران را نشان می‌دهد. بیشتر مقالات پژوهش محور بوده و تعدادی از آن‌ها مقالات مروری بودند. میانگین تعداد استنادها در ۵۰ مقاله دانشگاهی پراستناد ۲۳۲ بود. مقاله "توسعه و به‌کارگیری پایگاه داده پیرامون تقلب در مواد غذایی و تقلب با انگیزه اقتصادی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰" که در سال ۲۰۱۲ در انتشارات WILEY منتشر شده است، بیشترین استناد (۵۲۹) را دریافت کرد. مطالعات زعفران در ۲۰۰ مجله منتشر شده است که ۱۳۰ مورد از آن‌ها بیش از پنج مقاله منتشر کرده‌اند. ده مجله برتر درمجموع ۷۲۹ مقاله منتشر کردند که ۱۸/۵ درصد از مقالات را به خود اختصاص دادند. مجله Acta Horticulturae با مجموع ۲۱۶ مقاله به بالاترین رتبه دست‌یافت که ۵/۵ درصد از کل انتشارات را به خود اختصاص داده است.

از طرفی ۱۰ مجله با مرتبط‌ترین انتشارات مربوط به زعفران بر اساس تحلیل Biblioshiny در شکل ۷ (الف) نشان داده شده است. تحلیل علم‌سنجی زعفران برای ۲۰۲۳-۲۰۰۰ نشریه Food Chemistry را با بیشترین تعداد مقالات کاملاً مرتبط (۷۹) شناسایی کرد و پس از آن Molecules و مجله علوم پایه پزشکی ایران قرار دارند. شکل ۷ (ب) نیز ۱۰ مجله برتر استناد شده را بر اساس استنادات محلی Biblioshiny نشان می‌دهد که تحقیقاتی را در مورد زعفران منتشر کرده‌اند. تحلیل علم‌سنجی، Journal of Agricultural and Food Chemistry انجمن شیمی امریکا را بانفوذترین مجله در حوزهٔ زعفران در سراسر جهان معرفی کرد. مجلات بریتانیایی Food

Chemistry و Phytotherapy Research نیز به‌عنوان دومین و سومین مجله پر ارجاع شناخته شد. شایان ذکر است استنادات سایر مجلات با اختلافی بسیار زیاد نسبت به این نشریات بود.



شکل ۷- فعال‌ترین مجلات، شامل (الف) ده مجله برتر با بیشترین مقالات منتشرشده درزمینهٔ زعفران و (ب) ده مجله برتر با پراستنادترین مقالات درزمینهٔ زعفران براساس استناد محلی (TLCS). (TLCS(امتیاز کل استناد محلی) - چند بار مقالات نویسنده موجود در این مجموعه توسط مقالات دیگر نیز در مجموعه استناد شده است)

Figure 7- The most active journals, including (a) the top ten journals with the most published articles on saffron and (b) the top ten journals with the most cited articles on saffron based on local citations (TLCS). (TLCS (Total Local Citation Score) - how many times the author's articles in this collection have been cited by other articles in the collection).

درمجموع ۱۲۲۲۶ نویسنده ۳۹۳۶ مقاله تحقیقاتی را پیرامون زعفران منتشر کردند. حسین‌زاده، ح. با ۱۱۵ مقاله (ارزش نسبی ۳۳/۸۷) سازنده‌ترین نویسنده و پس از آن Alonso GL. (با ارزش نسبی ۱۴/۹۰) و Carmona M (با ارزش نسبی ۹/۸۴) قرار داشتند. نویسندگان مرتبط برتر در شکل ۸ نشان داده شده‌اند. شکل ۹ یک نمایش تصویری با تولید نقشه choropleth ارائه می‌دهد که منعکس‌کننده همکاری‌های کشورها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ است. همکاری‌های برجسته‌ای بین ایران با کشورهایی همچون چین، بریتانیا، استرالیا و آمریکا مشهود بود. روابط قابل‌توجهی نیز بین پژوهشگران کشورهای چین، امریکا و کانادا وجود داشت.

مطالعه خروجی انتشارات در رابطه با کشورهای نویسندگان مربوطه و مشارکت فعال در تحقیقات مبتنی بر زعفران در شکل ۱۰ نشان داده شده است، ایران با ۱۰۱۵ انتشارات تک کشوری

(SCP)، ۱۵۵ انتشـــارات چنـــد کشـــوری (MCP) و بـــالاترین فراوانی، ۰/۲۹۷، در صدر قرار داشت. چین و امریکا نیز بـه‌ترتیب با ۳۵۰ و ۳۱۰ انتشارات چندکشوری و فراوانـی ۰/۱۰۲ و ۰/۰۸۶ در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

جدول ۱- ۵۰ مقاله با حداکثر تعداد استناد مربوط به زعفران بر اساس Web of Science

Table 1- 50 articles with the maximum number of citations related to saffron based on Web of Science

Rank رتبه	Article title عنوان مقاله	Document type نوع سند علمی	Journal مجله	Country of the corresponding author کشور نویسنده مسئول	Times cited تعداد ارجاع	Publisher انتشارات	Publication year سال نشر
1	Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010	Article	JOURNAL OF FOOD SCIENCE	USA	530	WILEY	2012
2	Curcumin, the golden spice from Indian saffron, Is a chemosensitizer and radiosensitizer for tumors and chemoprotector and radioprotector for normal organs	Article	NUTRITION AND CANCER-AN INTERNATIONAL JOURNAL	USA	406	LAWRENCE ERLBAUM ASSOC INC-TAYLOR & FRANCIS	2010
3	Radical scavenging activity of *Crocus sativus* L. extract and its bioactive constituents	Article	PHYTOTHERAPY RESEARCH	Greece	352	WILEY	2005
4	Cancer chemopreventive and tumoricidal properties of saffron (*Crocus sativus* L.)	Review	EXPERIMENTAL BIOLOGY AND MEDICINE	Mexico	353	SAGE PUBLICATIONS LTD	2002
5	Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials	Review	CANCER DETECTION AND PREVENTION	Mexico	348	ELSEVIER SCI LTD	2004
6	Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays	Article	MOLECULAR NUTRITION & FOOD RESEARCH	Italy	325	WILEY	2006
7	Anti-inflammatory effects of crocin and crocetin in rat brain microglial cells	Article	EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACOLOGY	South Korea	315	ELSEVIER	2010
8	Bioactivity assessment and toxicity of crocin: A comprehensive review	Review	FOOD AND CHEMICAL TOXICOLOGY	Iran	307	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	2014
9	Improving the bioavailability of phenolic compounds by loading them within lipid-based nanocarriers	Review	TRENDS IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	Iran	278	ELSEVIER SCIENCE LONDON	2018
10	Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices	Review	CURRENT MEDICINAL CHEMISTRY	USA	313	BENTHAM SCIENCE PUBL LTD	2004
11	Inhibitory activity on amyloid-β aggregation and antioxidant properties of *Crocus sativus* stigmas extract and its crocin constituents	Article	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY	Greece	275	AMER CHEMICAL SOC	2006
12	Raman spectra of carotenoids in natural products	Article; Proceedings Paper	SPECTROCHIMICA ACTA PART A-MOLECULAR AND BIOMOLECULAR SPECTROSCOPY	England	255	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	2003
13	Oxidative remodeling of chromoplast carotenoids:: Identification of the carotenoid dioxygenase CsCCD and CsZCD genes involved in crocus secondary metabolite biogenesis	Article	PLANT CELL	France	292	AMER SOC PLANT BIOLOGISTS	2003
14	Saffron-renewed interest in an ancient spice	Review	FOOD REVIEWS INTERNATIONAL	Germany	248	MARCEL DEKKER INC	2000
15	Application of maltodextrin and gum Arabic in microencapsulation of saffron petal's anthocyanins and evaluating their storage stability and color	Article	CARBOHYDRATE POLYMERS	Iran	228	ELSEVIER SCI LTD	2014
16	Crocetin esters, picrocrocin and its related compounds present in *Crocus sativus* stigmas and Gardenia jasminoides fruits.: Tentative identification of seven new compounds by LC-ESI-MS	Article	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY	Spain	231	AMER CHEMICAL SOC	2006
17	Anxiolytic and Hypnotic Effect of *Crocus sativus* Aqueous Extract and its Constituents, Crocin and Safranal, in Mice	Article	PHYTOTHERAPY RESEARCH	Iran	224	WILEY	2009

