

SCIENCE MAPPING ON THE CROSS-DIFFUSION PREDATOR PREY MODEL: SCIENTOMETRICS ANALYSIS

MARZIEH FARSHID[✉] AND RAZIEH FARSHID*[✉]

ABSTRACT. This study is a descriptive study with a scientometrics approach and the method of co-word analysis which analyzes scientific outputs in the field of the cross-diffusion predator prey model on the Web of Science from 1997 to September 11, 2022. In this research, to analyze the data, Hist-Cite, Excel, Bibexcel, and Gephi software and for drawing the maps, Vos viewer software is used. In the cross-diffusion predator prey model, we investigate the structure of productions such as publications, institutions, and researchers with the high productions and citations. Also, the co-occurrence analysis related to the mentioned topic and the cooperation of countries and authors and centrality measures are discussed. The results obtained from the data analysis show that among the published works, 305 research have been published. Among the countries and the authors, China with 226 works and M. S. Fu, M. X. Wang and L. N. Guin have with 17 works respectively. M. X. Wang also has the highest number of citations with 242 local citations and 817 global citations. The journal of Nonlinear Analysis Real World Applications has published with 23 works. Among the investigated topics in the predator prey model with cross diffusion, the concepts of pattern formation, Turing instability and stability were obtained with a frequency of 49, 63 and 40, respectively. In the following, the co-word analysis of studies in this field, 6 clusters of words and concepts were identified. The cooperation map of the countries also showed that among the countries in this field, China has the largest number of works and has the highest level of the communication with other countries. The authors' cooperation map has formed 5 clusters. Meanwhile, L. N. Guin with 10 works and 7 connections and M. X. Wang with 7 works and 4 connections have the highest number of connections. Among the top authors in the world, in terms of degree centrality, closeness centrality, and betweenness centrality respectively, S. M. Fu, L. N. Guin and W. M. Wang are ranked first.

Keywords: Scientometrics, Predator prey model, Cross-diffusion, Co-occurrence analysis.

Communicated by Alireza Abdollahi.

Article Type: Research Paper.

*Corresponding author.

Received: 19-12-2022, Accepted: 02-04-2023, Published Online: 08-07-2023.

Cite this article: M. Farshid and R. Farshid, Science mapping on the cross-diffusion predator prey model: Scientometrics analysis, *Journal of Mathematics and Society*, 8 no. 1 (2023) 17–33.

<http://dx.doi.org/10.22108/msci.2023.136147.1550> .



1. Introduction

The maturity, dynamism, and innovativeness of various fields of science can be measured by the research activities of that field. The manifestation of these activities may be in various forms. Scientometrics draws a map of knowledge by processing, extracting, and sorting information and provides the possibility of analysis, navigation and display of knowledge. One of the most used methods for drawing and analyzing the structure of knowledge in different fields is the co-occurrence of words, or in other words, the relationship between the words used in different parts of documents.

2. Main Results

The results obtained from the data analysis show that among the published works, 305 research have been published. Among the topics, the predator-prey model with cross-diffusion is ranked first with a frequency of 150 and the predator-prey model with a frequency of 125 have the highest repetition rate. Among the countries, China has been ranked first with 226 works. After that, India with 35 works and the United States with 18 works are in second and third place. It's remarked that Iran with 2 works has taken the 26th rank. Among the authors, M. S. Fu, M. X. Wang and L. N. Guin have with 17 works respectively. M. X. Wang also has the highest number of citations with 242 local citations and 817 global citations. After that, P. Y. H. Pang with 146 local citations and 461 global citations is in second and Z. Jin with 75 local citations and 247 global citations has taken the 3rd rank. Among the institutions, Lanzhou University and Shaanxi University have the most number of works, with 14 works. The Journal of Nonlinear Analysis Real World Applications has published 23 works. Among the investigated topics in the predator prey model with cross diffusion, the concepts of pattern formation, Turing instability and stability were obtained with a frequency of 49, 63 and 40, respectively. The highest co-word is related to cross-diffusion and the predator-prey model, which was observed in 68 studies. Cross-diffusion and pattern formation are in the second place, and the third place is occupied by cross-diffusion and Turing instability. In the following, co-word analysis of studies in this field, 6 clusters of words and concepts were identified. The keywords of cluster one have been proposed for the topics of pattern formation. Cluster two is about the existence of solutions and in cluster three, the stability of solutions is formed. In cluster four, the cross-diffusion model is investigated. Cluster five examines instabilities and it is placed in the cluster of six reduction methods of Lyapunov-Schmidt. The cooperation map of the countries also showed that among the countries in this field, China has the largest number of works and has the highest level of communication with other countries. The authors' cooperation map has formed 5 clusters. Meanwhile, L. N. Guin with 10 works and 7 connections and M. X. Wang with 7 works and 4 connections have the highest number of connections. Among the world's top authors, respectively, S. M. Fu, W. M. Wang and L. Zhang have the highest ranks in terms of degree centrality. In closeness centrality, L. N. Guin, S. Ghorai and V. N. Biktashev won the highest ranks respectively. In betweenness centrality, W. M. Wang, S. M. Fu and L. Zhang are ranked first to third respectively.

3. Summary of Proofs

The trend of topics done in the study of the cross-diffusion predator-prey model has been the following. At first, the researchers investigated the existence and boundedness of solutions in these models. Then they discussed stability, global stability, and instability of solutions. After that, Turing instability, pattern formation, and time delay were carried out. Finally, Hopf bifurcation, Turing bifurcation and Hopf-Turing bifurcation were analyzed.

Marzieh Farshid

Department of Mathematics, Faculty of Basic Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

Email: Marzieh.farshid.math@gmail.com

Razieh Farshid

Department of Psychology and Educational Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Email: Razieh.farshid@gmail.com

ترسیم نقشه دانش مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع: مطالعه علم‌سنجی

مرضیه فرشید^{ID} و راضیه فرشید^{ID*}

چکیده. پژوهش حاضر از نوع توصیفی با رویکرد علم‌سنجی و با روش تحلیل هم‌واژگانی است که به تحلیل بروندهای علمی مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع در پایگاه وب آو ساینس از ۱۹۹۷ تا ۱۱ سپتامبر ۲۰۲۲ می‌پردازد. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Gephi, Bibexcel, Excel, HistCite و برای ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزار VOS viewer استفاده می‌شود. ساختار تولیدات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع از جنبه‌های مختلف مانند نشریات، مؤسسات و پژوهشگران پر تولید و پر استناد مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین به تحلیل هم‌واژگانی مرتبط با موضوع مذکور و شبکه‌های همکاری کشورها و نویسندگان و سنجه‌های مرکزیت پرداخته می‌شود. نتایج به‌دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان از آن دارد که در میان آثار منتشر شده، ۳۰۵ اثر پژوهشی به چاپ رسیده است. در بین کشورها، کشور چین با ۲۲۶ اثر و نیز در میان نویسندگان، فو، وانگ و گوین هر کدام با ۱۷ اثر بیشترین میزان آثار را دارا می‌باشند. همچنین وانگ با دریافت ۲۴۲ استناد محلی و ۸۱۷ استناد جهانی بیشترین میزان استناد را به خود اختصاص داده است. نشریه کاربردهای جهان واقعی آنالیز غیر خطی با ۲۳ اثر بیشترین میزان آثار را منتشر کرده است. در میان موضوعات بررسی شده در مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع به ترتیب مفاهیم ساختار الگویی، ناپایداری تورینگ و پایداری با فراوانی ۶۳، ۴۹ و ۴۰ به‌دست آمد. به دنبال تحلیل هم‌واژگانی مطالعات این حوزه، ۶ خوشه از واژگان و مفاهیم شناسایی شد. نقشه همکاری کشورها نیز نشان داد در میان کشورهای این حوزه کشور چین بیشترین تعداد آثار را دارد و بیشترین میزان ارتباط را با دیگر کشورها به خود اختصاص داده است. نقشه همکاری نویسندگان، ۵ خوشه را تشکیل داده است. در این میان، گوین با ده اثر و ۷ ارتباط و وانگ با هفت اثر و ۴ ارتباط بیشترین میزان ارتباطات را به خود اختصاص داده‌اند. در میان نویسندگان برتر جهان، از نظر مرکزیت درجه، مرکزیت نزدیکی و مرکزیت بینابینی به ترتیب فو، گوین و وانگ در جایگاه اول قرار دارند.

