



Google, Yahoo and Bing Search Engines' Performance in the Persian Information Retrieval: A Fuzzy and Classical Evaluation

N. Abbasi Dashtaki¹
M. Cheshmeh Sohrabi²

Received: 19, Jan. 2019

Accepted: 2, Feb. 2019

doi: 10.30484/nastinfo.2019.2311

Abstract

Purpose: Evaluating the Fuzzy and classical search engines' performance in Persian information retrieval to determine the false drop rate and select the best in retrieving the lowest duplicate records.

Methodology: In this applied research, the semi-experimental, evaluative and comparative methods are adopted. Research samples are selected according to purposeful sampling, based on the popularity of search engines. The data collection tool is a researcher-devised checklist with 20 questions.

Findings: It is revealed that Google out performs Yahoo and Bing in both the fuzzy and classical evaluations. The obtained precision ratio of the fuzzy evaluation of search engines is greater than of the classical evaluation. In both evaluations, Google, Yahoo and Bing have the lowest rate of false drop, respectively. In the fuzzy evaluation, this false drop ratio is less than of the classical evaluation. Google has the lowest and Yahoo has the highest duplicate records' count.

Conclusion: The obtained findings from the fuzzy and classical evaluation reveal that Fuzzy evaluation increases the precision rate and reduces false drop in search engines. Moreover the Fuzzy evaluation provides a more accurate and realistic precision and false drop rate by introducing a spectrum of relevance rate of retrieved records. It is recommended that researchers apply fuzzy evaluation when evaluating the search engines' performance. In general, Google has better performance than Bing and Yahoo based on three measured criteria. Consequently, users are advised to apply this search engine when searching for Persian information on the web to save time and money.

Keywords: Information retrieval, Search engines, Performance, Fuzzy evaluation, Classical evaluation

¹ MA Student, Knowledge and Information Science, Isfahan University, nabbasi.d.69@gmail.com

² Associate Professor, Knowledge and Information Science, Isfahan University (Corresponding author), mo.sohrabi@edu.ui.ac.ir



عملکرد موتورهای جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ در بازیابی اطلاعات فارسی براساس رویکردهای ارزیابی فازی و کلاسیک

ندا عباسی دشتکی^۱

مظفر چشمه سهرابی^۲

چکیده

هدف: ارزیابی فازی و کلاسیک عملکرد موتورهای جستجو در بازیابی اطلاعات فارسی و تعیین میزان ریزش کاذب و بهترین موتور جستجو با بازیابی کمترین رکوردهای تکراری.

روش‌شناسی: پژوهش کاربردی حاضر به لحاظ روش انجام کار نیمه‌تجربی، تطبیقی، و ارزیابانه است. طبق نمونه‌گیری هدفمند و براساس محبوبیت موتورهای جستجو، نمونه‌های پژوهش انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها، سیاهه واری پژوهشگر ساخته با ۲۰ پرسش بود.

یافته‌ها: در دو ارزیابی فازی و کلاسیک، گوگل عملکرد بهتری نسبت به بینگ و یاهو داشت. به‌علاوه، مشخص شد میزان دقت ارزیابی فازی موتورهای جستجو از میزان دقت ارزیابی کلاسیک آنها بیشتر است. همچنین یافته‌ها در هر دو ارزیابی نشان داد گوگل، بینگ، و یاهو به ترتیب کمترین میزان ریزش کاذب را داشتند. علاوه بر این، میزان ریزش کاذب موتورهای جستجو در ارزیابی فازی کمتر از این میزان در ارزیابی کلاسیک به‌دست آمد. در این بررسی مشخص شد گوگل کمترین و یاهو بیشترین میزان رکوردهای تکراری را بازیابی کرد.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان داد ارزیابی فازی باعث افزایش میزان دقت و کاهش میزان ریزش کاذب در موتورهای جستجو می‌شود. با توجه به اینکه ارزیابی فازی با طیف‌بندی میزان ارتباط رکوردهای بازیابی‌شده، میزان مانعیت و ریزش کاذب دقیق‌تر و واقعی‌تری را ارائه می‌دهد، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود برای بررسی عملکرد موتورهای جستجو از ارزیابی فازی استفاده کنند. به‌طورکلی، یافته‌های پژوهش نشان داد موتور جستجوی گوگل براساس سه معیار اندازه گرفته‌شده، عملکرد بهتری نسبت به بینگ و یاهو از خود نشان داد. از این‌رو، به کاربران پیشنهاد می‌شود هنگام جستجوی اطلاعات فارسی در وب برای صرفه‌جویی در وقت و هزینه خود از این موتور جستجو استفاده کنند.

کلیدواژه‌ها: بازیابی اطلاعات، موتورهای جستجو، دقت، ریزش کاذب، رکوردهای تکراری، ارزیابی فازی، ارزیابی کلاسیک

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه اصفهان nabbasi.d.69@gmail.com

² دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول) mo.sohrabi@edu.ui.ac.ir

رشد و گسترش روزافزون شبکه جهانی وب، تغییر و تحول شگرفی در فرایند اطلاع‌یابی به وجود آورده است. اطلاعات از طریق صفحات وب منتشر می‌شوند و دسترس‌پذیر هستند (وزیرپور کشمیری و فزونی، 1391). به علاوه، گشت‌وگذار در اینترنت برای اهداف مختلف تبدیل به یک عادت برای انسان شده است. در حال حاضر پس از ایمیل، جستجو بارزترین دلیل برای رجوع به اینترنت است (ساهو، ماهاپاترا، و بالانتاری¹، 2015). مارچونی² (1993) «جستجوی اطلاعات را نوعی فعالیت حل مسئله می‌داند» (داورپناه، 1387، ص 75). جستجو در وب جهان‌گستر برای بازیابی اطلاعات و رفع نیاز اطلاعاتی انجام می‌شود. بازیابی اطلاعات، فرایند انتخاب از مخزن اطلاعات است (ویکری و ویکری³، 1380). بازیابی اطلاعات همیشه همزاد و همراه بشر بوده است. یکی از اهداف تدوین اطلاعات، دسترس‌پذیری و استفاده از آن در آینده است. رشد منابع اطلاعاتی سبب شده است تا اهمیت بازیابی و دسترسی به اطلاعات بیشتر از قبل باشد. ظهور وب و شخصی‌سازی تولید اطلاعات؛ یعنی فراگیر شدن تولید اطلاعات در میان عموم مردم باعث شده است تا حوزه بازیابی اطلاعات به موضوعی مهم تبدیل شود (نادی راوندی و حریری، 1395). فرایند بازیابی اطلاعات با انتخاب کلیدواژه (ها) و جستجو و تطبیق آن (ها) با کلیدواژه‌های ذخیره‌شده در نظام آغاز می‌شود و در صورت تطابق مدارک موجود در نظام با کلیدواژه مدنظر کاربر، مدارک بازیابی می‌شود. برای جستجو و بازیابی اطلاعات در محیط وب باید از ابزارهای کاوش استفاده کرد. این ابزارها که اطلاعات را از محیط شبکه جمع‌آوری، نمایه‌سازی، طبقه‌بندی، و جستجو می‌کنند و در اختیار کاربر قرار می‌دهند به سه دسته موتورهای جستجو، فراموتورهای جستجو، و فهرست‌های راهنما تقسیم می‌شوند. در حال حاضر، عامه‌پسندترین ابزار جستجو در وب، موتورهای جستجو هستند (نادی راوندی و حریری، 1395).