جدول ۱- ادامه

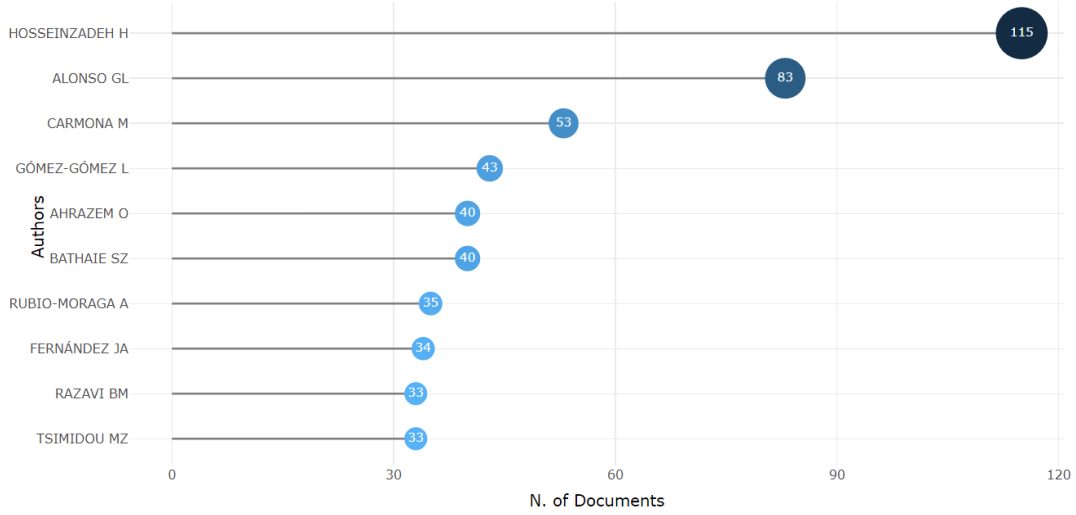
Table 1- Continued

Rank رتبه	Article title عنوان مقاله	Document type نوع سند علمی	Journal مجله	Country of the corresponding author کشور نویسنده مسئول	Times cited تعداد ارجاع	Publisher انتشارات	Publication year سال نشر
18	Cytosolic and plastoglobule-targeted carotenoid dioxygenases from *Crocus sativus* are both involved in β-ionone release	Article	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY	Spain	238	AMER SOC BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY INC	2008
19	Novel carotenoid cleavage dioxygenase catalyzes the first dedicated step in saffron crocin biosynthesis	Article	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	Italy	232	NATL ACAD SCIENCES	2014
20	Crocin prevents the death of rat pheochromyctoma (PC-12) cells by its antioxidant effects stronger than those of α-tocopherol	Article	NEUROSCIENCE LETTERS	Japan	217	ELSEVIER IRELAND LTD	2004
21	Safranal, a constituent of *Crocus sativus* (saffron), attenuated cerebral ischemia induced oxidative damage in rat hippocampus	Article	JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES	Iran	214	CANADIAN SOC PHARMACEUTICAL SCIENCES	2005
22	Effects of saffron extract and its constituent crocin on learning behaviour and long-term potentiation	Review	PHYTOTHERAPY RESEARCH	Japan	219	WILEY	2000
23	Protective effect of aqueous saffron extract (*Crocus sativus* L.) and crocin, its active constituent, on renal ischemia-reperfusion-induced oxidative damage in rats	Article	JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES	Iran	207	CANADIAN SOC PHARMACEUTICAL SCIENCES	2005
24	Protective effects of saffron extract and its active constituent crocin against oxidative stress and spatial learning and memory deficits induced by chronic stress in rats	Article	EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACOLOGY	Iran	213	ELSEVIER SCIENCE BV	2011
25	Spices for Prevention and Treatment of Cancers	Review	NUTRIENTS	China	202	MDPI	2016
26	Hydro-alcoholic extract of *Crocus sativus* L. versus fluoxetine in the treatment of mild to moderate depression:: a double-blind, randomized pilot trial	Article	JOURNAL OF ETHNOPHARMACOLOGY	Iran	207	ELSEVIER IRELAND LTD	2005
27	Effects of crocin on reperfusion-induced oxidative/nitrative injury to cerebral microvessels after global cerebral ischemia	Article	BRAIN RESEARCH	China	217	ELSEVIER	2007
28	New Applications and Mechanisms of Action of Saffron and its Important Ingredients	Review	CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION	Iran	197	TAYLOR & FRANCIS INC	2010
29	Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of saffron (*Crocus sativus* L.) wastages and its antibacterial activity against six bacteria	Article	ASIAN PACIFIC JOURNAL OF TROPICAL BIOMEDICINE	Iran	194	WOLTERS KLUWER MEDKNOW PUBLICATIONS	2017
30	*Crocus sativus* L. in the treatment of mild to moderate depression:: A double-blind, randomized and placebo-controlled trial	Article	PHYTOTHERAPY RESEARCH	Iran	198	WILEY	2005
31	Canadian network for mood and anxiety treatments (CANMAT) 2016 clinical guidelines for the management of adults with major depressive Disorder: Section 5. Complementary and alternative medicine treatments	Article	CANADIAN JOURNAL OF PSYCHIATRY-REVUE CANADIENNE DE PSYCHIATRIE	Canada	195	SAGE PUBLICATIONS INC	2016
32	Retention of saffron bioactive components by spray drying encapsulation using maltodextrin, gum Arabic and gelatin as wall materials	Article	FOOD HYDROCOLLOIDS	Iran	193	ELSEVIER SCI LTD	2015
33	Protective effects of carotenoids from saffron on neuronal injury in vitro and in vivo	Article	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-GENERAL SUBJECTS	Japan	192	ELSEVIER SCIENCE BV	2007