۱. مقدمه

در جهان امروز، مصورسازی اطلاعات با بازنمایی گرافیکی شبکه‌های اجتماعی یکی از اصلی‌ترین فنونی است که روابط فکری و ساختار دانش علمی را نشان می‌دهد. این رویکرد جدید نه تنها امکان تحلیل حوزه‌های سنتی را فراهم می‌آورد، بلکه ابزاری کلیدی برای مطالعه تحول علم براساس رشته‌ها و تخصص‌های هر کدام از آن‌ها را فراهم می‌کند. این رویکرد خاص نسبت به مصورسازی، که آن را ترسیم و نگاشت دانش و اطلاعات نیز می‌نامند، نهایت به خلق نقشه‌ای از حوزه موضوعی و یک رشته خاص منجر می‌شود [۲۹]. یکی از پرکاربردترین فنون برای ترسیم و تحلیل ساختار دانش در مطالعات، فن هم‌رخدادی واژگان یا به عبارتی ارتباط میان واژه‌های به کار رفته در قسمت‌های مختلف مطالعات است. تحلیل هم‌واژگانی، به‌عنوان یکی از فنون

عبارات و کلمات کلیدی: علم‌سنجی، مدل شکار و شکارچی، انتشار متقاطع، هم‌رخدادی واژگان.

دبیرتخصصی رابط: علیرضا عبدالمی

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۳ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷

ارجاع به مقاله: م. فرشید و ر. فرشید، نشریه ریاضی و جامعه، ۸ شماره، ۱ (۱۴۰۲) ۱۷-۳۳.

<http://dx.doi.org/10.22108/msci.2023.136147.1550>

رایج در مطالعات علم‌سنجی، خوشه‌های موضوعی یک حوزه پژوهشی را آشکار ساخته، روابط معنایی و مفهومی آن را در نظر گرفته و ساختار فکری دانش در حوزه مورد بررسی را ترسیم می‌نماید [۳۴]. با کمک علم‌سنجی می‌توان به مطالعه ساختار علم و پویایی آن پرداخت. یکی از شیوه‌های کارآمد برای نمایش بهینه وضعیت علم، استفاده از نقشه‌های دانشی است. نقشه دانش قادر است منابع و مسیر جریان دانش و محدودیت‌ها و کمبودهای آن را مشخص کند و با تعیین حوزه‌های اصلی آن، اطلاعات لازم در مورد هر زیر حوزه را در اختیار مدیران پژوهش قرار دهد. حوزه‌های علمی در این نقشه‌ها، به نسبت میزان فعالیت پژوهشگران مشخص می‌شود و فضاها ی خالی نشان دهنده‌ی حوزه‌های کار نشده است. در چنین حالتی می‌توان رشد، ادغام و یا تفکیک حوزه‌های مختلف علمی را در طول زمان رصد کرد [۳۶]. در این میان ریاضیات ابزار بیان مفاهیم و پدیده‌ها به زبان علمی و همچنین زبان مشترک علوم مختلف می‌باشد. بی‌شک توسعه و پیشرفت هر کشوری در گرو پیشرفت علوم پایه به خصوص ریاضیات می‌باشد [۲۵]. همچنین برای حل مسائل واقعی زندگی که در حوزه‌های مختلف به وجود می‌آید، می‌توان آن‌ها را به زبان ریاضی بیان کرد. این فرآیند مدل‌سازی ریاضی نامیده می‌شود. ابزارهای ضروری برای مدل‌سازی ریاضی فرآیندهای بیولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و فیزیکی، معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی و سیستم‌های دینامیکی هستند. در مدل‌سازی ریاضی، به‌طور مستقیم با موقعیت مورد نظر تعامل نداریم. مساله واقعی را به‌صورت یک دستگاه پیاده‌سازی می‌کنیم به‌طوری‌که یک مدل ریاضی تا حد امکان به واقعیت نزدیک و همچنین ساده و قابل حل باشد. علاوه بر این با استفاده از سیستم‌های دینامیکی می‌توان رفتار کیفی جمعیت گونه‌ها را با گذشت زمان بررسی کرد. هدف از مدل‌سازی، پیش‌بینی رفتار آینده سیستم با دانستن وضعیت گذشته و حال و همچنین حل و مطالعه مساله در جهت توسعه است [۲۱]. مدل شکار و شکارچی یکی از رایج‌ترین مدل‌های ریاضی در زیست‌شناسی است که تعامل بین گونه‌ها را بیان می‌کند. این مدل با شرایط مرزی مختلف و توابع پاسخ متمایز برای بیان دینامیک جمعیت گونه‌ها به‌کار می‌رود. اخیراً پژوهشگران به‌منظور حفاظت از گونه‌ها، به بررسی تعامل بین گونه شکار و شکارچی پرداخته‌اند. یکی از عوامل تاثیرگذار در تعامل دو گونه شکار و شکارچی میزان تغذیه شکارچی از شکار است. از نظر مدل‌سازی عوامل بسیاری دینامیک سیستم شکار و شکارچی را تحت تأثیر قرار می‌دهند مانند حمله شکارچی، تولد، مرگ و بیماری. همچنین از عوامل مؤثر بر دینامیک جمعیت شکار و شکارچی توابع پاسخ، عبارات انتشار و انتشار متقاطع است که نقش اساسی در توصیف رابطه بین جمعیت شکار و شکارچی دارد. برای اولین بار ولترا^۱ در سال ۱۹۲۶ ساده‌ترین مدل را برای شکار یک گونه توسط گونه‌های دیگر ارائه داد [۱۴]. پژوهشگران جهت بهبود این مدل، چارچوب کلی را پیشنهاد دادند که به‌صورت زیر بیان شده است،

$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = \text{نرخ مرگ شکار توسط شکارچی} - \text{رشد شکار در غیاب شکارچی} \\ \frac{dv}{dt} = \text{مرگ و میر طبیعی شکارچی} - \text{نرخ تبدیل شکار خورده شده به شکارچی} \end{cases}$$

در پژوهش [۳۰] به تاریخچه تکامل مدل‌های شکار و شکارچی پرداخته شده است. از این قبیل پژوهش‌ها که به معرفی مدل شکار و شکارچی و تأثیر متقابل جمعیت و منابع آبی بر یکدیگر انجام شده است می‌توان به [۲۸] اشاره کرد. در مدل شکار و شکارچی می‌توان با افزودن عبارت انتشار و انتشار متقاطع به سیستم، حرکت گونه‌ها در محیط را توصیف کرد. در حالت کلی مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع به‌صورت زیر است،

$$\begin{cases} u_t = \Delta f_1(u, v) + g_1(u, v), & (x, t) \in \Omega \times (0, \infty), \\ v_t = \Delta f_2(u, v) + g_2(u, v), & (x, t) \in \Omega \times (0, \infty), \end{cases}$$

که در آن $\Omega \subset \mathbb{R}^N$ مجموعه‌ای باز با مرز هموار، $u(x, t)$ و $v(x, t)$ به ترتیب تراکم جمعیت شکار و شکارچی در زمان t و موقعیت x ، g_1 و g_2 توابع هموار و $\Delta f_1(u, v)$ و $\Delta f_2(u, v)$ جملات مربوط به انتشار و انتشار متقاطع می‌باشند.

