

سنتز پژوهی و شناسایی مولفه های کاربرد نانوشیمی

الهه کشاورز^۱*

^۱ گروه آموزشی شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵ تهران، ایران
Email: keshavarz@cfu.ac.ir

چکیده

نانوشیمی یکی از زمینه های مهم پژوهشی و کاربردی است که می تواند به ارتقای توسعه پایدار منجر شود. بنابراین نگرشی جامع و نظام مند به موضوع نانوشیمی با تمرکز بر کاربردهای این صنعت دارای اهمیت بسیار است. مطالعه حاضر با هدف شناسایی مولفه های کاربرد نانوشیمی در ایران انجام گردید. روش پژوهش در این مطالعه، رویکرد سنتز پژوهی (فرا ترکیب) است. جامعه آماری، شامل تمامی پژوهش های داخلی در زمینه کاربرد نانوشیمی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱ می باشد که با جستجوی نظام مند و با رعایت معیارهای ورود و خروج بررسی شد و در نهایت از مجموع ۳۴۵ پژوهش یافت شده به زبان فارسی، ۹ سند که بیشترین انطباق را با معیارها داشتند، انتخاب شده و پس از کدگذاری مفاهیم و تحلیل و ترکیب اسناد منتخب، مدلی با ۷۰ مفهوم، ۱۲ مقوله و ۵ مقوله هسته ای شناسایی گردید. مقوله های هسته ای ۵ گانه شامل: حیطه های سلامت، خلاقیت، زراعت، اقتصاد و محیط زیست است که هر یک شامل مقوله ها و مفاهیم مرتبط به خود می باشند. با توجه به یافته ها ضروری است که پژوهشگران با در نظر داشتن مولفه های کاربرد نانوشیمی، در راستای تلاش های انجام شده، با درک همه جانبه از چالش های این حوزه به تکمیل هدفمند خلأ های مربوطه اقدام نمایند.

واژگان کلیدی: نانوشیمی، مولفه های کاربردی، فرا ترکیب



Meta-synthesis and identification of nanochemistry application components

Keshavarz Elahe*

Department of Chemistry, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

Email: keshavarz@cfu.ac.ir

Abstract

Nanochemistry is one of the important fields of research and application that can lead to the promotion of sustainable development. Therefore, a comprehensive and systematic approach to the subject of nanochemistry focusing on the applications of this industry is very important. The present study was conducted with the aim of identifying the components of nanochemistry application in Iran. The research method in this study is the meta-synthesis approach. The statistical population includes all domestic researches in the field of nanochemistry application from 1380 to 1401, which were checked by systematic search and observing the entry and exit criteria, and finally, out of the total of 345 researches found in Persian language, 9 documents that have the most compliant with the criteria were selected and after coding the concepts and analyzing and combining the selected documents, a model with 70 concepts, 12 categories and 5 core categories was identified. The 5 core categories include: health, creativity, agriculture, economy and environment, each of which includes related categories and concepts. According to the findings, it is necessary for researchers to take into account the components of nanochemistry application, in line with the efforts made, with a comprehensive understanding of the challenges of this field, to complete the relevant gaps.

Keywords: Nanochemistry, Functional components, Meta-synthesis

مقدمه

امروزه با توجه به وابستگی اقتصاد جهانی به نوآوری و توسعه، تدوین برنامه مناسب فناوریانه در اولویت بسیاری از کشورها قرار دارد. در این راستا پیشرفت فناوری نانو به عنوان یک راهبرد نوظهور با پتانسیل کاربردی گسترده در صنایع مختلف مورد توجه است و بسیاری از پژوهشگران، این فناوری را منشا تحولات بنیادین می‌دانند [1]. در ایران نیز، توجه بسیار زیادی به توسعه فناوری‌های نوپدید شده است. توجه به فناوری نانو در ایران از ابتدای دهه ۱۳۸۰ آغاز گردید و در پی آن، برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌هایی شامل تدوین سند توسعه ده ساله فناوری نانو و معرفی آن به عنوان یکی از فناوری‌های اولویت‌دار در چشم‌انداز علم و فناوری کشور انجام شد. اکنون، پس از گذشت حدود بیست سال و با توجه به اهمیت بالای توسعه فناوری نانو در کشور، باید با درک صحیح از چالش‌ها و مشکلات حوزه فناوری نانو نسبت به کامل شدن تلاش‌های انجام شده برای سیاست‌گذاری بهتر اقدام نمود [2].