موتورهای جستجو، سرویس‌دهندگان اینترنتی هستند که با گردآوری اطلاعات مدارک و منابع اینترنتی، امکان جستجو و بازیابی این مدارک و منابع اطلاعاتی را فراهم می‌آورند (داودیان، 1380). بازیابی اطلاعات در موتورهای جستجو از طریق امکانات جستجو امکان‌پذیر است. کاوشگر اگر به‌خوبی مطلع نباشد که چه امکاناتی برای جستجو و بازیابی اطلاعات در محیط وب دسترس‌پذیر است و از طریق آنها چگونه می‌تواند به نتایج کاوش مدنظر خود دست یابد، هیچ‌گاه نخواهد توانست حتی از بهترین موتورهای جستجو به‌طور مؤثر و مناسب استفاده کند. درواقع، جستجوگرانی در بازیابی اطلاعات در محیط وب به نتیجه دلخواه خواهند رسید که با تسلط کامل بر اصول و امکانات جستجو، در زمان مناسب بتوانند از امکانات مختلف جستجو در موتورهای جستجو بهره لازم را ببرند (کوشا، 1381). سامانه بازیابی اطلاعات برای اینکه در

¹ Sahu, Mahapatra, & Balabantaray

² Marchionini

³ Vickery & Vickery

تأمین نیاز اطلاعاتی کاربر مؤثر باشد باید به‌نوعی محتوای اقلام (اسناد) اطلاعاتی موجود در یک گردآورد را تفسیر و بر مبنای درجه ربطشان با پرسش کاربر، رتبه‌بندی کند (بیزا-ییتس و ریبرو-نتو¹، 1385).

بر این اساس، قابلیت‌های موتورهای جستجو در رفع نیاز اطلاعاتی کاربران از مهم‌ترین ویژگی‌های هر موتور جستجو است. یک موتور جستجو را جز از طریق توانایی آن در پاسخ‌گویی به نیازهای اطلاعاتی مختلف نمی‌توان ارزیابی کرد.

ربط²، یکی از معیارهایی است که برای ارزیابی عملکرد نظام‌های بازیابی اطلاعات به‌ویژه موتورهای جستجو و کارایی کاوش‌های انجام‌شده به‌کار می‌رود و به‌وسیله دو مقیاس جامعیت و مانعیت سنجیده می‌شود (کوشا، 1381). ربط کلید جدایی‌ناپذیر بازیابی مؤثر است. دادوگرفت در بازیابی زمانی موفقیت‌آمیز است که مدارک بازیابی‌شده، مناسب درخواست‌کننده باشد. از این‌رو، ربط را می‌توان محکی برای توفیق بازیابی دانست (پائو³، 1379). ارزیابی کارایی یک نظام بازیابی اطلاعات صرف‌نظر از اینکه با چه نوع پایگاه اطلاعاتی روبه‌رو باشیم، بدون بررسی جامعیت و مانعیت ناتمام خواهد ماند و به‌درستی نمی‌توان درباره کارایی آن قضاوت کرد (کوشا، 1381). مانعیت عبارت است از بخشی از اسناد بازیابی‌شده که باربط هستند و جامعیت عبارت است از بخشی از اسناد باربطی که بازیابی شده‌اند (بیزا-ییتس و ریبرو-نتو، 1385).

جامعیت را فقط بر اساس مدارک شناخته‌شده‌ای ارزیابی می‌کنند که مرتبط با موضوع جستجو است و در پایگاه‌های اطلاعاتی نیز وجود دارد (لنکستر⁴، 1382). نظام بازیابی خوب می‌بایستی بازیافت بالا و دقت زیاد داشته باشد و نباید عناوین زیادی را حذف کند و به‌عبارتی ریزش کاذب ایجاد کند (داورپناه، 1387). ارزیابی موتورهای جستجو با سرعت توسعه آنها مطابقت ندارد. اهمیت این ارزیابی به دو دلیل است: 1) کمک به کاربران وب در انتخاب موتورهای جستجو و 2) اطلاع از توسعه الگوریتم‌های جستجو و موتورهای جستجو (دکا و لکار⁵، 2010). اندازه‌گیری اثربخشی بازیابی اطلاعات موتورهای جستجوی جهانی وب به دلیل قضاوت ربط توسط انسان هزینه‌بر است. با این حال، از آنجایی که موتورهای جستجو کمک می‌کنند تا کاربران تعداد بیشتری از صفحات وب مرتبط را با تلاش کمتر بازیابی کنند، برای شرکت‌های تجاری و مردم مهم است که مؤثرترین موتورهای جستجو را در وب بشناسند (کن، نورای، و سودیک⁶، 2004).