¹Volterra

مدل‌سازی معادلات کنش-انتشار سیستم‌های مختلف در زیست-ریاضی به‌ویژه سیستم شکار و شکارچی برای دو گونه شکار و شکارچی، به بهبود عدم تعادل سیستم ناشی از تخریب انسان و همچنین توانایی بقای شکار و شکارچی می‌پردازد، به طوری که باعث توسعه اکوسیستم می‌شود. این گونه‌ها می‌توانند بسیار کوچک مانند ذرات اساسی در فیزیک، باکتری‌ها، مولکول‌ها یا سلول‌ها یا گونه‌های بزرگ مانند حیوانات، گیاهان یا انواع خاصی از رویدادها مانند اپیدمی‌ها (چگونگی گردش یک بیماری عفونی در یک جمعیت معین) باشند. پژوهش‌های انجام شده در این زمینه عبارتند از [۲، ۷، ۱۱، ۲۳]. بررسی مطالعات انجام شده در هر حوزه موضوعی می‌تواند توسعه و رشد زمانی، مکانی و تأثیر آن حوزه موضوعی در جوامع را نشان می‌دهد. ترسیم و شناسایی ساختار دانش در این حوزه، به پژوهشگران کمک می‌کند تا مطالعات خویش را به‌طور هدفمند و در راستای مباحث کاربردی هدایت نموده و با آگاهی در این حوزه پیش بروند. در این راستا، هدف اصلی پژوهش حاضر، تبیین و تحلیل محتوای موضوعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع از طریق شناسایی موضوعات و مفاهیم پژوهش‌های علمی مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع، براساس پژوهش‌های نمایه شده در وب آو ساینس بوده و در صدد است به موارد زیر پاسخ دهد:

- ۱- ساختار تولیدات «مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع» از جنبه‌های مختلفی مانند نشریات، مؤسسات و پژوهشگران پرتولید و پر استناد چگونه است؟
- ۲- مهم‌ترین موضوعات از نظر فراوانی در پژوهش‌های علمی مرتبط با «مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع» کدام است؟ مهم‌ترین زوج‌های هم‌واژگانی در این پژوهش‌ها بر اساس فراوانی کدامند؟
- ۳- تحلیل هم‌واژگانی منجر به شکل‌گیری چه خوشه‌ها و موضوعاتی بر اساس تحلیل شبکه اجتماعی پژوهش‌های علمی مرتبط با «مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع» شده است؟
- ۴- شبکه‌های همکاری علمی پژوهشگران در «مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع» در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس براساس سنجه‌های مرکزیت شبکه اجتماعی چگونه است؟

۲. پیشینه‌های پژوهش

در زمینه تجزیه و تحلیل‌های علم سنجی و ترسیم ساختار فکری، پژوهش‌های زیادی در حوزه‌های مختلف علمی از جمله حوزه پزشکی و غیر پزشکی انجام شده است (ریز داده [۳۴]؛ سواد رسانه و سواد دیجیتال [۳۲]؛ هستی‌شناسی [۳]؛ سرطان معده [۳۳]؛ نارسایی مزمن قلب [۲۶]؛ آرشیو پزشکی [۱۳]؛ واکسن کرونا و ویروس [۱۰، ۱۶]). همچنین پژوهش‌هایی با هدف بررسی سیستم شکار و شکارچی شامل انتشار متقاطع انجام شده است [۵، ۶، ۱۱، ۱۲، ۲۴]. مطالعاتی با رویکرد علم‌سنجی در حوزه ریاضیات منتشر شده است. از جمله این پژوهش‌ها: ورما^۲ و همکاران، [۲۲] به بررسی کتاب‌سنجی مجله مدل‌سازی ریاضی کاربردی^۳ و آثار منتشر شده در مجله از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۶ در پایگاه وب آو ساینس^۴ با هدف شناسایی متغیرها و روندهای پیشرو پرداختند. در پژوهش [۳۵] با هدف آشکارسازی موضوعات پژوهشی کووید ۱۹ در دو حوزه زیست‌شناسی محاسباتی ریاضی و کاربردهای میان رشته‌ای ریاضیات پرداختند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که کرونا ویروس بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد و کشور آمریکا و وانگ^۵ بیشترین آثار را دارا می‌باشند. رسترپو و ویلت^۶ [۱۹] به بررسی ۲۳۹۸ مقاله منتشر شده در مجله شیمی ریاضی در دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۵ در پایگاه وب آو ساینس به روش کتاب‌سنجی پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان از میزان انتشارات صعودی دارد. هوانگ و تو^۷ [۹] روندهای هوش مصنوعی در آموزش ریاضی نمایه شده در پایگاه وب آو ساینس را مورد بررسی قرار دادند. اوزکایا^۸ [۱۷] به تحلیل کتاب‌سنجی پژوهش‌های علمی منتشر شده در حوزه موضوعی آموزش ریاضی بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۸، در پایگاه وب آو ساینس پرداخت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در میان

²Verma ³Applied Mathematical Modelling ⁴Web Of Science (WOS) ⁵X. Y. Wang ⁶Restrepo and Willett ⁷Hwang and Tu

⁸Ozkaya

کشورها، کشور آمریکا، انگلیس و ترکیه به ترتیب در جایگاه اول تا سوم قرار گرفته‌اند. همچنین در حوزه پژوهشی آموزش ریاضی واژه‌هایی که بیشتر استفاده می‌شود به ترتیب ریاضی، آموزش، دانش آموز و پیشرفت بوده است.

رامیرز و رودریگز دوسا^۹ [۱۸] به بررسی ۵۶۳۳ پژوهش در حوزه آموزش ریاضی بر اساس شاخص‌های علم‌سنجی در پایگاه اسکوپوس پرداختند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که مجله مطالعات آموزشی در ریاضیات^{۱۰} ۳۷۰ مقاله را به چاپ رسانده است و بیشترین میزان تولید آثار را کشور آمریکا کسب کرده است.

روسیدینا^{۱۱} و همکاران [۲۰] با هدف تعیین نقشه توسعه مدل ریاضی در تحقیقات اقتصاد به بررسی و تحلیل ۷۶ نشریه پرداختند. نتایج نشان داد که تعداد مقالات مربوط به توسعه مدل ریاضی در این حوزه از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۰ افزایش قابل توجهی داشته است. همچنین در میان کشورها به ترتیب مالزی و اندونزی با ۲۳ و ۱۵ مقاله در جایگاه اول و دوم قرار گرفته‌اند. همان‌طور که در پژوهش‌های بالا گزارش شده است بیشتر پژوهش‌ها به تحلیل موضوعات مجله‌ی خاصی پرداخته‌اند و تعداد کمی از آن‌ها به بررسی موضوعی در حوزه ریاضی پرداخته و در هیچ یک از آن پژوهش‌ها به بررسی مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع در پژوهش‌های منتشر شده در پایگاه وب آوساینس نپرداخته‌اند. از آنجایی که بررسی پیشرفت‌ها و گزارش آن‌ها در یک حوزه خاص می‌تواند در سیاست‌گذاری‌ها و پیشرفت علم نقش بسزایی داشته باشد، پژوهش حاضر به بررسی و تحلیل موضوعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع به منظور شناسایی و نمایان سازی آن‌ها می‌پردازد. در این راستا به سؤالاتی از قبیل توزیع فراوانی کلید واژه‌ها و زوج هم‌واژگانی مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع، همکاری کشورها و نویسندگان این حوزه، خوشه‌بندی موضوعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع بر اساس تحلیل خوشه‌ای و بررسی سنجه‌های مرکزیت نویسندگان پاسخ داده خواهد شد.

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد علم‌سنجی^{۱۲} و بهره‌مندی از فنون تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل شبکه اجتماعی انجام شده است. روش تحلیل هم‌واژگانی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته، در واقع یکی از روش‌های تحلیل محتوا^{۱۳} است. در بخش تحلیل شبکه از شاخص‌های مرکزیت^{۱۴} استفاده شده است که نشان‌دهنده جایگاه یک گره^{۱۵} نسبت به گره‌های دیگر در نقشه‌های علمی است. جامعه آماری پژوهش حاضر، تمام پژوهش‌های مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع در WOS در حوزه ریاضیات در بازه زمانی ۱۹۹۷-۲۰۲۲ تشکیل می‌دهند. راهبرد جستجوی زیر، مطالعات حوزه پژوهشی مورد نظر در تاریخ ۱۱ سپتامبر ۲۰۲۲ بازیابی و ۳۳۰ مطالعه مرتبط به فرمت متن ساده^{۱۶} دریافت شد.