جدول ۱- ادامه

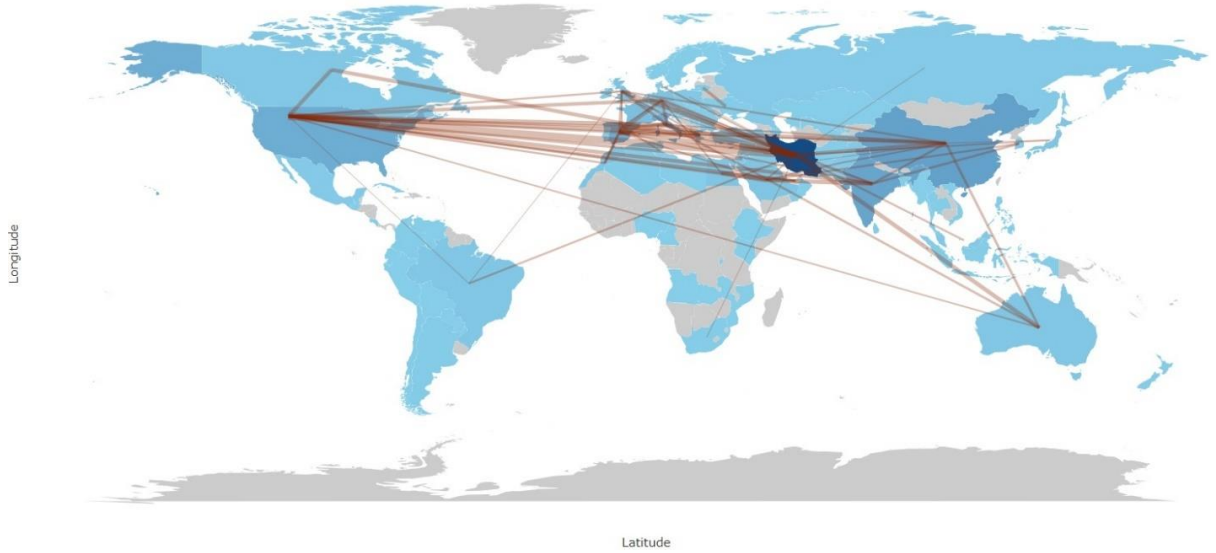
Table 1- Continued

Rank رتبه	Article title عنوان مقاله	Document type نوع سند علمی	Journal مجله	Country of the corresponding author کشور نویسنده مسئول	Times cited تعداد ارجاع	Publisher انتشارات	Publication year سال نشر
34	Precise molecular design of high-TC 3D prganic-inorganic perovskite ferroelectric: [MeHdabco]RbI3 (MeHdabco = N-Methyl-1,4-diazoniabicyclo[2.2.2]octane)	Article	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	China	182	AMER CHEMICAL SOC	2017
35	Pollen-food syndromes associated with weed pollinosis: an update from the molecular point of view	Review	ALLERGY	Austria	192	WILEY	2006
36	Nano-encapsulation of saffron extract through double-layered multiple emulsions of pectin and whey protein concentrate	Article	JOURNAL OF FOOD ENGINEERING	Iran	183	ELSEVIER SCI LTD	2015
37	Neuroprotective effect of crocin on acrylamide-induced cytotoxicity in PC12 cells	Article	CELLULAR AND MOLECULAR NEUROBIOLOGY	Iran	186	SPRINGER/PLENUM PUBLISHERS	2012
38	HPLC quantification of major active components from 11 different saffron (*Crocus sativus* L.) sources	Article	FOOD CHEMISTRY	Mexico	177	ELSEVIER SCI LTD	2007
39	Avicenna's (Ibn Sina) the canon of medicine and saffron (Crocus sativus): A review	Review	PHYTOTHERAPY RESEARCH	Iran	168	WILEY	2013
40	Neuroprotection by crocetin in a hemi-parkinsonian rat model	Article	PHARMACOLOGY BIOCHEMISTRY AND BEHAVIOR	India	180	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	2005
41	Saffron and natural carotenoids: Biochemical activities and anti-tumor effects	Review	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-REVIEWS ON CANCER	Iran	175	ELSEVIER	2014
42	Improvement of skin quality after fat grafting: Clinical observation and an animal study	Article; Proceedings Paper	PLASTIC AND RECONSTRUCTIVE SURGERY	France	176	LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS	2009
43	Quantification of saffron (*Crocus sativus* L.) metabolites crocins, picrocrocin and safranal for quality determination of the spice grown under different environmental Moroccan conditions	Article	SCIENTIA HORTICULTURAE	Morocco	172	ELSEVIER	2009
44	Evaluation of *Crocus sativus* L. stigma phenolic and flavonoid compounds and its antioxidant activity	Article	MOLECULES	Malaysia	173	MDPI	2010
45	Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives	Article	JOURNAL OF FOOD PROTECTION	Spain	180	INT ASSOC FOOD PROTECTION	2001
46	Effects of saffron (*Crocus sativus* L.) and its active constituent, crocin, on recognition and spatial memory after chronic cerebral Hypoperfusion in rats	Article	PHYTOTHERAPY RESEARCH	Iran	169	WILEY-BLACKWELL	2012
47	A 22-week, multicenter, randomized, double-blind controlled trial of *Crocus sativus* in the treatment of mild-to-moderate Alzheimer's disease	Article	PSYCHOPHARMACOLOGY	Iran	168	SPRINGER	2010
48	*Crocus sativus* L. (petal) in the treatment of mild-to-moderate depression:: A double-blind, randomized and placebo-controlled trial	Article	PHYTOMEDICINE	Iran	167	ELSEVIER GMBH	2006
49	Antioxidant potential of crocins and ethanol extracts of Gardenia jasminoides ELLIS and *Crocus sativus* L.:: A relationship investigation between antioxidant activity and crocin contents	Article	FOOD CHEMISTRY	China	169	ELSEVIER SCI LTD	2008
50	Saffron in the treatment of patients with mild to moderate Alzheimer's disease: a 16-week, randomized and placebo-controlled trial	Article	JOURNAL OF CLINICAL PHARMACY AND THERAPEUTICS	Iran	163	WILEY	2010



شکل ۸- برترین نویسندگان همکار در زمینهٔ زعفران

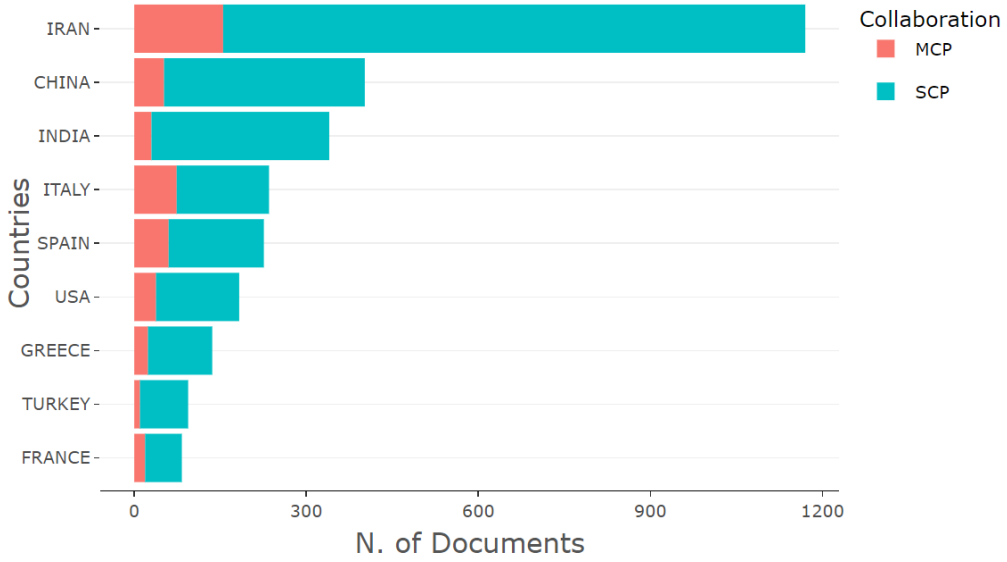
Figure 8- Top co-authors in the field of saffron.



شکل ۹- تحلیل پویا پیرامون میزان فعالیت هر کشور و همچنین میزان همکاری کشورها در زمینهٔ تحقیقات توسط نقشه choropleth

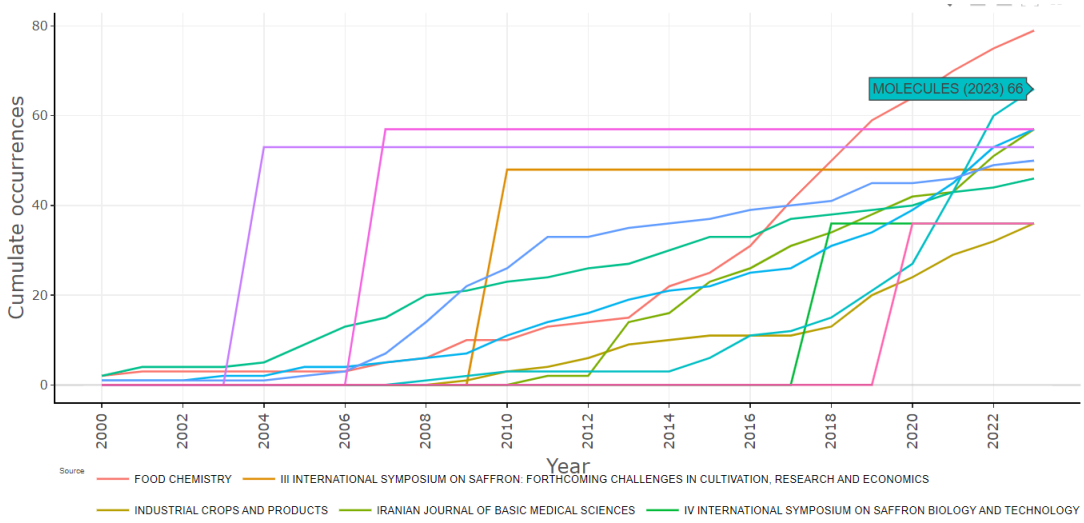
Figure 9- Dynamic analysis around the activity level of each country and also the level of countries' collaboration on saffron research represented by the choropleth map.

بررسی دقیق رشد نشان‌داده‌شده در شکل ۱۱، که رشد تجمعی اسناد را از ۱۲ منبع اصلی نشان می‌دهد، الگوهای جالب‌توجهی را نشان می‌دهد. در میان این منابع، " Food Chemistry" قوی‌ترین رشد را نشان داده است، به‌طوری‌که انتشارات آن از سال ۲۰۱۶ به بعد افزایش قابل‌توجهی داشته است و از سال ۲۰۱۹ به بعد بیشترین مقاله را به خود اختصاص داده است. بررسی سایر منابع نیز نشان می‌دهد از سال ۲۰۰۸ به‌مرور تعداد انتشارات درزمینهٔ زعفران در نشریات مختلف با رشد قابل‌توجهی مواجه بوده است و تا هم‌اکنون روند صعودی آن ادامه داشته است. این روندها بر علاقه رو به رشد و زمینه‌های متنوع تحقیق در حوزهٔ زعفران در منابع معتبر مختلف تأکید می‌کند.