یک روش اندازه‌گیری اثربخشی، محاسبه دقت در سطوح صفر تا 1 است (کرافت، متزler، و سترمان⁷، 2015). این نوع اندازه‌گیری بر اساس منطق فازی انجام می‌شود. منطق فازی مفهوم حقیقت جزئی را مطرح

¹ Baeza-yates & Ribeiro-neto

² Relevance

³ Pao

⁴ Lancaster

⁵ Deka & Lahk

⁶ Can, Nuray, & Sevdik

⁷ Croft, Metzler, & Strohan

می‌کند؛ یعنی حقیقت چیزی بین به‌تمامی درست و به‌تمامی نادرست. نخستین بار لطفی‌زاده، ریاضیدان ایرانی‌الاصل، در سال 1965 طی مقاله‌ای با عنوان مجموعه‌های فازی، تئوری منطق فازی را به‌شکل رسمی مطرح کرد. منطق فازی یک منطق بی‌نهایت مقداری است. منطقی پیوسته است که از استدلال تقریبی بشری، الگوبرداری کرده است (موسوی و صادقیان، 1395).

محاسبه دقت در سطوح صفر و 1، روشی دیگر برای اندازه‌گیری اثربخشی است. این نوع اندازه‌گیری براساس منطق کلاسیک است. منطق کلاسیک یا ارسطویی، تنها دو حالت برای موقعیت‌های مختلف قائل است: سیاه و سفید؛ آری و نه؛ روشن و تاریک؛ صفر و 1؛ درست و غلط، حال‌آنکه قایلان به تفکر فازی معتقدند ابهام در ماهیت علم است؛ یعنی همان‌طور که این ابهام‌ها در ذهن بشر وجود داشت و بشر با درک و توجه به آنها در ذهن خود پدیده‌ها را تغییر و مدل‌سازی می‌کند، منطق فازی نیز سعی دارد مدل‌هایی ارائه دهد که ابهام را به‌عنوان بخشی از سیستم ارائه کند (مکتبی‌فرد، 1387).

در ارزیابی کلاسیک دقت و بازیافت ابزارهای کاوش، مرتبط و نامرتب‌بودن یا به تعبیری همان منطق کلاسیک صفر و 1 بررسی می‌شود. یعنی اگر نتایج بازیابی‌شده مرتبط بود عدد 1 و اگر نامرتب بود صفر در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل، در هر دو فرمول دقت (مانعیت) و بازیافت (جامعیت)، با تعداد رکوردهای مرتبط و تعداد کل رکوردهای نامرتب و مشابه اینها مواجه هستیم. ارزیابی کلاسیک هیچ اهمیتی به درجه ارتباط‌های «کمی مرتبط» و تا «حدی مرتبط» منابع بازیابی‌شده نمی‌دهد؛ اما در ارزیابی فازی، عملکرد ابزارهای کاوش و درجه ارتباط محتوای نتایج بازیابی‌شده با درخواست کاربر سنجیده می‌شود و این درجه ارتباط بین صفر تا 1 قرار می‌گیرد. در نتیجه، درصد ارتباطی که برای کارایی یک ابزار کاوش براساس این فرمول اعلام می‌شود، بسیار دقیق‌تر از ارزیابی کلاسیک است. از آنجایی که تاکنون ارزیابی عملکرد موتورهای جستجو یا به‌روش کلاسیک انجام می‌گرفت یا به‌روش فازی، در هیچ پژوهشی این دو نوع ارزیابی با هم انجام نشده است. از این‌رو، در پژوهش حاضر سعی شده است تا ارزیابی براساس هر دو نوع منطق فازی و کلاسیک بر عملکرد موتورهای جستجو انجام شود. بنابراین، در راستای اهداف پژوهش به پرسش‌های زیر پاسخ داده می‌شود:

- میزان دقت موتورهای جستجوی نمونه براساس فرمول‌های ارزیابی کلاسیک و فازی چگونه است؟
 - میزان ریزش کاذب موتورهای جستجوی نمونه چقدر است؟
 - کدام موتور جستجو بهترین عملکرد را در بازیابی کمترین میزان رکوردهای تکراری دارد؟
- مرور پیشینه‌ها در ایران و خارج از کشور نشان می‌دهد پژوهش‌های بسیار زیادی عملکرد موتورهای جستجو را مقایسه کرده‌اند. اما، بیشتر این پژوهش‌ها مربوط به مقایسه موتورهای جستجو براساس فرمول ارزیابی کلاسیک است. با وجود این، معدود مطالعاتی عملکرد موتورهای جستجو را ارزیابی فازی کرده‌اند.

در ادامه به جدیدترین این پژوهش‌ها اشاره می‌شود که بعضی از آنها نمونه‌های بررسی شده پژوهش حاضر را مقایسه کرده‌اند.

الف) پژوهش‌های مربوط به ارزیابی کلاسیک عملکرد موتورهای جستجو

دکا و لکار (2010) در پژوهشی عملکرد پنج موتور جستجوی پرستفاده در بازیابی منابع؛ یعنی گوگل، یاهو، اسک، لایو¹، و ای‌اوال² را ارزیابی و با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج حاکی از آن بود که گوگل، یاهو، لایو، اسک، و ای‌اوال به ترتیب بهترین عملکرد را از خود نشان دادند.

لیو³ (2011) با ارزیابی شخصی کاربران موتورهای جستجوی گوگل، بینگ، و بلکو⁴ بیان کرد گوگل در حال حاضر بهترین موتور جستجو است؛ اما بینگ کمی عقب‌تر از گوگل است و بلکو بعد بینگ قرار دارد.

الدباغ⁵ (2012) در پژوهش خود با ارزیابی عملکرد معنایی موتورهای جستجوی گوگل، یاهو، ام‌اس‌ان، و هاکیا⁶ اذعان داشت هاکیا، گوگل، یاهو، و ام‌اس‌ان به ترتیب بیشترین تعداد اسناد مرتبط را بازیابی کردند. سادات موسوی، تاج‌الدینی، و حریری (1392) با مقایسه عملکرد موتورهای کاوش گوگل، یاهو، بینگ، اسک، و ای‌اوال در هدایت کاربران به صفحات خانگی در پاسخ به پرسش‌های راهبری نشان دادند موتور جستجوی گوگل، آوال، اسک، یاهو، و بینگ به ترتیب بیشترین موفقیت را در بازیابی داشتند.