(TS = (“predator-prey”+“cross-diffusion”) OR (“predator prey”+“cross diffusion”))

OR (“predator-prey”+“cross diffusion”) OR (“predator prey”+“cross-diffusion”)

OR (“prey-predator”+“cross-diffusion”) OR (“prey predator”+“cross diffusion”)

OR (“prey-predator”+“cross diffusion”) OR (“prey predator”+“cross-diffusion”))

پس از بازیابی رکوردهای مرتبط و یکپارچه‌سازی داده‌ها، بر اساس اهداف و پرسش‌های پژوهش اقدام به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Gephi، Bibexcel، HistCite، و VOS viewer (نسخه ۱.۰، ۱.۶، ۱) استفاده شده است.

⁹Ramirez and Rodriguez ¹⁰Educational Studies in Mathematics ¹¹Rusydia ¹²scientometrics ¹³content analysis

¹⁴centrality ¹⁵node ¹⁶plain text

در هم‌رخدادی واژگان، از واژگان کلیدی مدارک در عنوان، چکیده یا متن مقالات برای مطالعه ساختار مفهومی یک حوزه استفاده می‌شود. به بیان دیگر هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها میزان ارتباط شناختی میان یک مجموعه مدارک را نشان می‌دهند به نحوی که از الگوهای هم‌رخدادی در یک مجموعه از متون بهره می‌گیرد تا ارتباط میان اندیشه‌ها در حوزه موضوعات متون را شناسایی کند. در این تحلیل از شاخص‌ها برای فراوانی هم‌رخدادی دو مورد مانند شاخص نزدیکی و شباهت که برای اندازه‌گیری میزان ارتباط بین موردهاست استفاده می‌شود. براساس این شاخص‌ها، مفاهیم در گروه‌هایی خوشه‌بندی و به صورت شبکه ترسیم می‌شوند که برای برجسته کردن موضوعات اصلی موجود در یک حوزه و یافتن ارتباطات پنهان در آن حوزه به کار می‌روند [۲۷].

به منظور ترسیم نقشه‌های موضوعی و تحلیل صحیح آن‌ها، اقدام به کنترل و یکدست‌سازی کلیدواژه‌ها از طریق ساخت اصطلاح‌نامه^{۱۷} در نرم‌افزار VOS viewer گردید به گونه‌ای که کلیدواژه‌های مشابه، یکسان، متشابه و حالت‌های جمع و مفرد ادغام و کلیدواژه‌های غیرتخصصی حذف شده‌اند. در ادامه برای تعیین جایگاه پژوهشگران در شبکه اجتماعی علمی پژوهشگران این حوزه از تحلیل شبکه اجتماعی علمی براساس شاخص‌های سنجه‌های مرکزیت از جمله مرکزیت رتبه، مرکزیت نزدیکی و مرکزیت بینابینی با استفاده از نرم‌افزار Gephi محاسبه شد که به منظور درک راحت‌تر، نخستین گام در هر فرآیند نگاشت یا ترسیم نقشه، استخراج اطلاعات مناسب است. مهم‌ترین نکته در کیفیت نقشه‌های ترسیم شده آن است که به صورت مستقیم وابسته به اطلاعاتی باشد که بر مبنای راهبرد جستجو استخراج شده‌اند.

۴. یافته‌های پژوهش

در این بخش، نتایج در قالب پاسخ به سؤالات پژوهش ارائه می‌شود. برای پاسخ به سؤال اول پژوهش به بررسی ساختار تولیدات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع از جنبه‌های مختلفی مانند نشریات، مؤسسات و پژوهشگران پرتولید و پر استناد پرداخته شده است. با جستجو در WOS و استفاده از نرم‌افزار HistCite تعداد ۳۳۰ پژوهش مرتبط طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۲ میلادی با ۴۴۹ نویسنده وابسته به ۲۶۶ دانشگاه و موسسه علمی از ۴۰ کشور در این مطالعات مشارکت داشته‌اند، که از طریق پایگاه مزبور بازیابی شدند. وضعیت پژوهش‌های این حوزه از نظر قالب اثر، کشورها، مؤسسات و پژوهشگران مشارکت‌کننده و نشریات در جدول ۱ آمده است.

براساس داده‌های جدول ۱، ۳۰۵ اثر پژوهشی به چاپ رسیده است که بیشترین میزان در سال ۲۰۱۸ با تعداد ۳۴ اثر بوده است. در میان کشورها، کشور چین با فاصله بسیار زیاد در جایگاه اول قرار دارد و با ۲۲۶ اثر در صدر قرار گرفته است و بعد از آن هند با ۳۵ اثر و ایالات متحده با ۱۸ اثر در جایگاه دوم و سوم قرار گرفته‌اند. نکته قابل توجه، جایگاه ایران در میان کشورهای مشارکت‌کننده است که با ۲ اثر رتبه ۲۶ را از آن خود کرده است. در میان نویسندگان فو^{۱۸}، وانگ^{۱۹} و گوین^{۲۰} هر کدام با ۱۷ اثر بیشترین میزان آثار را دارا می‌باشند. وانگ با دریافت ۲۴۲ استناد محلی و ۸۱۷ استناد جهانی بیشترین میزان استناد را به خود اختصاص داده و رتبه اول را کسب کرده است. در میان مؤسسات، دانشگاه لانژو^{۲۱} و دانشگاه شانژی نورمال^{۲۲} با ۱۴ اثر بیشترین میزان آثار را به خود اختصاص داده‌اند. در میان نشریات نیز، نشریه کاربردهای جهان واقعی آنالیز غیر خطی^{۲۳} بیشترین میزان آثار را منتشر کرده است.

در پاسخ به سؤال دوم، برای به دست آوردن مهم‌ترین موضوعات از نظر فراوانی و زوج‌های هم‌واژگانی در پژوهش‌های علمی مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع، پس از فراخوانی داده‌ها در نرم‌افزار Bibexcel و یکدست‌سازی آن‌ها فراوانی کلیدواژه‌ها و زوج‌های هم‌واژگانی محاسبه و در جدول ۲ گزارش شده است.

¹⁷thesaurus ¹⁸S. M. Fu ¹⁹M. X. Wang ²⁰L. N. Guin ²¹Lanzhou University ²²Shaanxi Normal University

²³Nonlinear Analysis Real World Applications

جدول ۱. وضعیت پژوهش‌های مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Table 1: Status of researches related to the cross-diffusion predator prey model

رتبه پنجم (تعداد رکورد)	رتبه چهارم (تعداد رکورد)	رتبه سوم (تعداد رکورد)	رتبه دوم (تعداد رکورد)	رتبه اول (تعداد رکورد)	ویژگی آثار علمی
Review (۱)	Book Chapter (۲)	Early Access (۵)	Proceedings Paper (۱۴)	Article (۳۰۵)	نوع پژوهش
۲۰۱۲ (۲۳)	۲۰۱۹ (۲۶)	۲۰۲۲ (۲۹)	۲۰۲۰ (۳۰)	۲۰۱۸ (۳۴)	سال
انگلیس (۱۱)	فرانسه (۱۳)	ایالات متحده (۱۸)	هند (۳۵)	چین (۲۲۶)	کشور
W. T. Li (۹)	Y. X. Wang (۱۱)	L. N. Guin (۱۷)	M. X. Wang (۱۷)	S. M. Fu (۱۷)	پژوهشگر (تعداد آثار)
L. N. Guin (۶۹)	G. Q. Sun (۷۵)	Z. Jin (۷۵)	P. Y. H. Pang (۱۴۶)	M. X. Wang (۲۴۲)	پژوهشگر (استناد محلی)
L. N. Guin (۲۲۲)	G. Q. Sun (۲۴۰)	Z. Jin (۲۴۶)	P. Y. H. Pang (۴۶۱)	M. X. Wang (۸۱۷)	پژوهشگر (استناد جهانی)
Southeast Univ. (۱۰)	N. W. Normal Univ. (۱۱)	Southwest Univ. (۱۳)	Shaanxi Normal Univ. (۱۴)	Lanzhou Univ. (۱۴)	مؤسسه
Chaos Solitons & Fractals (۱۲)	Applied Mathematics & Computation (۱۲)	Computers & Mathematics with Applications (۱۳)	International Journal of Bifurcation and Chaos (۱۸)	Nonlinear Analysis Real World Applications (۲۳)	نشریه