شکل ۱۰- کشورهای نویسندگان مسئول با همکاری بین کشوری (MCP) و همکاری درون کشوری (SCP)

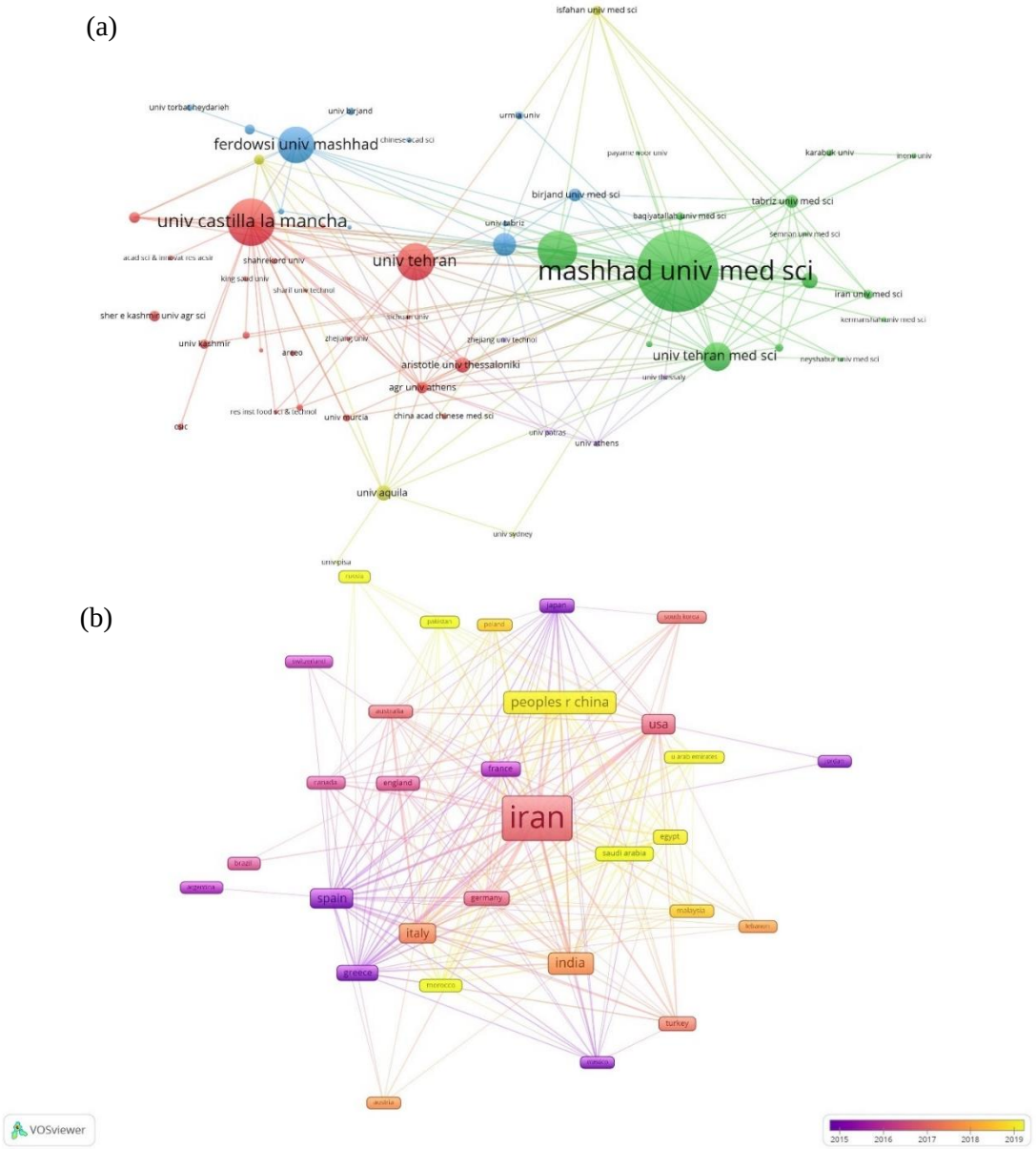
Figure 10- Corresponding authors' countries representing inter-country (MCP) collaboration and intra-country (SCP) collaboration.



شکل ۱۱- رشد تجمعی پژوهش‌های زعفران منتشرشده در ۱۰ منبع برتر

Figure 11- The cumulative growth of the published saffron research in the top 10 sources in the dataset.

بر اساس آنالیز ارجاعات در VOSviewer نیز حسین حسین‌زاده (استاد دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران) و دانشگاه علوم پزشکی مشهد به‌ترتیب به‌عنوان نویسنده و سازمانی که بیشترین استناد را دارند، شناخته شده‌اند. دانشگاه علوم پزشکی مشهد در ۲۹۱ مقاله ۱۰۳۵۵ بار ذکرشده است، درحالی‌که دانشگاه کاستیا لامانچا اسپانیا در ۱۶۹ مقاله ۵۰۳۶ استناد به دست آورده است. ایران بیشترین تعداد مقاله استناد شده را دارد، یعنی ۱۳۰۸ مقاله با کسب ۲۷۷۵۷ استناد، پس از آن چین و هند به ترتیب با ۴۱۶ و ۳۸۳ مقاله و ۶۷۳۰ و ۵۶۲۷ استناد قرار دارند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- آنالیز استناد دهی(الف) استناد دهی سازمانی: دانشگاه علوم پزشکی مشهد بیشترین استناد دهی را دریافت نمود (۱۰۳۵۵) که در خوشه سبزرنگ نشان داده شده است. (ب) استناد دهی کشورها. رنگ‌های مختلف نشان‌دهنده گروه‌بندی‌های متمایز است و اندازه حلقه‌ها تعداد استناد دهی ها را نشان می‌دهد.

Figure 12- Citations analysis (A) Organization citations. Mashhad University of Medical Sciences received maximum citations (10355) presented in green cluster (B) Countries citations. The various colors represent distinct groupings, and the size of the rings represents the number of citations.

تحلیل بیبلومتریک نویسندگان مشترک

تعداد انتشاراتی که دو محقق با هم تألیف کرده‌اند با تحلیل نویسنده همکار ارائه شده است. انتشار مقالاتی در مورد زعفران شامل مشارکت ۱۳۷۵۲ نویسنده بود. از این میان، حسین حسین‌زاده دارای ۱۰۴ مقاله با ۵۱۴۵ استناد و مجموع قدرت پیوند ۱۲۷ در رتبهٔ اول و گونزالو آلونسو با ۴۵ مقاله و ۱۳۸۳ استناد و مجموع قدرت پیوند ۱۲۸ در جایگاه دوم قرار دارد. این نشان‌دهنده قدرت کلی پیوندهای نویسنده همکار یک محقق خاص با سایر محققان است. جستجوی منابع نشان می‌دهد که ۳۲۶۰ سازمان مقالات مرتبط را منتشر کرده‌اند و ۲۹۴ سازمان از

این سازمان‌ها حداقل پنج سند منتشرشده دارند. دانشگاه علوم پزشکی مشهد ۲۹۱ مقاله مرتبط با ۱۰۳۵۵ استناد تولید کرده است و پس از آن کاستیا لامانچا، اسپانیا با ۱۶۹ سند و ۵۰۳۶ استناد قرار دارد. تعداد همکاران با دانشگاه علوم پزشکی مشهد ۲۹۱ نفر و کل قدرت پیوند ۲۰۰ نفر بود. به‌طور مشابه، تعداد همکاران با دانشگاه کاستیا لامانچا، اسپانیا ۱۶۹ نفر و قدرت کل پیوند ۱۵۸ نفر بود. بیشترین تعداد مقاله برای کشور ایران با ۱۳۰۸ و پس از آن چین با ۴۱۶ و هند با ۳۸۳ مقاله ثبت شده است. ایالات‌متحده ۴۹ نفر داشت، درحالی‌که هند ۴۱ همکار داشت. قدرت پیوند کشور اول ۳۴۹ بود، درحالی‌که برای کشور دوم ۱۲۴ داشت (شکل ۱۳).