احمدخان، سنگرا، احمد، و رحمان⁷ (2014) نیز در پژوهشی با مقایسه عملکرد موتورهای جستجوی معنایی و مبتنی بر کلیدواژه با پنج موتور جستجوی گوگل، یاهو، بینگ، داک‌داک‌گو⁸، و لکسه⁹ به این نتیجه رسیدند که بینگ، داک‌داک‌گو، گوگل، یاهو، و لکسه به ترتیب بهترین عملکرد را از خود نشان دادند. نتایج پژوهش الجید و متیو¹⁰ (2014) حاکی از آن بود که در ارزیابی عملکرد موتورهای جستجوی منتخب، به ترتیب گوگل، یاهو، و بینگ بهترین عملکرد را داشتند.

هم‌زمان با الجید و متیو، نگی، و کومار¹¹ (2014) با تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای موتورهای جستجوی کلیدواژه‌ای و مبتنی بر معنا اذعان داشتند که بینگ، داک‌داک‌گو، گوگل، یاهو، و هاکیا به ترتیب بهترین عملکرد را از خود نشان دادند.

¹ نام سابق موتور جستجوی بینگ Live

² AOL

³ Liu

⁴ Blekko

⁵ Aldabbagh

⁶ Hakia

⁷ Ahmad Khan, Sangroha, Ahmad, & Rahman

⁸ DuckDuckGo (<https://duckduckgo.com>)

⁹ Lexxe

¹⁰ Olajide & Matthew

¹¹ Negi & Kumar

ریاحی‌نیا، الله‌بخشیان، لطیفی، و رحیمی (1395) نیز با بررسی مقایسه‌ای جامعیت و دقت موتورهای جستجوی گوگل، بینگ، اسک، و ای‌اوال براساس شاخص ربط سیستمی و منطق جستجو نشان دادند گوگل بیشترین سطح دقت و جامعیت و بینگ کمترین سطح دقت و جامعیت را داشت.

مارتینز-ساناهوجا و سنچز¹ (2016) با ارزیابی مناسب بودن موتورهای جستجوی وب به‌عنوان پروکسی برای کشف دانش از وب، ویژگی‌های 13 موتور جستجوی گوگل، یاهو، بینگ، گیگابلاست²، یاندکس³، موزبات⁴، موجیک⁵، لایکاس⁶، هات‌بات⁷، گوگل، جایبورو⁸، اینتایروبو⁹، اکوسیا¹⁰، و ای‌اوال را شناسایی کردند. یافته‌های پژوهش حاکی از آن بود که گوگل بیشترین انعطاف‌پذیری را هنگام جستجوهای نامتقارن، عبارت‌های نامنظم، و هنگام به‌کاربردن اپراتورهای مجاورت از خود نشان می‌دهد. نتایج پژوهش بیتیریم و گورور¹¹ (2017) در ارزیابی عملکرد موتور جستجوی گوگل، یاهو، بینگ، و اسک نشان داد یاهو میزان دقت بیشتری نسبت به موتور جستجوی گوگل، بینگ، و اسک دارد.

ب) پژوهش‌های مربوط به ارزیابی فازی عملکرد موتورهای جستجو

بررسی متون نشان داد پژوهشی یافت نشد که براساس فرمول ارزیابی فازی مندرج در این مقاله انجام شده باشد؛ اما پژوهش‌هایی با رویکرد ارزیابی فازی انجام شده‌اند که در ادامه به بعضی از آنها اشاره می‌شود: وگان¹² (2004) اندازه‌گیری‌های جدید برای ارزیابی موتورهای جستجوی گوگل، آلتاویستا، و توما¹³ را پیشنهاد و آزمایش کرد. دقت، بازیافت، و میزان ثبات نمونه‌های بررسی‌شده حاکی از آن بود که گوگل بهترین و آلتاویستا بدترین عملکرد را دارد. کومار و پراکاش¹⁴ (2009) در پژوهش خود با بررسی مانعیت و جامعیت نسبی از موتورهای جستجوی گوگل و یاهو اذعان داشتند گوگل عملکرد بهتری نسبت به یاهو دارد.

¹ Martínez-Sanahuja & Sanchez

² Gigablast

³ Yandex

⁴ Mozbot

⁵ Mojeek

⁶ Lycos

⁷ Hot Bot

⁸ Gibiru

⁹ Entireweb

¹⁰ Ecosia

¹⁰ Toema

¹¹ Bitirim & Gorur

¹² Vaughan

¹³ Toema

¹⁴ Kumar & Prakash

گوتام و دیویدی¹ (2012) نیز در ارزیابی عملکرد موتورهای جستجو از طریق میزان تلاش کاربر با استفاده از روش جستجوی دو بُعدی کاربران و ارزیابی با 150 پرسش و براساس نمره متوسط مقیاس به این نتیجه رسیدند که به ترتیب گوگل، یاهو، و ام‌اس‌ان بهترین عملکرد را داشتند.

بالابانتاری، سوین، و ساهو² (2013) با ارزیابی موتورهای جستجو در وب براساس رتبه‌بندی نتایج و ویژگی‌ها دریافتند که به ترتیب گوگل، یاهو، ای‌اوال، بینگ، و اسک بیشترین تعداد نتایج مرتبط را ارزیابی کرده‌اند.

کومار و بهادو³ (2013) در پژوهشی با بررسی عملکرد سه موتور جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ نشان دادند دقت گوگل در مقایسه با یاهو و بینگ بالا بوده و یاهو نیز دقت بیشتری نسبت به بینگ داشته است. ساهو و همکاران (2015) با مقایسه تطبیقی موتورهای جستجو با توجه به ویژگی‌ها و معناشناسی عملکرد چهار موتور جستجوی گوگل، یاهو، بینگ، و اسک دریافتند در بیشتر مواقع، گوگل در مقایسه با سایر موتورهای جستجو نتایج بهتری ارائه می‌کند؛ زیرا گوگل معناشناختی جستجوی سؤالی را بیشتر از سه موتور جستجوی دیگر در نظر می‌گیرد.

لواندوسکی⁴ (2015) با ارزیابی اثربخشی بازیابی موتورهای جستجو در وب با استفاده از نمایش نمونه پرسش به این نتیجه رسید که گوگل عملکرد بهتری نسبت به بینگ دارد و در 95/3 درصد از مواقع پاسخ‌های صحیح را پیدا می‌کند؛ در حالی که بینگ فقط در 76/6 درصد از مواقع پاسخ‌های درست را یافته بود.