همان‌طور که در جدول ۲ آمده است انتشار متقاطع و مدل شکار و شکارچی با بیشترین فراوانی در صدر جدول قرار گرفته و به ترتیب مفاهیم ساختار الگویی، ناپایداری تورینگ و پایداری با فراوانی ۶۳، ۴۹ و ۴۰ جایگاه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. برای ترسیم نمودار ابر واژگان با استفاده از داده‌های یکدست شده از نرم‌افزار Bibexcel و فراخوانی آن‌ها در سایت ترسیم ابر واژگان، نمودار ابر واژگان ترسیم گردید. در نمودار ابر واژگان هم فراوانی کلیدواژه‌ها در جدول فوق به وضوح مشخص است. لازم به ذکر است در نمودار ابر واژگان درشت بودن کلمات نشان از فراوانی آن‌ها دارد.

جدول ۲. فراوانی موضوعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Table 2: The frequency of subjects of the cross-diffusion predator prey model

کلیدواژه	فراوانی
Cross diffusion	۱۵۰
Predator prey model	۱۲۵
Pattern formation	۶۳
Turing instability	۴۹
Stability	۴۰
Reaction diffusion system	۳۲

براساس شکل ۱ کلید واژه‌های انتشار متقاطع، مدل شکار و شکارچی، ساختار الگویی، ناپایداری تورینگ، پایداری و سیستم کنش انتشار دارای بیشترین فراوانی هستند. در ادامه در جدول ۳ زوج هم‌واژگانی گزارش شده است.



شکل ۱. ابر واژگان مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Figure 1: Word cloud of the cross-diffusion predator prey model

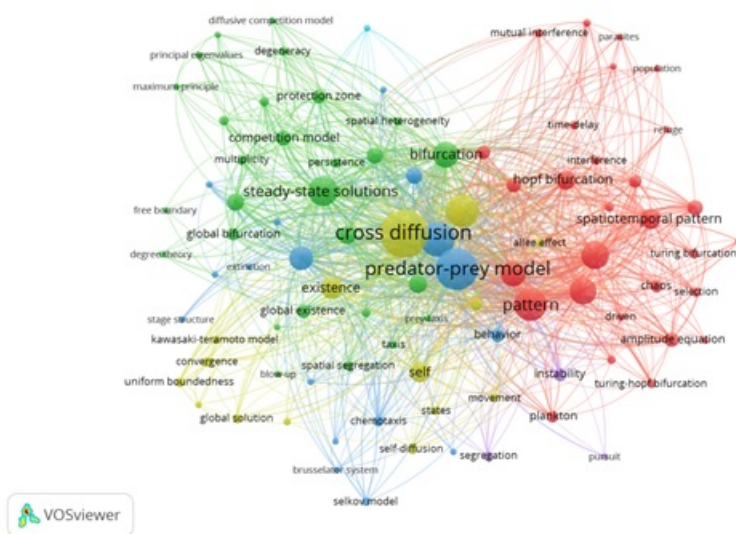
جدول ۳. زوج هم‌واژگانی مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Table 3: Co-word of the cross-diffusion predator prey model

زوج هم‌واژگانی	فراوانی
Cross diffusion- Predator prey model	۶۸
Cross diffusion- Pattern formation	۳۷
Cross diffusion-Turing instability	۳۲
Pattern formation-Predator prey model	۲۸
Predator prey model- Turing instability	۲۳

براساس جدول ۳ بیشترین زوج هم‌واژگانی مربوط است به انتشار متقاطع و مدل شکار و شکارچی که در ۶۸ پژوهش مشاهده شده است. در جایگاه دوم انتشار متقاطع و ساختار الگویی قرار گرفته است و جایگاه سوم را انتشار متقاطع و ناپایداری تورینگ به خود اختصاص داده‌اند.

در پاسخ به سؤال سوم پژوهش، به منظور ترسیم و تحلیل خوشه‌ها و موضوعات مربوط به پژوهش‌های مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع تمامی مطالعات استخراج شده از WOS وارد نرم‌افزار VOS viewer شدند. در ادامه نقشه دانش پژوهش‌های مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع ترسیم شده است. به دنبال تحلیل هم‌واژگانی مطالعات این حوزه، ۶ خوشه از واژگان و مفاهیم شناسایی شد. شکل ۲ نقشه مفاهیم در حوزه پژوهشی مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است بزرگی دایره‌ها نشان دهنده کاربرد بیشتر آن مفاهیم در توصیف آثار و رنگ آن‌ها نشان دهنده خوشه مفاهیم است.



شکل ۲. مفاهیم و خوشه‌های موضوعی مطالعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Figure 2: Co-word network analysis of the cross-diffusion predator prey model

همان‌طور که در شکل ۲ نمایان است، نقشه دانش هم‌رخدادی واژگان تشکیل ۶ خوشه داده است. جزئیات این خوشه‌ها در جدول ۴ گزارش شده است.

بر اساس اطلاعات جدول ۴، هر یک از خوشه‌ها از مفاهیم متنوعی تشکیل شده‌اند. در راستای تحلیل خوشه‌های تشکیل شده، از برآیند واژگان موجود در هر خوشه، حوزه موضوعی خوشه‌ها مشخص شده است. کلیدواژه‌های تشکیل دهنده خوشه یک در خصوص مباحث ساختار الگویی شکل گرفته است. خوشه دو، در خصوص وجود جواب است و در خوشه سه، پایداری جواب مطرح شده است. در خوشه چهار مباحثی در خصوص بررسی مدل با انتشار متقاطع سبب شکل‌گیری این خوشه شده است. خوشه پنج به بررسی ناپایداری‌ها می‌پردازد و در خوشه شش روش کاهشی لیپانوف اشمیت قرار گرفته است. در ادامه نقشه دانش همکاری کشورها ترسیم شده است.

همان‌طور که در شکل ۳ نمایش داده شده، در میان کشورهای این حوزه، کشور چین بیشترین تعداد آثار را دارد و بیشترین میزان ارتباط را با دیگر کشورها به خود اختصاص داده است، همچنین در این حوزه نقش بسیار پررنگی را ایفا می‌کند. در ادامه نقشه همکاری نویسندگان مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع گزارش شده است.