فناوری نانو به عنوان یک دانش بین‌رشته‌ای، یکی از مهمترین زمینه‌های توسعه و تحقیق را ایجاد کرده است. نانوذرات به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد فیزیکی و شیمیایی دارای مزایای بسیاری هستند. ذرات نانو در همه جای طبیعت وجود دارند؛ آن‌ها در آتش، دود، ویروس‌ها، پروتئین‌ها، فوران آتشفشان‌ها، مواد معدنی، مه، پوست، شاخ، مو، منقار، بال حشرات، و غیره وجود دارند. البته نانوذراتی که محصول فرعی ساخته‌های بشر هستند، نیز وجود دارند، مانند ذرات حاصل از دود پخت و پز، فاضلاب‌های صنعتی و غیره. پژوهش‌های جدید علم فناوری نانو به نانومواد مهندسی شده‌ای می‌پردازد که آگاهانه و با هدفی ویژه در محیط آزمایشگاهی اصلاح شده و ویژگی‌های متفاوتی پیدا می‌کنند. بر همین اساس قرن ۲۱، قرن فناوری نانو نام یافته است و با شتابی بسیار زیاد به سوی تغییر تمدن بشر در حرکت است [3-6]. برخی از کاربردهای نانومواد که تغییرات شگرفی در زندگی انسان ایجاد کرده است را به شرح زیر می‌توان برشمرد:

نانوفناوری نقش مهمی در صنایع غذایی دارد. این فناوری از تولید و انبارداری تا بسته‌بندی و تعیین تاریخ انقضای محصولات غذایی را متحول نموده است. به عنوان مثال تأثیر

نانوشیمی در حوزه کشاورزی نیز بی‌شمار است. این کاربردها در مراحل گوناگون شامل بهبود طعم و رنگ محصولات غذایی، سلامت غذا، نگهداری محصولات غذایی و ایجاد فرایندهای غذایی می‌باشد [7]. همچنین فناوری نانوشیمی با ابداع و به‌کارگیری راهکارهایی از قبیل حذف یا پاکسازی آلاینده‌های موجود در آب، خاک و هوا و سایر عناصر طبیعی، نقش اثرگذاری در کاهش مصرف مواد خام، پیشگیری و رفع آلودگی‌های محیط زیست، حفظ منابع زیست‌محیطی و طبیعی دارد [8]. از کاربردهای نانوشیمی در علوم خاک می‌توان به کاربرد نانوذرات در بهبود بهره‌وری عملیات زراعی و تهیه خاک، استفاده از نانو ژئولیت‌های متخلخل برای رهاسازی آرام و موثر عناصر غذایی کودهای شیمیایی و نانو ورقه‌های گرافن برای اندازه‌گیری سریع و دقیق رطوبت خاک اشاره کرد [9]. همچنین ورود ذرات نانو به دندانپزشکی باعث پیشرفت‌های قابل توجهی از جمله جلوگیری از پوسیدگی، ارتقاء خواص ضد میکروبی مواد دندان، ارتقاء خواص مکانیکی مواد دندان و غیره شده است [10]. همچنین نانوذرات مغناطیسی به دلیل خواص مغناطیسی ویژه و توانایی پاسخ به میدان مغناطیسی خارجی، کاربردهای گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف پزشکی، محیط زیست، علم مواد، زیست‌شناسی، مهندسی و علوم رایانه داشته و توجه زیادی به ساخت انواع مختلفی از این نانوذرات معطوف شده است [11]. اصلاح سطح نانوذرات با کمک عصاره گیاهان باعث افزایش کارایی و راندمان آن‌ها در زمینه جذب رنگ‌های خطرناک و آلاینده‌های معدنی شده است. همچنین به دلیل فعالیت‌های مناسب ضد باکتریایی و ضد التهابی، از آنان در زمینه بیولوژیکی نیز استفاده می‌شود [12].