مرور پیشینه‌ها نشان داد پژوهشی که تاکنون به‌گونه‌ای انحصاری عملکرد موتورهای جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ را در ارزیابی اطلاعات فارسی براساس فرمول ارزیابی فازی و کلاسیک ارزیابی و مقایسه کرده باشد در ایران و خارج از ایران انجام نشده است. بنابراین، لزوم انجام پژوهش حاضر دو چندان می‌شود.

روش‌شناسی

در پژوهش کاربردی حاضر از روش نیمه‌تجربی برای اجرای فرمول دقت ارائه‌شده در لنکستر (1382) بر نتایج ارزیابی شده براساس جستجوی کلیدواژه‌ای و اجرای فرمول دقت پیشنهادی پژوهشگران بر این نتایج و نیز از روش مقایسه‌ای برای مقایسه نتایج اجرای فرمول دقت لنکستر با نتایج اجرای فرمول دقت پیشنهادی استفاده شد. همچنین، از روش کتابخانه‌ای برای بیان مبانی نظری و گردآوری پژوهش‌های پیشین بهره برده شد.

¹ Goutam & Dwivedi

² Balabantaray, Swain, & Sahoo

³ Kumar & Bhadu

⁴ Lewandowski

$$100 \times \frac{\text{تعداد مدارک بازیابی شده مرتبط}}{\text{تعداد کل مدارک بازیابی شده}} = \text{میزان دقت براساس منطق کلاسیک}$$

$$\frac{\text{درصد ارتباط محتوای مدارک بازیابی شده}}{\text{تعداد کل مدارک بازیابی شده}} = \text{میزان دقت براساس منطق فازی}$$

جامعه پژوهش شامل همه موتورهای جستجوی فعال در وب بود. براساس اطلاعات سایت <https://searchenginewatch.com> با نمونه‌گیری هدفمند سه موتور جستجوی کاربرپسند و محبوب گوگل، یاهو، و بینگ به‌عنوان نمونه‌های پژوهش انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها سیاهه واریسی پژوهشگر ساخته با 20 پرسش است که براساس موضوعات ارائه‌شده در سرعنوان‌های موضوعی فارسی تدوین شد و متخصصان علم اطلاعات و دانش‌شناسی، روایی آن را تأیید کردند. این سیاهه واریسی موضوعات آماری، سیاسی، نظامی و حقوقی، اقتصادی، علمی و فناوری، زبان، فرهنگ و ادبیات، تاریخ و جغرافیا، پزشکی و سلامت، هنر، دین، و فلسفه را پوشش می‌دهد که در جدول 1 ارائه شده است. 20 نتیجه اول بازیابی شده از 20 پرسش ارائه‌شده بررسی شد. بیزا-ییتس و ریبرو-نتو (1385) معتقدند:

بازیابی براساس کلیدواژه‌ها ممکن است کیفیت به‌نسبت پایینی داشته باشد که دو دلیل احتمالی آن به این شرح است: اول اینکه شاید پرسش کاربر از اصطلاحات بسیار کمی تشکیل شده باشد که بیشتر بدان معناست بافتار پرسش شرح ضعیفی دارد. دوم اینکه ممکن است مجموعه کلیدواژه‌هایی که برای یک سند مشخص تولید شده‌اند، در خلاصه‌کردن محتوای معنایی آن سند نارسا باشند (ص 21). بر این اساس، در پژوهش حاضر موضوعات به‌شکل پرسش مطرح شدند تا کیفیت بازیابی بیشتری نسبت به کلیدواژه داشته باشند.

نتایج این پرسش‌ها در فرمول دقت لنکستر که ارزیابی کلاسیک را نشان می‌دهد و در فرمول پیشنهادی پژوهشگران که ارزیابی فازی را ارائه می‌دهد قرار داده شد. بدین ترتیب، میانگین دقت بازیابی اطلاعات هر موتور جستجو طبق منطق فازی و کلاسیک محاسبه شد.

جدول 1. فهرست موضوعات

ردیف	پرسش	ردیف	پرسش
۱	فرقه وهابیت	۱۱	آنترپی اطلاعات
۲	هایدگر	۱۲	استاندارد متس
۳	رئیس جمهور فعلی عراق	۱۳	سیستم آی‌اواس
۴	نرخ دلار در ایران	۱۴	نشانه‌های انفارکتوس میوکارد
۵	تعداد کشته‌شدگان در زلزله بم	۱۵	خواص انجیر

۶	دیه کودک	۱۶	بزرگ‌ترین کویر جهان
۷	تعداد اعضای شورای نگهبان	۱۷	معروف‌ترین تراژدی‌نویس فرانسه
۸	سال شروع جنگ جهانی دوم	۱۸	معروف‌ترین موزه جهان
۹	صاحب بزرگ‌ترین نیروی زمینی جهان	۱۹	زبان رسمی مردم آرژانتین
۱۰	بازیابی معنایی	۲۰	آداب‌ورسوم ژاپنی‌ها در سال نو

برای بررسی فازی میزان ارتباط نتایج بازیابی‌شده، از این پارامترها استفاده شد: (1) برای مدارکی که به‌طور دقیق با پرسش مطابقت داشته باشند میزان ارتباط 100 درصد در نظر گرفته شد، (2) برای مدارکی که با پرسش ارتباط ضعیفی داشته باشند میزان ارتباط 10 درصد در نظر گرفته شد، (3) برای پرسش‌هایی که پاسخ موردی دارند به‌نسبت برای هر پرسش میزان ارتباط 25 درصد در نظر گرفته شد، (4) برای مدارکی که مرتبط نیستند میزان ارتباط صفر در نظر گرفته شد، و (5) پیوندهای کور بازیابی‌شده، نامرتب در نظر گرفته شدند.

برای بررسی کلاسیک میزان ارتباط نتایج بازیابی‌شده، از این پارامترها استفاده شد: (1) برای مدارک مرتبط، میزان ارتباط 100 درصد در نظر گرفته شد، (2) برای مدارک نامرتب، میزان ارتباط صفر در نظر گرفته شد، و (3) پیوندهای کور بازیابی‌شده، نامرتب در نظر گرفته شدند.