جدول ۴. نقشه دانش هم‌رخدادی واژگان مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

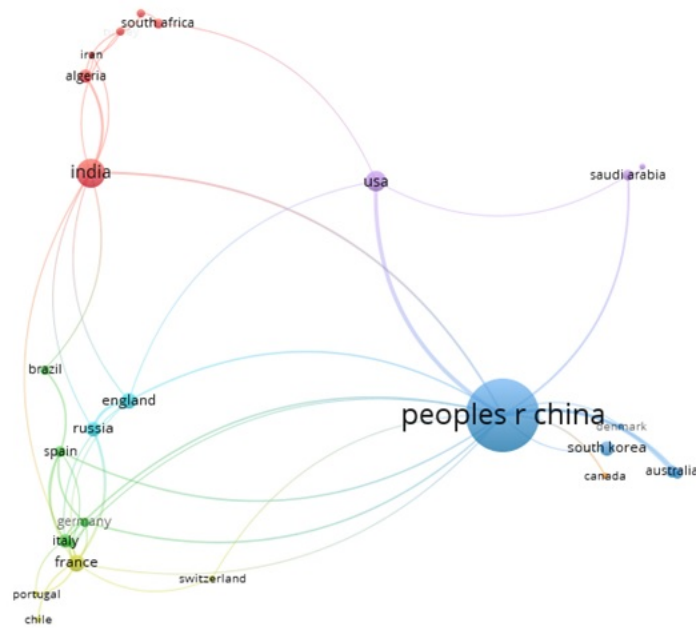
Table 4: The co-occurrence network analysis of the cross-diffusion predator prey model

خوشه	مفاهیم خوشه	حوزه موضوعی خوشه ها
۱	Pattern- turing instability- dynamics spatiotemporal pattern- hopf bifurcation spatial patterns- amplitude equation- model	مباحث ساختار الگویی
۲	steady state solutions- bifurcation- equations reaction diffusion- qualitative analysis competition model- global bifurcation global existence-protection zone- coexistence	وجود جواب
۳	predator prey model -global stability - behavior positive solutions-stability- chemotaxis	پایداری جواب
۴	cross diffusion - population- existence- self model - convergence-global solution-system	بررسی مدل با انتشار متقاطع
۵	Instability- segregation- pursuit	ناپایداری
۶	lyapunov-schmidt reduction	روش کاهشی لیاپانوف اشمیت

بر اساس نقشه همکاری نویسندگان (شکل ۴)، نقشه از ۵ خوشه تشکیل شده است. همان‌طور که در نقشه نمایش داده شده، گوبین با ده اثر و ۷ ارتباط، بیشترین میزان همکاری را به خود اختصاص داده است و وانگ^{۲۴} با هفت اثر و ۴ ارتباط بیشترین میزان ارتباطات را به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس ارتباطات و شبکه اجتماعی به‌دست آمده میان پژوهشگران از طریق نرم‌افزار VOS viewer، در مرحله بعدی و با استفاده از نرم‌افزارهای Bibexcel و Gephi به تحلیل پژوهشگران مطالعات جهان مرتبط با مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع بر اساس سنجه‌های مرکزیت^{۲۵} پرداخته شد (جدول ۵).

یکی از سنجه‌های مفید جهت تحلیل شبکه‌های اجتماعی، سنجه‌های مرکزیت فریمین شامل مرکزیت درجه^{۲۶}، مرکزیت نزدیکی^{۲۷} و مرکزیت بینابینی^{۲۸} است. مرکزیت، انواع و تعداد روابطی است که عضوی از شبکه با سایر اعضای آن شبکه برقرار کرده است را نشان می‌دهد [۴]. مرکزیت درجه یک گره، نشانگر تعداد پیوندهای آن با سایر گره‌های موجود در شبکه است [۱، ۳۱]. مرکزیت نزدیکی فاصله یک گره با گره‌های دیگر موجود در شبکه را سنجیده و میانگین طول کوتاه‌ترین مسیر میان آن گره و سایر گره‌های موجود در شبکه را نشان می‌دهد [۴]. مرکزیت بینابینی یک گره، به تعداد دفعاتی اطلاق می‌شود که آن گره در بین کوتاه‌ترین مسیرهای بین جفت گره‌ها قرار می‌گیرد. گره‌های با مرکزیت بینابینی بالا در یک موقعیت ممتاز نقش یک کارگزار یا دروازه‌بان را برای اتصال گره‌ها و گروه‌ها بازی می‌کنند و به عنوان یک شاخص قدرت کنترل‌کننده مستقیم و غیرمستقیم جریان اطلاعات در شبکه شمرده می‌شوند. همچنین مقدار مرکزیت بینابینی، عددی بین صفر و یک است؛ در حالت صفر با حذف گره هیچ اتفاق خاصی در شبکه پیش نمی‌آید و همه گره‌ها به هم متصل باقی می‌مانند و حتی فواصل کوتاه میان‌شان از بین نمی‌رود، اما در حالت یک، گره در موقعیت استراتژیکی قرار دارد که در این صورت این گره خود می‌تواند کاندیدای نقطه عطف بوده و از

²⁴M. X. Wang ²⁵centrality ²⁶degree centrality ²⁷closeness centrality ²⁸betweenness centrality



شکل ۳. همکاری کشورهای مطالعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Figure 3: Cooperation map of the countries of the cross-diffusion predator prey model



شکل ۴. نقشه همکاری نویسندگان مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع

Figure 4: Co-author network analysis of the cross-diffusion predator prey model

موقعیت منحصر به فردی برخوردار باشد [۸]. در ادامه پنج پژوهشگر برتر جهان در این حوزه براساس هر یک از شاخص‌های مرکزیت در جدول ۵ گزارش شده است.

براساس داده‌های جدول ۵ در میان نویسندگان برتر جهان به ترتیب فو و وانگ^{۲۹} و ژانگ^{۳۰} از نظر مرکزیت درجه دارای رتبه‌های برتر می‌باشند. از نظر مرکزیت نزدیکی نیز گوین و قورای^{۳۱} و بیکناشو^{۳۲} به ترتیب دارای برترین رتبه‌ها می‌باشند. از نظر مرکزیت بینابینی نیز وانگ و فو و ژانگ به ترتیب در جایگاه اول تا سوم قرار گرفته‌اند.

²⁹W. M. Wang ³⁰L. Zhang ³¹S.Ghorai ³²V. N. Biktashev

جدول ۵. پنج پژوهشگر برتر مطالعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع بر اساس سنج‌های مرکزیت

Table 5: The top five researchers of the cross-diffusion predator prey model based on centrality measures

مرکزیت بینابینی	نویسنده	مرکزیت نزدیکی	نویسنده	مرکزیت درجه	نویسنده
۸۷	W. M. Wang	۱	L. N. Guin	۱۰	S. M. Fu
۵۵/۵	S. M. Fu	۱	S. Ghorai	۸	W. M. Wang
۵۱	L. Zhang	۱	V. N. Biktashev	۸	L. Zhang
۴۷	Y. F. Jia	۱	M. A. Tsyganov	۷	H. B. Shi
۲۷	H. B. Shi	۱	S. Chakravarty	۷	Y. F. Jia