تحلیل بیبلومتریک و استناد همزمان

یک جفت کتابشناختی زمانی به دو سند اشاره می‌کند که هر دو به یک سند مشترک استناد کنند. به همین ترتیب، هم‌استناد زمانی اتفاق می‌افتد که دو سند با هم توسط یک سند سوم مشترک ذکر شوند. شکل‌های ۱۳(الف) و ۱۳(ب) به‌ترتیب نقشه جفت علم‌سنجی اسناد و منابع را نشان می‌دهند. از ۳۹۳۶ سند، ۲۳۱۴ مورد این آستانه را برآورده کردند، یعنی حداقل تعداد استنادها برای تحلیل یک سند، پنج مورد بود. درمجموع هفت خوشه به دست آمد. آسیموپولو و همکاران (Assimopoulou, 2005) دارای بالاترین استناد ۳۳۹ است که قدرت پیوند تجمعی ۱۰۰۵ را نشان می‌دهد، پس از آن عبدلاو (Abdullaev, 2002) با ۳۳۳ استناد دهی و قدرت پیوند کل ۲۶۹۲ است. به‌طور مشابه، از ۱۴۹۸ منبع، ۱۵۷ منبع آستانه را برآورده کردند. حداقل تعداد اسناد برای یک منبع ۵ بود. بیشترین تعداد اسناد به‌ترتیب مربوط به نشریات Food Chemistry، Molecules و مجله علوم پایه پزشکی ایران بود و استنادات مربوط به آن‌ها به‌ترتیب ۳۳۷۸، ۱۲۰۳ و ۱۹۰۲ بود. پر استنادترین منبع Journal of Agricultural and Food Chemistry و به‌دنبال آن Food Chemistry بود. درمجموع ۵ خوشه از منابع استناد شده شناسایی شد. دو گروه بزرگ از منابع استناد شده به ترتیب شامل ۱۶۰ و ۸۰ سند می‌باشند (شکل ۱۴پ).

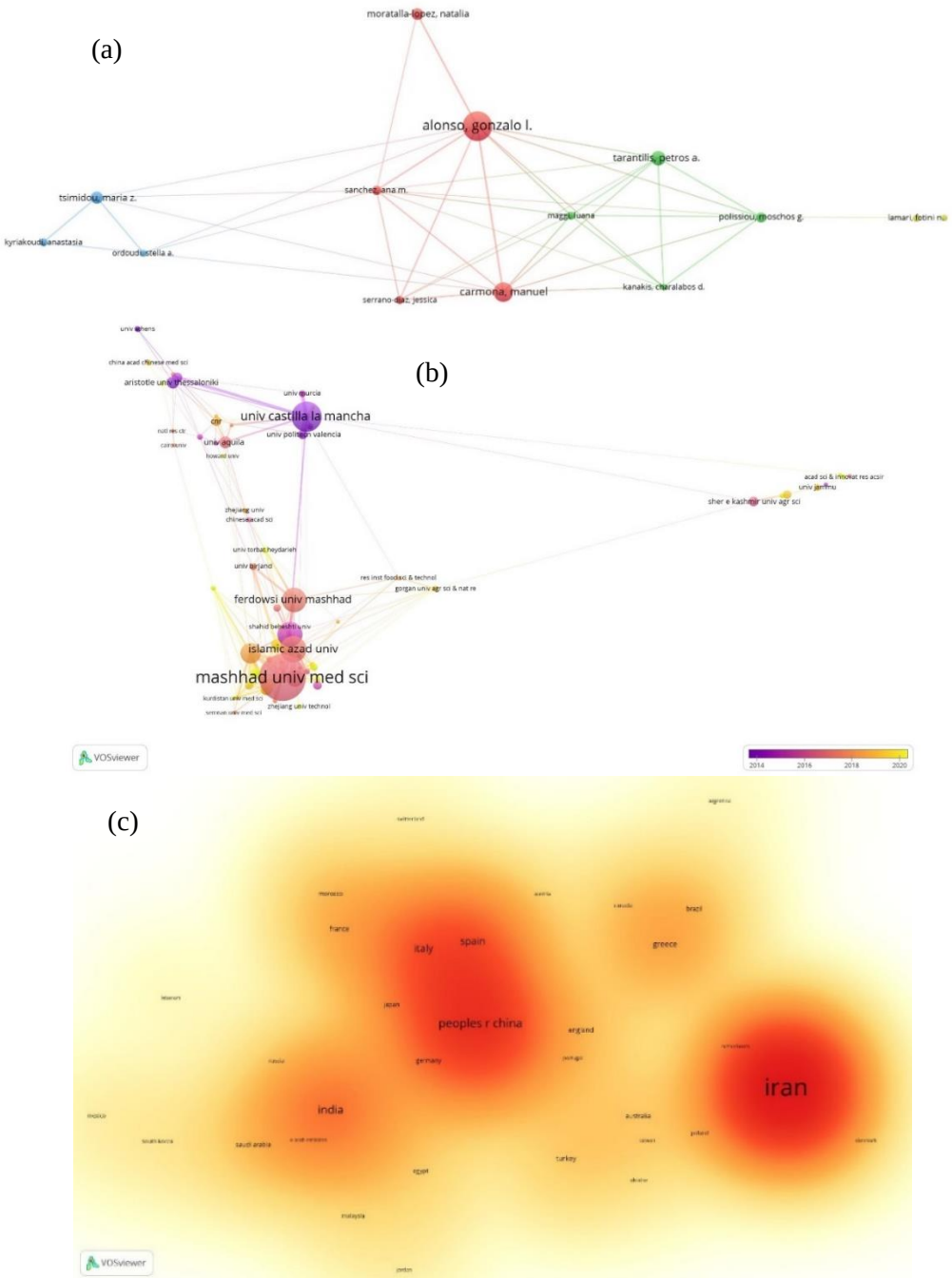
تحلیل بیبلومتریک همزمانی همه کلمات کلیدی

شکل ۱۵ یک شبکه از کلمات مشترک که اغلب در مطالعات روی زعفران استفاده می‌شود که بر اساس Bibioshiny به‌دست آمده است. چهار خوشه را به رنگ قرمز، آبی، بنفش و سبز نشان می‌دهد. این چهار خوشه و موقعیت‌های گره‌ای آن‌ها بر اساس مقادیر اندازه‌گیری‌های بین، نزدیکی و رتبه مقاله بود.