برای سنجش میزان ریزش کاذب هر موتور جستجو نیز از فرمول ارائه‌شده در پژوهش میرجود، قیاسی، دلیری، کوچکی‌نژاد ارم ساداتی، و عباسیان جوشقانی (1394) استفاده شد.

$$\text{درصد ریزش کاذب} = \frac{\text{تعداد مدارک بازیابی‌شده نامرتب}}{\text{تعداد کل مدارک بازیابی‌شده}} \times 100$$

پژوهش حاضر با توجه به اینکه عملکرد موتورهای جستجو به‌لحاظ بازیابی کمترین میزان ریزش کاذب و توانایی در بازیابی کمترین رکوردهای تکراری را نیز مقایسه می‌کند در زمره پژوهش‌های ارزیابی هم قرار می‌گیرد. میزان درصد بازیابی رکوردهای تکراری در هر موتور جستجو براساس بررسی 20 نتیجه اول بازیابی‌شده از 20 پرسش انجام‌شده طبق فرمول زیر محاسبه شده است.

$$\text{درصد رکوردهای تکراری} = \frac{\text{تعداد کل مدارک بازیابی‌شده تکراری}}{\text{تعداد کل مدارک بازیابی‌شده}} \times 100$$

یافته‌ها

• میزان دقت موتورهای جستجو براساس ارزیابی کلاسیک و فازی در این قسمت، مانعیت بازیابی اطلاعات در سه موتور جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ در قالب 20 نمونه پرسش، براساس منطق کلاسیک و فازی بررسی شده است و میزان دقت هر پرسش طبق جدول 1، در هر

کدام از موتورهای جستجوی نمونه با در نظر گرفتن درصد ارتباط 20 نتیجه اول و میزان میانگین دقت هر موتور جستجو طبق جدول 2 محاسبه شده است.

جدول 2. میزان دقت نمونه‌های پرسش براساس ارزیابی کلاسیک و فازی

ردیف	میزان دقت نمونه‌های پرسش براساس ارزیابی کلاسیک			میزان دقت نمونه‌های پرسش براساس ارزیابی فازی		
	گوگل	ياهو	بينگ	گوگل	ياهو	بينگ
1	70	55	60	72/5	56	61
2	75	30	30	76/5	32/5	32/5
3	10	70	20	10/5	70	20
4	90	85	85	90/5	85	85
5	65	20	50	70/5	20/5	51
6	5	5	0	13/5	12/5	9
7	60	40	40	72	40	41
8	80	55	75	80	55/5	75
9	35	15	15	37	16/5	15/5
10	5	15	5	5/5	15	5
11	30	40	35	36	44	28
12	50	25	50	50	25	50
13	25	30	25	32	31	27/5
14	95	75	75	95	75/5	76
15	90	90	95	90	90	95
16	50	0	15	52/5	0/5	15/5
17	10	20	10	10/5	20/5	10/5
18	45	40	45	48	43	47
19	75	20	20	76/5	20/5	20/5
20	20	5	5	24/25	7	25/25

بخشی از جدول 2، خلاصه‌ای از میزان دقت بررسی 20 نتیجه اول در 20 پرسش انجام شده را براساس ارزیابی کلاسیک نشان می‌دهد. مطابق جدول، کمینه دقت صفر بوده که مربوط به پرسش 6 در موتور جستجوی بینگ و 16 در یاهوست. بیشینه دقت نیز 95 درصد بود که مربوط به پرسش 14 است و در موتور جستجوی گوگل دیده می‌شود.

قسمت دیگر این جدول میزان دقت بررسی 20 نتیجه اول در 20 پرسش انجام شده را براساس ارزیابی فازی نشان می‌دهد. مطابق جدول، کمینه دقت نزدیک به صفر بوده که مربوط به پرسش 16 است و در موتور جستجوی یاهو دیده می‌شود. بیشینه دقت نیز 95 درصد بوده که مربوط به پرسش 15 است و در موتور جستجوی بینگ دیده می‌شود.

جدول 3. میانگین دقت موتورهای جستجوی بررسی شده براساس ارزیابی کلاسیک و فازی

موتور جستجو	میانگین دقت براساس ارزیابی کلاسیک	میانگین دقت براساس ارزیابی فازی
-------------	-----------------------------------	---------------------------------

میانگین دقت براساس ارزیابی فازی	میانگین دقت براساس ارزیابی کلاسیک	موتور جستجو
۵۰/۹۱	۴۸/۷۵	گوگل
۳۷/۵۳	۳۶/۲۵	ياهو
۳۸/۱۶	۳۶/۷۵	بينگ

با توجه به جدول 3، موتور جستجوی گوگل بیشترین میزان دقت را در هر دو نوع ارزیابی از خود نشان داده است. موتور جستجوی یاهو نیز با اختلاف بسیار ناچیزی نسبت به بینگ، کمترین میزان دقت را براساس ارزیابی کلاسیک دارد؛ اما در ارزیابی فازی، موتور جستجوی بینگ عملکرد بهتری نسبت به یاهو داشته است.

• میزان ریزش کاذب موتورهای جستجوی

در این قسمت از پژوهش نیز میزان ریزش کاذب در سه موتور جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ در قالب 20 نمونه پرسش، براساس منطق فازی و کلاسیک بررسی شد (جدول 4).

جدول 4. میزان ریزش کاذب موتورهای جستجوی بررسی شده

موتور جستجو	میزان ریزش کاذب براساس ارزیابی کلاسیک	میزان ریزش کاذب براساس ارزیابی فازی
گوگل	۵۱/۲۵	۲۹/۵
ياهو	۶۳/۷۵	۵۰/۷۵
بينگ	۶۳/۲۵	۴۹/۵

همانگونه که در جدول 4 مشهود است میزان ریزش کاذب سه موتور جستجوی بررسی شده در ارزیابی فازی از میزان ریزش کاذب این موتورهای جستجو در ارزیابی کلاسیک کمتر است.

• مقایسه عملکرد موتورهای جستجو در بازیابی کمترین میزان رکوردهای تکراری

در آخرین قسمت از یافته‌های پژوهش، میزان بازیابی رکوردهای تکراری در سه موتور جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ در قالب 20 نمونه پرسش، طبق جدول 5 محاسبه شده است.