۵. بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل هم‌رخدادی واژگان برای ردیابی مفاهیم علوم، دیداری‌سازی زمینه‌های موضوعی توسط پژوهشگران است که نتایج تحلیل‌های حاصل از مطالعات برای پژوهشگران و سیاست‌گذاران علمی حائز اهمیت است. پژوهش حاضر با هدف تحلیل و مقایسه روند پژوهش و ترسیم نقشه دانش در مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع با تمرکز بر شاخص‌های علم‌سنجی و براساس آثار نمایه شده در وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۲۲ انجام شد. بیشترین میزان آثار چاپ شده مربوط به مقالات پژوهشی با ۳۰۵ اثر، همچنین بیشترین میزان انتشار آثار در سال ۲۰۱۸ با تعداد ۳۴ اثر بوده است. در میان کشورها، کشور چین با فاصله بسیار زیاد در جایگاه اول قرار دارد و با ۲۲۶ اثر در صدر قرار گرفته است و بعد از آن هند با ۳۵ اثر و ایالات متحده با ۱۸ اثر در جایگاه دوم و سوم قرار گرفته‌اند. در پژوهش [۲۲] به ترتیب، چین، ایالات متحده و ایران قرار دارند. در پژوهش [۱۷] کشور آمریکا، انگلیس و ترکیه به ترتیب در جایگاه اول تا سوم هستند. در پژوهش [۱۸] نیز آمریکا در صدر قرار گرفته است. در پژوهش [۲۰] مالزی و اندونزی در جایگاه اول و دوم قرار گرفته‌اند. نکته قابل توجه، جایگاه ایران در میان کشورهای مشارکت‌کننده است که با ۲ اثر رتبه ۲۶ را از آن خود کرده است. در میان نویسندگان فو، وانگ^{۳۳} گوین هر کدام با ۱۷ اثر بیشترین میزان آثار را دارا می‌باشند. در پژوهش [۲۲] کلیری^{۳۴}، بریبیا^{۳۵} و دهقان^{۳۶} در جایگاه اول تا سوم قرار گرفته‌اند. در پژوهش [۹] شیانگن^{۳۷} در جایگاه نخست قرار دارد. وانگ با دریافت ۲۴۲ استناد محلی و ۸۱۷ استناد جهانی بیشترین میزان استناد را به خود اختصاص داده و رتبه اول را کسب کرده است. پانگ^{۳۸} با دریافت استناد محلی ۱۴۶ و استناد جهانی ۴۶۱ در جایگاه دوم قرار گرفت. همچنین جین^{۳۹} با استناد محلی ۷۵ و استناد جهانی ۲۴۶ رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. در میان مؤسسات، دانشگاه لانژو و دانشگاه شانژی نورمال با ۱۴ اثر بیشترین میزان آثار را به خود اختصاص داده‌اند. در پژوهش [۲۲] دانشگاه آزاد اسلامی^{۴۰}، مؤسسه فناوری هندوستان^{۴۱} و دانشگاه بین‌المللی چنگ کانگ^{۴۲} در جایگاه نخست تا سوم قرار گرفته‌اند. در میان نشریات نیز، نشریه کاربردهای جهان واقعی آنالیز غیر خطی^{۴۳} بیشترین میزان آثار را منتشر کرده است. در پژوهش [۱۸] مجله مطالعات آموزشی در ریاضیات در جایگاه نخست قرار گرفته است. انتشار متقاطع با فراوانی ۱۵۰ و مدل شکار و شکارچی با فراوانی ۱۲۵ بیشترین میزان تکرار را به خود اختصاص داده‌اند. در این میان مفاهیم ساختار الگویی، ناپایداری تورینگ و پایداری به ترتیب با فراوانی ۶۳، ۴۹ و ۴۰ در جایگاه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در تصویر ابر واژگان

³³M. X. Wang ³⁴P. Cleary ³⁵C. Brebbia ³⁶M. Dehghan ³⁷H. u. Xiangen ³⁸P. Y. H. Pang ³⁹Z. Jin

⁴⁰Islamic Azad University ⁴¹Indian Institute Technology ⁴²National Cheng Kung University ⁴³Nonlinear Analysis Real World Applications

کلیدواژه‌های انتشار متقاطع، مدل شکار و شکارچی، ساختار الگویی، ناپایداری تورینگ و پایداری دارای بیشترین فراوانی هستند. در پژوهش [۹] پرتکرارترین کلیدواژه سیستم آموزشی هوشمند و آموزش ریاضی است. همچنین در پژوهش [۱۷] نیز ریاضی، آموزش، دانش‌آموز و پیشرفت پرتکرارترین کلیدواژه‌ها بوده است. در پژوهش [۲۰] کلیدواژه‌های اسلامی، اقتصادی و ریاضیات به ترتیب در جایگاه اول تا سوم جای دارند. بیشترین زوج هم‌واژگانی مربوط به انتشار متقاطع و مدل شکار و شکارچی است که در ۶۸ پژوهش مشاهده شده است. انتشار متقاطع و ساختار الگویی در جایگاه دوم قرار گرفته و جایگاه سوم را انتشار متقاطع و ناپایداری تورینگ به خود اختصاص داده است. به دنبال تحلیل هم‌واژگانی مطالعات این حوزه، ۶ خوشه از واژگان و مفاهیم شناسایی شد. کلیدواژه‌های تشکیل دهنده‌ی خوشه یک در خصوص مباحث ساختار الگویی شکل گرفته است. خوشه دو، در خصوص وجود جواب است و در خوشه سه، پایداری جواب مطرح شده است. در خوشه چهار مباحثی در خصوص بررسی مدل با انتشار متقاطع سبب شکل‌گیری این خوشه شده است. خوشه پنج به بررسی ناپایداری‌ها می‌پردازد و در خوشه شش روش کاهشی لیپانوف اشمیت قرار گرفته است. در پژوهش [۲۰] سه خوشه موضوعی شکل گرفت همچنین در پژوهش [۹] نقشه دانش، تشکیل سه خوشه را داد که مهم‌ترین مفاهیم آن، سیستم آموزشی هوشمند و آموزش ریاضی بوده است. نقشه همکاری کشورها نیز نشان داد در میان کشورهای این حوزه کشور چین بیشترین تعداد آثار را دارد و بیشترین میزان ارتباط را با دیگر کشورها به خود اختصاص داده است. براساس نقشه همکاری نویسندگان، نقشه تشکیل ۵ خوشه را داده است. در این میان، گوین با ده اثر و ۷ ارتباط، بیشترین میزان همکاری را داشته و وانگ^{۴۴} با هفت اثر و ۴ ارتباط بیشترین میزان ارتباطات را به خود اختصاص داده است. در میان نویسندگان برتر جهان به ترتیب فو، وانگ^{۴۵} و ژانگ از نظر مرکزیت درجه دارای رتبه‌های برتر می‌باشند. از نظر مرکزیت نزدیکی نیز گوین، قورای و بیکتاشو به ترتیب برترین رتبه‌ها را کسب کردند. از نظر مرکزیت بینایی نیز وانگ^{۴۶}، فو و ژانگ به ترتیب در جایگاه اول تا سوم قرار گرفته‌اند. بر اساس پژوهش انجام شده روند موضوعات در حوزه مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع در طی سال‌های ۲۰۲۲-۱۹۹۷ به صورت زیر انجام شده است. روند موضوعات انجام شده توسط پژوهشگران در مطالعات مدل شکار و شکارچی با انتشار متقاطع ابتدا به بررسی کران‌داری و وجود جواب پرداخته و در ادامه نیز مباحثی از قبیل پایداری، پایداری سراسری و ناپایداری جواب‌ها را بررسی کردند. سپس ناپایداری تورینگ و ساختار الگویی و تاخیر زمانی در این مدل‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت به تحلیل انشعاب‌ها از جمله انشعاب هاپف، انشعاب تورینگ و انشعاب هاپف-تورینگ پرداخته‌اند.

مراجع

- [1] A. Abbasi, L. Hossain and L. Leydesdorff, Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks, *JOI*, **6** (2012) 403-412.
- [2] A. Atabaigi, A. Barati and H. Norouzi, Bifurcation analysis of an enzyme-catalyzed reaction-diffusion system, *Comput. Math. Appl.*, **75** (2018) 4361-4377.
- [3] F. Bahrololomi Tabatabaie, R. Farshid, N. Riahiniya and N. Ahmad, Knowledge Mapping of Iranian Scientific Products in the Field of Semantic Web Applications, *International Journal of Knowledge Processing Studies*, **2** (2022) 1-12.
- [4] M. J. Cuellar, R. Vidgen, H. Takeda and D. Truex, Ideational influence, connectedness, and venue representation: Making an assessment of scholarly capital, *J. Assoc. Inf. Syst.*, **17** (2016) 1-28.
- [5] M. Farshid and Y. Jalilian, Steady-state bifurcation and Hopf bifurcation in a cross-diffusion prey-predator system with Ivlev functional response, *Math. Methods Appl. Sci.*, **46** (2023) 5328-5348.