روندهای موجود و پیشنهادات آتی

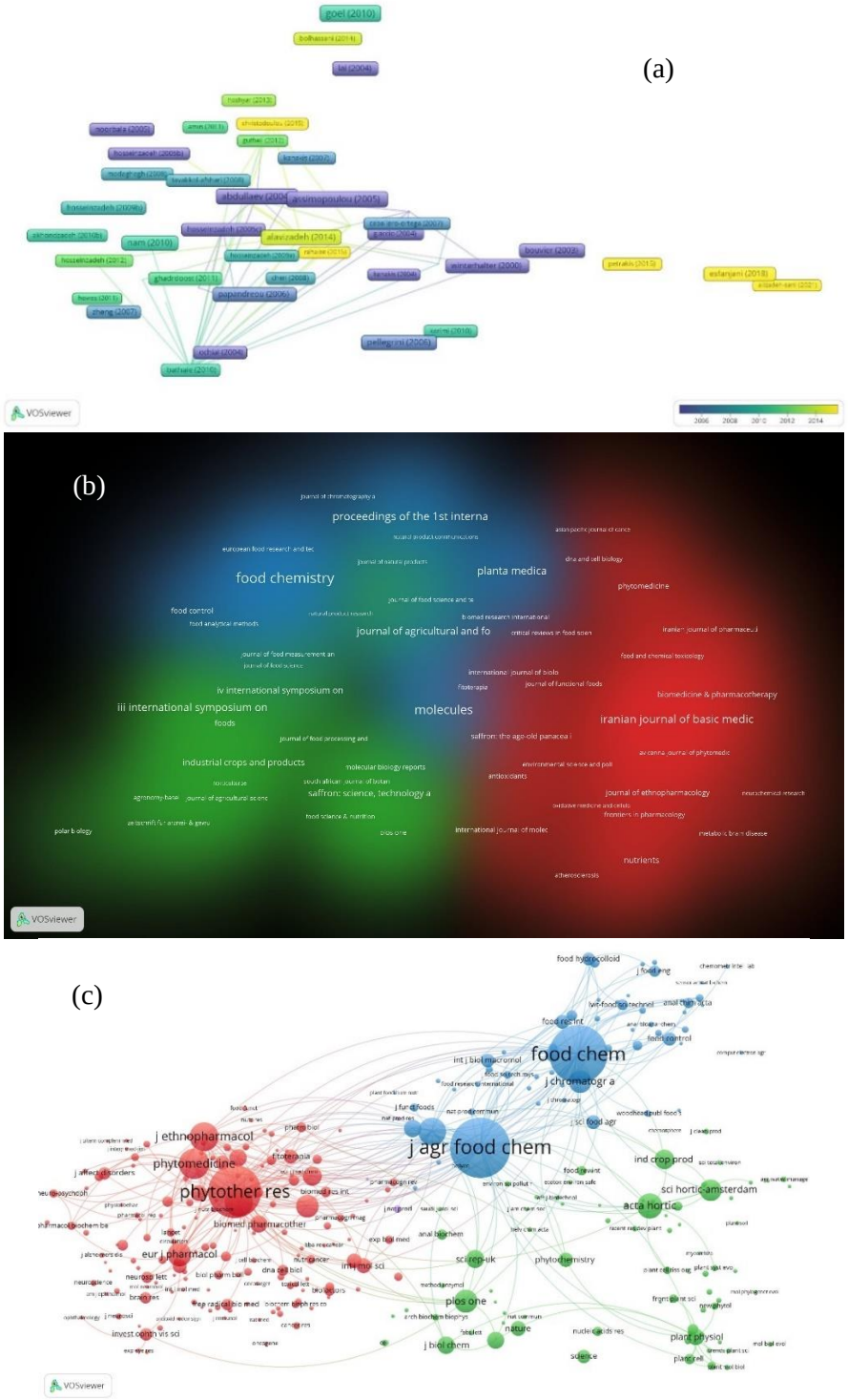
همچنین برای تحلیل روند استفاده از کلمات کلیدی، شش خوشه از هم رخدادی همه کلیدواژه‌ها به دست آمد. شکل ۶ نقشه شبکه‌ای از موضوعات روند را بر اساس کلمات کلیدی استفاده شده نشان می‌دهد. رنگ بنفش نشان‌دهنده موضوعات تحقیقاتی است که در گذشته مورد بررسی قرار گرفته‌اند، درحالی‌که رنگ زرد نشان‌دهنده موضوعات موردعلاقه اخیر می‌باشند. کلمات کلیدی عصارهٔ مایع، ضدالتهاب، اثربخشی (دارویی)، افسردگی، ناخالصی و (کود) نیتروژن در دایره‌های زردرنگ نشان‌دهنده تحقیقات اخیر است (شکل ۱۶).

حوزه زعفران در طول سال‌ها شاهد تغییر پویا در موضوعات تحقیقاتی بوده است. شکل ۱۷ گرایش‌های موضوعی را نشان می‌دهد که از کلمات کلیدی نویسندگان برای آیتم‌های منابع استخراج شده است. این خط یک جدول زمانی روند موضوع را نشان می‌دهد و شعاع دایره متناسب با تعداد اسنادی است که از یک روند موضوع پیروی می‌کنند. هرچه رنگ دایره تیره‌تر باشد، گرایش موضوعی ارجاعات بیشتری دریافت می‌کند.



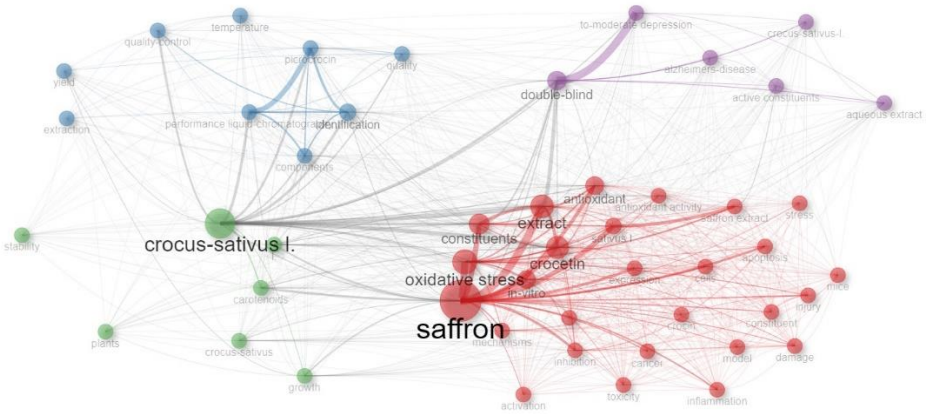
شکل ۱۳- تحلیل نویسنده همکار (الف) نقشه نویسنده همکار ۱٤ نویسنده که در زمینهٔ تألیفات زعفران بیشترین همکاری را داشته‌اند (ب) نقشه نویسنده همکار سازمان‌های بین‌المللی را شناسایی می‌کند. دانشگاه علوم‌پزشکی مشهد ۲۹۱ مقاله مرتبط تولید کرده که منجر به قدرت پیوند کلی ۲۰۰ شده است (پ) نقشه نویسنده همکار کشورها. رنگ‌بندی متنوع نشان‌دهنده دسته‌بندی‌های متمایز است، درحالی‌که بزرگی دایره‌ها با تعداد انتشارات مطابقت دارد. عرض خط نشان‌دهنده قدرت اتصالات بین کشورهای مختلف است.

Figure 13- Co-authorship analysis (A) co-authorship map, which identifies 14 authors who collaborated in saffron publications (B) co-authorship map of international organizations. The Mashhad University of Medical Sciences has produced 291 associated publications resulting in a total link strength of 200 (C) the co-authorship map of countries. Diverse coloration denotes distinct categorizations, while the magnitude of the circles corresponds to the number of publications. The line width is indicative of the strength of the connections between the different countries.



شکل ۱۴- تحلیل پیوند علم‌سنجی (اسناد (الف) و منابع (ب)) و استنادات مشترک (منابع (ج)). رنگ‌های مختلف نشان‌دهنده زمینه‌های تحقیقاتی متمایز است. اندازه حلقه‌ها به‌عنوان شاخصی از میزان هم استنادی عمل می‌کند. فاصله بین حلقه‌ها نشان‌دهنده درجه همبستگی بین دو حلقه است.

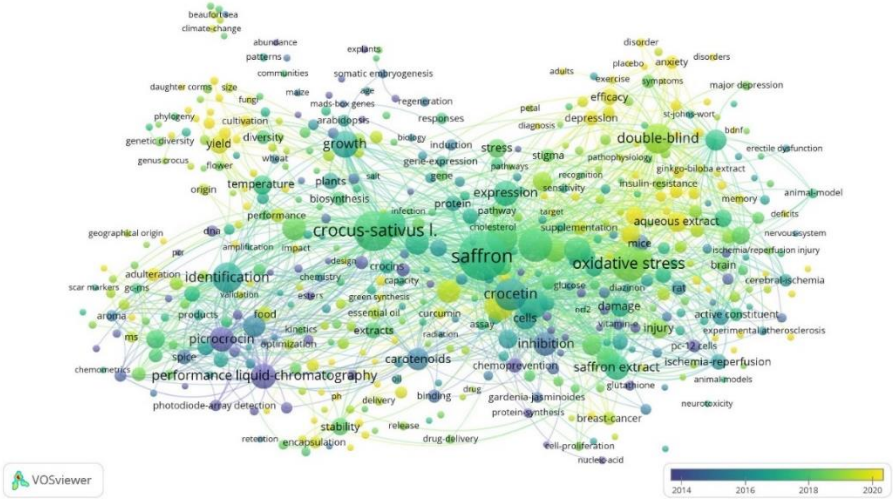
Figure 14- Analysis of bibliographic coupling (documents (a) and sources (b)) and co-citation (sources (c)). the various colors represent distinct research fields. The size of the rings serves as an indicator of the quantity of co-citations. The inter-ring .distance denotes the degree of correlation between the two rings.