با نظر به آنچه گذشت و با توجه به یافته‌های پژوهشی در ایران می‌توان دریافت که مطالعات انجام شده پیشین در حوزه نانومواد، اغلب به سنتز نانوذرات و کشف کاربردهای متنوع آن در حوزه‌های مختلف پرداخته‌اند [13-15] و کمتر پژوهشی به صورت جامع و با نگاه کلی و همه‌جانبه به کاربردهای نانومواد اشاره نموده است. از سوی دیگر، بسیاری از پژوهشگران ارتباط بین تحقیقات دانشگاهی و کاربرد صنعتی نانومواد را ضعیف و مبهم می‌پندارند. همچنین بسیاری از افراد جامعه معتقدند که اگر قرار است با صرف زمان و هزینه فراوان،

تحقیقاتی در دانشگاه صورت گیرد، باید جنبه کاربردی آن جهت برطرف نمودن نیازهای جامعه نیز در دستور کار قرار گیرد، بنابراین به نظر می‌رسد جمع‌بندی هدفمند پژوهش‌های انجام شده در حوزه کاربردهای نانومواد، پاسخگوی بسیاری از سوالات در این زمینه باشد و به کامل شدن تلاش‌های انجام شده مدد رساند. شایان ذکر است، اگرچه مقالات موجود با تمرکز بر اهمیت نانومواد، برخی از ویژگی‌های آن را طبقه‌بندی کرده‌اند [16]، هیچ یک از آن‌ها به طور جامع، به تبیین و جمع‌بندی هدفمند کاربردهای آن نپرداخته و اغلب نگاه گرایشی به موضوع داشته‌اند. بنابراین با توجه به کمبود و فقدان مطالعات مرتبط، پژوهش حاضر با معرفی سنتزپژوهی (رویکرد فراترکیب) که روشی کیفی و نظام‌مند برای شناسایی و دسته‌بندی عوامل است، با تحلیل اسناد پژوهشی، به توصیف ارتباط میان پژوهش‌های صورت گرفته در کشور ایران در حوزه نانوشیمی پرداخته و مدلی ارائه می‌دهد که تمام جوانب را یکجا ببیند و با مفهوم‌سازی یافته‌ها به شکل‌گیری یک نظریه نهایی درباره کاربردها و مزایای نانومواد مدد رساند و به پژوهشگران و سیاست‌گذاران برای شناخت ادامه مسیر در تحقیقات جدید و هدفمند، به منظور پر نمودن خلأهای موجود در این حوزه کمک نماید.

روش پژوهش

این تحقیق یک پژوهش کیفی از نوع سنتزپژوهی یا فراترکیب است که با استفاده از رویکرد هفت مرحله‌ای فراترکیب^۱ سندولسکی و باروسو^۲ (۲۰۰۷) انجام شده است [17] (شکل ۱). فراترکیب تحلیل یافته‌های پژوهش‌های منتخب است. فراترکیب به جای ارائه خلاصه جامعی از یافته‌ها، یک ترکیب تفسیری از یافته‌ها را ایجاد می‌کند. این روش با ایجاد یک نگرش نظام‌مند از طریق ترکیب پژوهش‌های مختلف به کشف موضوعات اساسی و جدید می‌رسد و بدین‌وسیله یک دید جامع و گسترده را نسبت به مسائل ایجاد می‌کند [18].

شکل ۱- مراحل سنتزپژوهی (فراترکیب)

گام اول، تنظیم سوال پژوهش

مطالعه فراترکیب حاضر، قصد دارد با نگرشی جامع (جدول ۱) در پژوهش‌های گذشته به ارائه الگویی مناسب در حوزه کاربردهای نانوشیمی بپردازد. با توجه به ماهیت و هدف پژوهش، سوال اصلی مطالعه حاضر این است که کاربردهای نانوشیمی شامل چه مولفه‌هایی می‌باشد؟

جدول ۱- سؤال‌های پژوهش در تحلیل فراترکیب

شاخص‌ها	سوال‌های پژوهش	پاسخ‌ها
چه چیزی what	الگوی جامع نانوشیمی از لحاظ کاربردی چیست؟	حیطه‌های سلامت، خلاقیت، زراعت، اقتصاد، و محیط زیست
چه جامعه‌ای who	جامعه مورد مطالعه کاربردهای نانوشیمی کدام است؟	تمامی پژوهش‌های موجود در پایگاه‌های فارسی زبان
چه زمانی when	دوره زمانی اسناد کاربردهای نانوشیمی چیست؟	1380-1401
چگونه how	روش مطالعه کاربردهای نانوشیمی کدام است؟	سنتزپژوهی (فراترکیب) تحلیل اسناد