⁴⁴M. X. Wang ⁴⁵W. M. Wang ⁴⁶W. M. Wang

- [6] M. Farshid and Y. Jalilian, Turing instability in a modified cross-diffusion Leslie-Gower predator-prey model with Beddington-DeAngelis functional response, *Bound. Value Probl.*, **2022** (2022) 20 pp.
- [7] S. Gao, L. Chang, X. Wang, C. Liu, X. Li and Z. Wang, Cross-diffusion on multiplex networks, *New J. Phys.*, **22** (2020) 9 pp.
- [8] D. Hansen, B. Shneiderman and M. A. Smith, Analyzing social media networks with NodeXL: Insights from a connected world, *Morgan Kaufmann* (2010).
- [9] G. J. Hwang and Y. F. Tu, Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review, *Mathematics*, **9** (2021).
- [10] S. Jafari Baghiabadi and R. Farshid, Studying of research related to COVID-19 vaccine in iran and the world: a thematic analysis and scientific collaborations, *Iran J. Med. Microbiol.*, **15** (2021) 414–457.
- [11] C. Liu, L. Li, Z. Wang and R. Wang, Pattern transitions in a vegetation system with cross-diffusion, *Appl. Math. Comput.*, **342** (2019) 255–262.
- [12] D. Luo, Global bifurcation for a reaction-diffusion predator-prey model with Holling-II functional response and prey-taxis, *Chaos Solitons Fractals*, **147** (2021) 8 pp.
- [13] S. Moosavi, R. Farshid and S. Jafari Baghi Abadi, The role of medical and health archives in scientific research from a scientometrics perspective, *Iran J. Med. Microbiol.*, **15** (2021) 508–536.
- [14] J. D. Murray, *Mathematical Biology*, **19**, Springer-Verlag, New York, Berlin, 1993.
- [15] A. Nowrozi Chakli, Corona crisis, virtual research and virtual scientometrics, *Scientometrics Res. J.*, **5** (2018) 1–2. [In Persian]
- [16] A. Noruzi, B. Gholampour, S. Gholampour, S. Jafari, R. Farshid, A. Stanek and A. A. Saboury, Current and future perspectives on the COVID-19 vaccine: a scientometric review, *J. Clin. Med.*, **11** (2022).
- [17] A. Ozkaya, Bibliometric analysis of the studies in the field of mathematics education, *Educ. Res. Rev.*, **13** (2018) 723–734.
- [18] M. C. Ramirez and R. A. Rodriguez Devesa, A scientometric look at mathematics education from Scopus database, *The Mathematics Enthusiast*, **16** (2019) 37–46.
- [19] G. Restrepo and P. Willett, The journal of mathematical chemistry: a bibliometric profile, *J. Math. Chem.*, **55** (2017) 1589–1596.
- [20] A. S. Rusydiana, Y. D. Sanrego and W. A. Pratomo, Mathematical modeling on Islamic economics and finance: ascientometric, *Library Philosophy and Practice*, (2021).
- [21] R. K. Upadhyay and S. R. Iyengar, *Introduction to mathematical modeling and chaotic dynamics*, CRC press, Boca Raton, FL, 2014.
- [22] R. Verma, V. Lobos-Ossandón, J. M. Merigó, C. Cancino and J. Sienz, Forty years of applied mathematical modelling: a bibliometric study, *Appl. Math. Model.*, **89** (2021) 1177–1197.
- [23] F. Yi, J. Wei and J. Shi, Diffusion-driven instability and bifurcation in the Lengyel-Epstein system, *Non-linear Anal. Real World Appl.*, **9** (2008) 1038–1051.
- [24] M. Zhu, J. Li and X. Lian, Pattern dynamics of cross diffusion Predator-prey system with strong allee effect and hunting cooperation, *Mathematics*, **10** (2022) 31–71.
- [25] م. پندار و ف. فروزانفر، کاربرد ریاضیات در تکنولوژی ارتباطات، اولین کنفرانس آموزش و کاربرد ریاضی کرمانشاه، (۱۳۹۶).

- [۲۶] پ. حسن‌زاده، ع. اسفندیاری مقدم، ف. سهیلی و ا. موسوی چلک، هم‌نویسی و رابطه بین نفوذ اجتماعی و میزان کارایی و بهره‌وری پژوهشگران حوزه نارسایی مزمن قلب و عروق، پژوهشنامه علم سنجی ۲ (۱۳۹۷) ۱۶۰-۱۴۳.
- [۲۷] ث. ذوالفقاری، م. توکلی‌زاده راوری، ا. میرزایی، ف. سهیلی و م. سجادیان، کاربرد نقشه‌های به‌دست آمده از تحلیل هم‌رخدادی واژگان پروانه‌های ثبت اختراع در آشکارسازی دانش فنی، مطالعات ملی و کتابداری سازماندهی اطلاعات، ۳ (۱۳۹۵) ۱۴۷-۱۵۹.
- [۲۸] ا. ربیعی مطلق و ح. م. محمدی‌نژاد، پایداری و بقا در یک مدل ریاضی از تأثیر متقابل منابع آبی و جمعیت بر یکدیگر، مجله مدل‌سازی پیشرفته ریاضی، ۱۱ (۲۰۲۱) ۲۵-۳۹.
- [۲۹] ر. زوارقی، ترسیم نقشه‌های علمی: اصول، فنون و ابزارها، سمت تهران، ۱۳۹۷.
- [۳۰] ح. ظهوری زنگنه و ه. فتاح‌پور، تاریخچه تکامل مدل‌های شکار-شکارچی، فرهنگ و اندیشه ریاضی، ۳۷ (۲۰۱۸) ۳۵-۵۷.
- [۳۱] م. ا. عرفان منش و ه. ارشدی، شبکه هم‌نویسندگی مؤسسات در مقاله‌های علم اطلاعات و دانش‌شناسی ایران، تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی، ۴۹ (۱۳۹۴) ۷۹-۹۹.
- [۳۲] ر. فرشید، ف. بحرالعلومی طباطبائی و ن. ریاحی‌نیا، مقایسه تحلیل مفاهیم سواد رسانه‌ای و سواد رایانه‌ای در پایگاه وب آو ساینس، نشریه مطالعات رسانه‌های نوین، ۸ (۱۴۰۱) ۳۷-۶۵.
- [۳۳] ر. فرشید، ف. سهیلی، ح. غلامی و ا. گرایی، واکاوی قلمروهای مطالعاتی سرطان معده با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، مدیریت اطلاعات سلامت، ۱۷ (۱۳۹۹) ۱۳۳-۱۳۹.
- [۳۴] ر. فرشید، ی. عابدی و س. جعفری، ریز داده‌ها و کاربرد آن در حوزه‌های علمی مختلف: مطالعه علم‌سنجی، پژوهش‌نامه علم سنجی، ۸ (۱۴۰۱) ۲۸۱-۲۵۵.
- [۳۵] ر. فرشید و م. فرشید، ترسیم نقشه دانش موضوعات کووید ۱۹ در حوزه ریاضی علم سنجی، اولین کنفرانس بین‌المللی ریاضیات و کاربردها، ۱۴۰۰.
- [۳۶] ع. نوروزی چاکلی، بحران کرونا، پژوهش مجازی و علم‌سنجی مجازی، پژوهش‌نامه علم سنجی، ۵ (۱۳۹۸) ۱-۲.

مرضیه فرشید

گروه ریاضی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
marzieh.farshid.math@gmail.com

مرضیه فرشید متولد اسفند ماه ۱۳۶۸ در شهر خرم‌آباد است. وی در سال ۱۳۸۶ وارد مقطع کارشناسی رشته ریاضی محض دانشگاه شهید چمران اهواز شد و در سال ۱۳۹۰ وارد مقطع کارشناسی ارشد رشته ریاضی محض دانشگاه الزهرا تهران شد. همچنین در سال ۱۳۹۷ وارد مقطع دکتری رشته ریاضی دانشگاه رازی کرمانشاه شد.



راضیه فرشید

گروه علم اطلاعات، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
raziyeh.farshid@gmail.com

راضیه فرشید متولد اسفند ماه ۱۳۶۸ در شهر خرم‌آباد است. وی در سال ۱۳۸۷ وارد مقطع کارشناسی رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز شد و در سال ۱۳۹۱ وارد مقطع کارشناسی ارشد رشته مطالعات آرشیو دانشگاه تهران شد. همچنین در سال ۱۳۹۹ وارد مقطع دکتری رشته بازیابی اطلاعات و دانش دانشگاه خوارزمی شد.