شکل ۱۵- تجسم شبکه هم کلمه: رنگ‌های مختلف نشان‌دهنده خوشه‌های کلمات است. اندازه برچسب نشان می‌دهد که هر کلمه کلیدی چقدر تکرار می‌شود. هر دسته از کلمات کلیدی اغلب باهم فهرست می‌شوند.

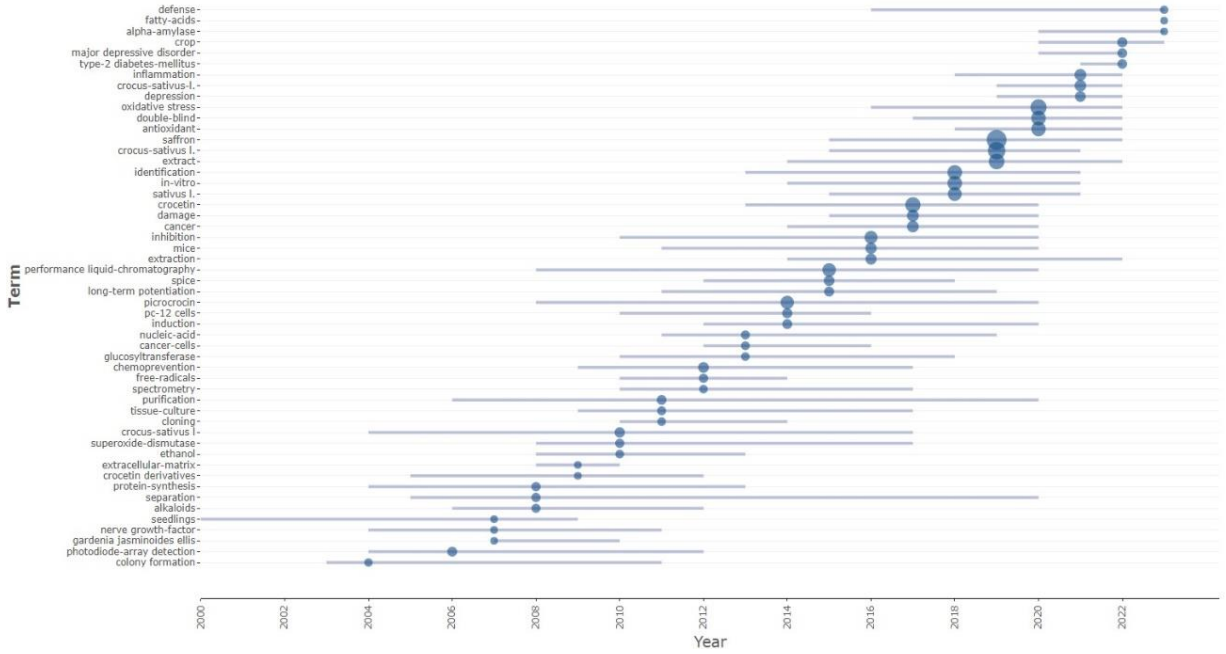
Figure 15- Visualization of the co-word network: different colors represent clusters of words. Tag size indicates how often each keyword is repeated. Each category of keywords is often listed together.

بر اساس شکل ۱۷ برخی از موضوعاتی که در سال‌های ابتدایی گسترش تحقیقات زعفران رواج بیشتری داشتند، اخیراً کمتر در مجامع علمی مورد بررسی می‌باشند؛ ازجمله: بذردهی، فاکتور رشد عصب، سنتز پروتئین، آلکالوئید، تفکیک، مشتقات کروستین، سوپراکسید دیسموتاز. همچنین برخی کلمات اخیراً بیش از پیش روند شده و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تحقیقات نویسندگان قرار گیرد که تعدادی از مهم‌ترین آن‌ها شامل آزمایش دوسوکور (پزشکی)، تنش اکسیداتیو، آنتی‌اکسیدان، افسردگی، التهاب، دیابت نوع ۲، اختلال افسردگی اساسی (ماژور)، آلفا آمیلاز، اسیدهای چرب می‌باشند (شکل ۱۷).



شکل ۱٦- تحلیل کتاب سنجی کلمات کلیدی: نقشه روند شبکه موضوعات با توجه به کلمات کلیدی. اندازه حلقه ها نشان‌دهنده فراوانی تکرار به عنوان کلمات کلیدی است. فاصله بین دو حلقه همبستگی آنها را نشان می‌دهد. رنگ زرد نشان‌دهندهٔ تحقیقات جدید بوده، درحالی‌که رنگ بنفش بیانگر تحقیقات سال‌های گذشته است.

Figure 16- Keyword bibliometric analysis: topic network trend map according to keywords. The size of the circles indicates the frequency of repetition as keywords. The distance between two circles shows their correlation.



شکل ۱۷- موضوعات پرطرفدار کلمات کلیدی اخیر در تحقیقات زعفران از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳

Figure 17- Trend Topics of Keywords on Saffron research from 2000 to 2023.

نتیجه‌گیری

این بررسی علم‌سنجی نشان‌دهندهٔ علاقه روزافزون اخیر مؤسسات، مجلات، محققان، کشورها و آژانس‌های تأمین مالی به تحقیقات زعفران است. با کشف کاربردهای پرشمار در پزشکی و صنایع غذایی مقالات دانشگاهی بیشتری در مورد زعفران منتشر شده است. زعفران به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی، غیر سیتوتوکسیک (سمیت سلولی)، ضد التهابی، ضد سرطانی، پیشگیری از دیابت، چاقی و اثرات دارویی، به‌عنوان یک ماده کاربردی امیدوارکننده، توجه بیشتری از سوی جامعه علمی به خود جلب کرده است. ارزیابی کیفیت چندین نوع مقاله تحقیقاتی و استخراج بینش‌های ارزشمند از اهمیت بالایی برخوردار است. نقش تحقیقات علمی در درک کاربردهای ویژه این محصول با ارزش که اخیراً با کاهش تولید مواجه شده است، اهمیت دارد. با توجه به روند کاهشی تولید زعفران، مطالعهٔ روش‌های افزایش عملکرد و اثربخشی آن در بسیاری موارد همچون اختلالات عصبی، افسردگی، چاقی و ADHD می‌تواند برخی از موضوعات پژوهشی داغ آینده باشد.

منابع

Abu-Izneid, T., Rauf, A., Khalil, A. A., Olatunde, A., Khalid, A., Alhumaydhi, F. A., Aljohani, A. S., Sahab Uddin, M., Heydari, M., & Khayrullin, M. (2022). Nutritional and health beneficial properties of saffron (*Crocus sativus* L): a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, *62*(10), 2683-2706. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1857682.

Ahmad, S., Ur Rehman, S., & Ashiq, M. (2021). A bibliometric review of Arab world research from 1980-2020. *Science & Technology Libraries*, *40*(2), 133-153.

https://doi.org/10.1080/0194262X.2020.1855615.

Ahmi, A. (2022). Bibliometric analysis using R for non-coders. Malaysia. mechanism. *Journal of Family Business Management*, *12*(1), 67-89.

Alizadeh-Sani, M., Tavassoli, M., McClements, D. J., & Hamishehkar, H. (2021). Multifunctional halochromic packaging materials: Saffron petal anthocyanin loaded-chitosan nanofiber/methyl cellulose matrices. *Food Hydrocolloids*, *111*, 106237. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106237.

Avila-Sosa, R., Nevárez-Moorillón, G. V., Ochoa-Velasco, C. E., Navarro-Cruz, A. R., Hernández-Carranza, P., & Cid-Pérez, T. S. (2022). Detection of saffron's main bioactive compounds and their relationship with commercial quality. *Foods*, *11*(20), 3245. https://doi.org/10.3390/foods11203245.

Bellachioma, L., Marini, E., Magi, G., Pugnaloni, A., Facinelli, B., Rocchetti, G., Martinelli, E., Lucini, L., Morresi, C., & Bacchetti, T. (2022). Phytochemical profiling, antibacterial and antioxidant properties of Crocus sativus flower: A comparison between tepals and stigmas. *Open Chemistry*, *20*(1), 431-443. https://doi.org/10.1515/chem-2022-0155.

Cardone, L., Castronuovo, D., Perniola, M., Cicco, N., & Candido, V. (2020). Saffron (*Crocus sativus* L.), the king of spices: An overview. *Scientia Horticulturae*, *272*, 109560. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109560.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285-296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070.