جدول 5. میزان بازیابی رکوردهای تکراری در موتورهای جستجو

موتور جستجو	میزان بازیابی رکوردهای تکراری (به درصد)
گوگل	۵/۲۵
ياهو	۹/۷۵
بينگ	۷/۲۵

با توجه به جدول 5، گوگل کمترین و یاهو بیشترین میزان رکوردهای تکراری را در موتورهای جستجو بازیابی کرده است.

نتیجه گیری

در راستای دستیابی به اهداف پژوهش، عملکرد بازیابی اطلاعات فارسی در موتورهای جستجوی گوگل، یاهو، و بینگ براساس فرمول ارزیابی فازی و کلاسیک بررسی شده است و میزان ریزش کاذب این سه موتور کاوش نیز محاسبه و در ادامه نیز عملکرد آنها براساس بازیابی کمترین میزان رکوردهای تکراری بررسی شد.

ارزیابی کلاسیک عملکرد موتورهای جستجوی نمونه نشان داد گوگل عملکرد بهتری نسبت به بینگ و یاهو از خود نشان داده است. یافته‌های این بخش همسو با یافته‌های پژوهش دکا و لکار (2010)، لیو (2011)، و الداباغ (2012) است که در ارزیابی کلاسیک عملکرد موتورهای جستجو نشان داده بودند گوگل عملکرد بهتری نسبت به بینگ و یاهو دارد. اما، یافته‌های پژوهش سادات موسوی و همکاران (1392)، الحید و متیو (2014)، ریاحی‌نیا و همکاران (1395)، و مارتینز-ساناهوجا و سنچز (2016) از آن جهت که دریافتند عملکرد گوگل از یاهو و بینگ بهتر است با یافته‌های پژوهش حاضر همسو؛ اما از آن جهت که یاهو عملکرد بهتری نسبت به بینگ داشت ناهم‌سوست. یافته‌های پژوهش احمدخان و همکاران (2014) و نگی و کومار (2014) نیز از آن جهت که عملکرد گوگل از یاهو بهتر است همسو با یافته‌های پژوهش حاضر؛ اما از آن جهت که بینگ عملکرد بهتری نسبت به گوگل دارد ناهم‌سوست. بیتیریم و گورور (2017) نیز به نتایجی کاملاً متفاوت با نتایج پژوهش حاضر دست یافتند که یاهو، بینگ، و گوگل به ترتیب بهترین عملکرد را از خود نشان دادند.

یافته‌های ارزیابی فازی عملکرد موتورهای جستجوی نمونه نیز همسو با یافته‌های ارزیابی کلاسیک نشان داد موتور جستجوی گوگل عملکرد بهتری نسبت به بینگ و یاهو از خود نشان داده است. در ارزیابی فازی که وگان (2004)، کومار و پراکاش (2009)، گوتام و دیوودی (2012) و لوادونسکی (2015) بر عملکرد موتورهای جستجو انجام دادند مشخص شد که گوگل عملکرد بهتری نسبت به بینگ و یاهو دارد. یافته‌های پژوهش بالابانتاری و همکاران (2013)، کومار و بهادو (2013)، و ساهو و همکاران (2015) نیز از آن جهت که عملکرد گوگل از یاهو بهتر است همسو، اما از آن جهت که یاهو عملکرد بهتری نسبت به بینگ دارد ناهم‌سو با یافته‌های این پژوهش است.

یافته‌های ارزیابی فازی و کلاسیک نشان داد در ارزیابی فازی میزان دقت موتورهای جستجو از ارزیابی کلاسیک بیشتر است؛ زیرا جستجو‌هایی که در ارزیابی کلاسیک نامرتب در نظر گرفته شده‌اند در ارزیابی فازی کمی مرتب یا تاحدودی مرتب در نظر گرفته شده‌اند. از آن جهت که ارزیابی فازی با طیف‌بندی میزان ارتباط رکوردهای بازیابی شده، میزان مانعیت دقیق‌تر و واقعی‌تری را ارائه می‌دهد. بنابراین، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود برای بررسی عملکرد موتورهای جستجو از ارزیابی فازی بیشتر استفاده کنند.

بررسی میزان ریزش کاذب موتورهای جستجو نیز نشان داد در هر دو ارزیابی، گوگل، بینگ، و یاهو به ترتیب کمترین میزان ریزش کاذب را داشتند. همچنین میزان ریزش کاذب سه موتور جستجوی بررسی شده در ارزیابی کلاسیک بسیار زیاد بود و بیشتر از 50 درصد در هر موتور جستجو به دست آمد. علاوه بر این، میزان ریزش کاذب این موتورهای جستجو در ارزیابی فازی کمتر از این میزان در ارزیابی کلاسیک است. از این رو، ارزیابی فازی می تواند سبب کاهش میزان ریزش کاذب در موتورهای جستجو شود.

یافته های به دست آمده از بررسی میزان بازیابی رکوردهای تکراری در سه موتور جستجوی بررسی شده نیز نشان داد موتور جستجوی گوگل کمترین و یاهو بیشترین میزان رکوردهای تکراری را بازیابی کرده است. بنابراین، موتور جستجوی گوگل، بینگ، و یاهو به ترتیب بهترین عملکرد را در بازیابی کمترین میزان رکوردهای تکراری از خود نشان دادند.

همان طور که یافته های پژوهش نشان داد موتور جستجوی گوگل براساس سه معیار اندازه گرفته شده عملکرد بهتری در بازیابی اطلاعات فارسی نسبت به بینگ و یاهو از خود نشان داد. بنابراین، به کاربران پیشنهاد می شود که هنگام جستجو در وب برای صرفه جویی در وقت و هزینه خود از این موتور جستجو استفاده کنند.