Eghbali, S., Farhadi, F., & Askari, V. R. (2023). An overview of analytical methods employed for quality assessment of *Crocus sativus* (saffron). *Food Chemistry*, X, 100992. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100992.

Ezati, P., Khan, A., Rhim, J. W., Roy, S., & Hassan, Z. U. (2023). Saffron: Perspectives and sustainability for active and intelligent food packaging applications. *Food & Bioprocess Technology*, *16*(6), 1177-1196. https://doi.org/10.1007/s11947-022-02949-3.

Farooq, R. (2024). A review of knowledge management research in the past three decades: a bibliometric analysis. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, *54*(2), 339-378. https://doi.org/10.1108/VJIKMS-08-2021-0169.

Feizi, H., & Tosan, M. (2016, November). Saffron yield variability by climatic factors in the northeast of Iran. In V International Symposium on Saffron Biology and Technology: Advances in Biology, Technologies, Uses and Market 1184 (pp. 109-114). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1184.15.

Golpour-Hamedani, S., Pourmasoumi, M., Zarifi, S. H., Askari, G., Jamialahmadi, T., Bagherniya, M., & Sahebkar, A. (2024). Therapeutic effects of saffron and its components on neurodegenerative diseases. *Heliyon*, *10*(2): e24334. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24334.

Hajyzadeh, M., Olmez, F., & Khawar, K. M. (2020). Molecular approaches to determine phylogeny in saffron. In Saffron (pp. 57-68). *Elsevier*, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818462-2.00005-X.

Jafari, S. M., Bahrami, I., Dehnad, D., & Shahidi, S. A. (2018). The influence of nanocellulose coating on saffron quality during storage. *Carbohydrate Polymers*, *181*, 536-542. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.12.008.

Kemeç, A., & Altınay, A. T. (2023). Sustainable energy research trend: A bibliometric analysis using VOSviewer, RStudio bibliometrix, and CiteSpace software tools. *Sustainability*, *15*(4), 3618. https://doi.org/10.3390/su15043618.

Khilare, V., Tiknaik, A., Prakash, B., Ughade, B.,

Korhale, G., Nalage, D., Ahmed, N., Khedkar, C., & Khedkar, G. (2019). Multiple tests on saffron find new adulterant materials and reveal that Ist grade saffron is rare in the market. *Food Chemistry*, *272*, 635-642. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.089.

Kothari, D., Thakur, R., & Kumar, R. (2021). Saffron (*Crocus sativus* L.): Gold of the spices—A comprehensive review. *Horticulture, Environment, & Biotechnology*, *62*(5), 661-677. https://doi.org/10.1007/s13580-021-00349-8.

Maggi, M. A., Bisti, S., & Picco, C. (2020). Saffron: Chemical composition and neuroprotective activity. *Molecules*, *25*(23), 5618. https://doi.org/10.3390/molecules25235618.

Marzabadi, L. R., Fazljou, S. M. B., Araj-Khodaei, M., Sadigh-Eteghad, S., Naseri, A., & Talebi, M. (2022). Saffron reduces some inflammation and oxidative stress markers in donepezil-treated mild-to-moderate Alzheimer's Disease patients: A randomized double-blind placebo-control trial. *Journal of Herbal Medicine*, *34*, 100574. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2022.100574.

Moral-Muñoz, J. A., Herrera-Viedma, E., Santisteban-Espejo, A., & Cobo, M. J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. Profesional de la Información, *29* (1). https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03.

Pedro de Padua, G. A., Chaves, L., Braga, G. G., Carmona, F., & Pereira, A. M. S. (2023). Effect of Crocus sativus L.(saffron) and crocin in the treatment of patients with type-2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 117255. https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117255.

Predieri, S., Magli, M., Gatti, E., Camilli, F., Vignolini, P., & Romani, A. (2021). Chemical composition and sensory evaluation of saffron. *Foods*, *10*(11), 2604. https://doi.org/10.3390/foods10112604.

Rasera, J. B., da Silva, R. F., Mourão Filho, F. D. A. A., Delbem, A. C. B., Saraiva, A. M., Sentelhas, P. C., & Marques, P. A. A. (2023). Climate change and citriculture: A bibliometric analysis. *Agronomy*, *13*(3), 723. https://doi.org/10.3390/agronomy13030723.

Rekabi, A., Ram, A., Nazari, A., Arefnezhad, R., & Rezaei-Tazangi, F. (2024). Does crocin create new hope for the treatment of oral problems? A focus on periodontitis. *Molecular Biology Reports*, *51*(1), 224. https://doi.org/10.1007/s11033-024-09209-x.

Rezvani Moghaddam, P., Karbasi, A., Tosan, M., Gharari, F., Feizi, H., & Mohtashami, T. (2016). Saffron agronomy and technology (Book of Abstracts: 2013-2016). *Saffron Agronomy & Technology*, 4(SUPPLEMENT), 1-78. https://doi.org/10.22048/jsat.2016.39250.

Ruggieri, F., Maggi, M. A., Rossi, M., & Consonni, R. (2023). Comprehensive extraction and chemical characterization of bioactive compounds in tepals of *Crocus sativus* L. *Molecules*, *28*(16), 5976. https://doi.org/10.3390/molecules28165976.

Sanaie, S., Nikanfar, S., Kalekhane, Z. Y., Azizi-Zeinalhajlou, A., Sadigh-Eteghad, S., Araj-Khodaei, M., Ayati, M. H., & Andalib, S. (2023). Saffron as a promising therapy for diabetes and Alzheimer's disease: mechanistic insights. *Metabolic Brain Disease*, *38* (1), 137-162. https://doi.org/10.1007/s11011-022-01059-5.

Seyedi-Sahebari, S., Farhang, S., Araj-Khodaei, M., Akhondzadeh, S., Naseri, A., Sanaie, S., & Frounchi, N. (2024). The effects of *Crocus sativus* (saffron) on ADHD: a systematic review. *Journal of Attention Disorders*, *28*(1), 14-24. https://doi.org/10.1177/10870547231203176.

Spence, C. (2023). Saffron: The colourful spice. *International Journal of Gastronomy and Food*

Science, 100821. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100821.

Tahiri, A., Mazri, M. A., Karra, Y., Ait Aabd, N., Bouharroud, R., & Mimouni, A. (2023). Propagation of saffron (*Crocus sativus* L.) through tissue culture: A review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *98*(1), 10-30. https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2078233.

Tosan, M., Khashei-Siuki, A., Maroosi, A., & Gharib, M. R. (2023). A review of smart water management for sustainable agriculture based on the internet of things. *Water Management in Agriculture*. Available online on: https://wmaj.iaid.ir/article_185939.html?lang=en.

Tosan, M., Alizadeh, A., Ansari, H., & Rezvani Moghaddam, P. (2015). Evaluation of yield and identifying potential regions for Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation in Khorasan Razavi province according to temperature parameters. *Saffron Agronomy & Technology*, *3*(1), 1-12. (In Persian with English Summary). https://doi.org/10.22048/jsat.2014.9605.

Tsimidou, M. Z. (2023). On the importance of the starting material choice and analytical procedures adopted when developing a strategy for the Nanoencapsulation of Saffron (*Crocus sativus* L.) bioactive antioxidants. Antioxidants, *12*(2), 496. https://doi.org/10.3390/antiox12020496.

Yaqubi, M., Yaghoobzadeh, M., & Tosan, M. (2024). Factor analysis and ranking of saffron production, processing and market challenges in Torbat Heydarieh, Iran. *Saffron Agronomy and Technology*, https://doi.org/10.22048/jsat.2024.436229.1518.

Wali, A. F., Alchamat, H. A. A., Hariri, H. K., Hariri, B. K., Menezes, G. A., Zehra, U., Rehman, M. U., & Ahmad, P. (2020). Antioxidant, antimicrobial, antidiabetic and cytotoxic activity of *Crocus sativus* L. petals. *Applied Sciences*, *10*(4), 1519. https://doi.org/10.3390/app10041519.

Zara, S., Petretto, G. L., Mannu, A., Zara, G., Budroni, M., Mannazzu, I., Multineddu, C., Pintore, G., & Fancello, F. (2021). Antimicrobial activity and chemical characterization of a non-polar extract of saffron stamens in food matrix. *Foods, 10*(4), 703. https://doi.org/10.3390/foods10040703.