مآخذ

- بیزا-بیتس، ریکاردو؛ ریرو-نتو، برتیه (1385). قلمروهای نو در بازیابی اطلاعات (علی حسین قاسمی، مترجم). تهران: چاپار؛ دبیزش (نشر اثر اصلی 1999).
- پائو، میراندا لی (1379). مفاهیم بازیابی اطلاعات (اسدالله آزاد و رحمت الله فتاحی، مترجمان). مشهد: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد (نشر اثر اصلی 1989).
- داویدیان، فرشته (1380). ابزارهای جستجو در اینترنت. پیام کتابخانه، 11 (4)، 51-63.
- داورپناه، محمدرضا (1387). جستجوی اطلاعات علمی و پژوهشی در منابع چاپی و الکترونیکی. تهران: دبیزش؛ چاپار.
- ریاحی نیا، نصرت؛ الله بخشیان، لیلی؛ لطیفی، معصومه؛ و رحیمی، فروغ (1395). بررسی مقایسه ای جامعیت و دقت موتورهای جستجوی عمومی براساس شاخص ربط سیستمی و منطق جستجو. تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاهی، 50 (1)، 3.
- سادات موسوی، علی؛ تاج الدینی، اورانوس؛ و حریری، نجلا (1392). مقایسه عملکرد موتورهای کاوش در هدایت کاربران به صفحات خانگی در پاسخ به پرسش های راهبری. کتابداری و اطلاع رسانی، 16 (3)، 59-79.
- کوشا، کیوان (1381). ابزارهای کاوش اینترنت: اصول، مهارت ها و امکانات جستجو در وب. تهران: کتابدار.
- لنکستر، فردریک ویلفرید (1382). نمایه سازی و چکیده نویسی: مبانی نظری و عملی (عباس گیلوری، مترجم). تهران: چاپار (نشر اثر اصلی 1988).
- مکتبی فرد، لیلا (1387). مدیریت اطلاعات با رویکرد فازی. کتابداری و اطلاع رسانی، 11 (2)، 183-204.

موسوی، سیدقایم؛ صادقیان، رضا (1395، اسفند). بررسی منطق فازی و کاربرد آن در حل مسائل پیچیده. پژوهش ملل، 77-89.

میرجود، سیدحسین؛ قیاسی، میترا؛ دلیری، سعید؛ کوچکی نژاد ارم ساداتی، لیلا؛ و عباسیان جوشقانی، آمنه (1394). مقایسه دقت موتورهای جستجوی عمومی و تخصصی در بازیابی تصاویر پزشکی. توسعه‌ی آموزش جندی‌شاپور، 6 (2)، 131-138.

نادی راوندی، سمیه؛ حریری، نجلا (1395). نظام‌های بازیابی اطلاعات. تهران: کتابدار.
وزیرپور کشمیری، مهردادخت؛ فزونی، بهاره (1391). مقایسه میزان دقت راهنماهای موضوعی وب در بازیابی اطلاعات فنی - مهندسی. پردازش و مدیریت اطلاعات، 27 (3)، 597-616.

ویکری، برایان؛ ویکری، الینا (1380). علم اطلاع‌رسانی در نظر و عمل (عبدالحسین فرج‌پهلوی، مترجم). مشهد: دانشگاه فردوسی (نشر اثر اصلی 2004).

Ahmad Khan, J., Sangroha, D., Ahmad, M., & Tanzillur Rahman, Md. (2014). Performance Evaluation of Semantic based Search Engines and Keyword based Search Engines. In International Conference on Medical Imaging, m-Health and Emerging Communication Systems (MedCom), November 7-8, (pp. 168-173). Retrieved May 7, 2019, from <https://ieeexplore.ieee.org/document/7005997>

Aldabbagh, M. S. M. (2012). An approach for evaluation of semantic performance of search engines: Google, Yahoo, Msn and Hakia. J. Edu & Sci, 25 (4), 124- 130.

Balabantaray, R. C., Swain, M., & Sahoo, B. (2013). Evaluation of web search engines based on ranking of results and features. International Journal of Human Computer Interaction (IJHCI), 4 (3), 117-127.

Bitirim, Y., & Gorur, A. K. (2017). A comparative evaluation of popular search engines on finding Turkish documents for a specific time period. Tehnicki Vjesnik, 24 (2), 565-569.

Can, F., Nuray, R., & Sevdik, A. B. (2004). Automatic performance evaluation of Web search engines. Information Processing and Management, 40 (3), 495-514.

Croft, W. B., Metzler, D., Strohman, T. (2015). Search Engines: Information Retrieval in Practice. Wesley: Pearson Education, Inc.

Deka, S. K., Lahkar, N. (2010). Performance evaluation and comparison of the five most used search engines in retrieving web resources. Online Information Review, 34 (5), 757-771.

Goutam, R. K., & Dwivedi, S. K. (2012). Performance Evaluation of search engines via user efforts Measures. International Journal of Computer Science Issues, 9 (4), 432- 437.

Kumar, B. S., & Prakash, J. N. (2009). Precision and relative recall of search engines: a comparative study of Google and Yahoo. Singapore Journal of Library & Information Management, 38, 124-137.

Kumar, K., & Bhadu, V. (2013). A comparative study of BYG search engines. American Journal of Engineering Research (AJER), (2) 4, 39-43.

Lewandowski, D. (2015). Evaluating the Retrieval Effectiveness of Web Search Engines Using a Representative Query Sample. Journal of the Association for Information Science and Technology, 66 (9), 1763-1775.

Liu, B. (2011). User Personal Evaluation of Search Engines – Google, Bing and Blekko. Retrieved May 7, 2019, from <https://www.cs.uic.edu/~liub/searchEval/Search-Engine-Evaluation-2011.pdf>

Martinez-Sanahuja, L., & Sanchez, D. (2016). Evaluating the suitability of Web search engines as proxies for knowledge discovery from the Web. Procedia Computer Science, 96, 169 – 178.

Negi, Y. S., & Kumar, S. (2014). A comparative analysis of keyword-and semantic-based search engines. In Intelligent Computing, Networking, and Informatics, (pp. 727-736). New Delhi, India: Springer.

Olajide, A. O., & Matthew, E. D. (2014). Performance evaluation of selected search engines. IOSR Journal of Engineering, 4 (2). Retrieved May 7, 2019, from <https://pdfs.semanticscholar.org/5445/755cf82951205e196bef8324a89c7fe2ad0f.pdf>

Sahu, S. K., Mahapatra, D. P., & Balabantaray, R. C. (2015). Comparative study of different search

engines in context of features and semantics. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods*, 1 (1), 15-26.

Vaughan, L. (2004). New measurements for search engine evaluation proposed and tested. *Information Processing and Management*, 40, 677-691.

استناد به این مقاله:

عباسی دشتکی، ندا؛ چشمه‌سهرابی، مظفر (1398). عملکرد موتورهای جستجوی گوگل، یاهو و بینگ در بازیابی اطلاعات فارسی. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، 30 (2)، 96-111.