گام دوم، مرور نظام‌مند پیشینه پژوهشی

² Sandelowski & Barroso

¹ Meta-synt



از میان ۳۴۵ سند مرتبط شناسایی شده با هدف پژوهش، تعداد ۱۷۶ پژوهش، بر اساس مرتبط بودن عناوین اسناد با هدف مطالعه انتخاب گردید، سپس با مطالعه دقیق چکیده پژوهش‌ها و مرتبط بودن با هدف مطالعه، تعداد ۳۶ منبع گزینش گردید، و در نهایت تعداد ۹ سند دارای اعتبار علمی، که محتوای آنان متناسب با سوال و هدف اصلی پژوهش بود، جهت تجزیه و تحلیل انتخاب گردید. به عبارت دیگر، در طی مراحل ارزیابی منابع، تعداد ۳۳۶ پژوهش به دلایلی مانند تکراری بودن، فقدان اطلاعات کافی درباره اهداف پژوهش، عدم تناسب با سوال پژوهش و کیفیت پایین مجلات، از فرآیند پژوهش خارج شدند (شکل ۲).

اطلاعات اسناد منتخب اعم از عنوان پژوهش، نام پژوهشگر(ان)، تاریخ انتشار، عنوان مجله و(یا) نام دانشگاه، در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

گام چهارم، استخراج اطلاعات

در این مرحله، ۹ منبع منتخب، به منظور دستیابی به یافته‌های پژوهشی، چندین بار مورد مرور و بررسی قرار گرفت. به منظور استخراج اطلاعات، از فرم استخراج داده‌ها که بر اساس سوال و هدف پژوهش طراحی شده بود، استفاده گردید.

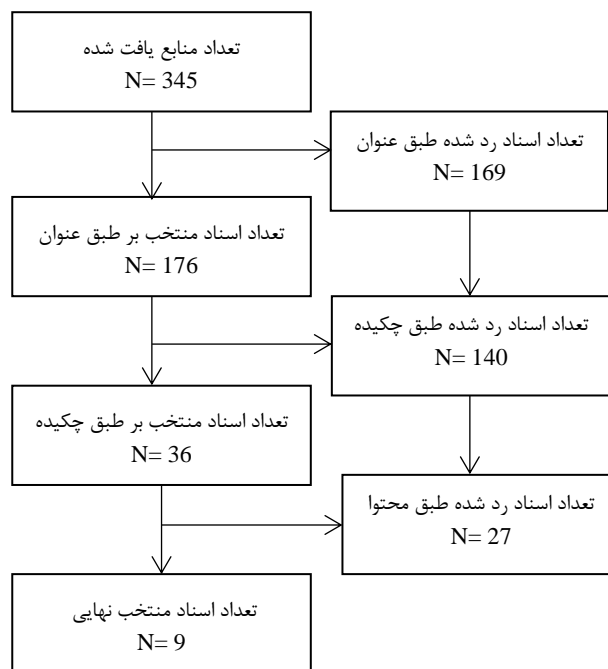
گام پنجم، تجزیه، تحلیل و ترکیب یافته‌ها

در این مرحله از مطالعه فراترکیب، با استفاده از روش کدگذاری به کمک تحلیل محتوا، محتوای ۹ سند منتخب تحلیل گردید. ابتدا تمام مفاهیم استخراج شده از ۹ پژوهش، به عنوان مولفه‌ها (کد) در نظر گرفته شده و سپس با در نظر گرفتن مفهوم هر یک از کدها، آن‌ها را در یک مقوله مشابه دسته‌بندی کرده تا مفاهیم پژوهش شکل داده شود و در مجموع ۷۰ مفهوم، ۱۲ مقوله و ۵ مقوله اصلی جهت ارائه مولفه‌های کاربرد نانوشیمی شناسایی گردید که در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

در مطالعه حاضر، جامعه آماری شامل همه پژوهش‌های انجام شده در زمینه کاربرد نانوشیمی است که از پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی زبان شامل پایگاه جهاد دانشگاهی^۳، مجلات تخصصی نور^۴، پژوهشگاه- علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)^۵، مقالات علمی همایش کشور^۶، پایگاه نشریات کشور^۷ و جویشگر علمی فارسی علم نت^۸ در محدوده زمانی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱ جستجو شده است. فرآیند جستجو با استفاده از کلیدواژه‌های «کاربرد نانوشیمی» و «نانوشیمی» به صورت هدفمند انجام گرفت، که در پایان ۳۴۵ سند یافت شد.

گام سوم، انتخاب منابع مناسب

در این پژوهش، فرآیند انتخاب منابع در چهار مرحله انجام شده است.



شکل ۲. خلاصه‌ای از جستجو و انتخاب اسناد مناسب

جدول ۲- پژوهش‌های منتخب در زمینه کاربرد نانوشیمی (سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۳۸۰) [19-27]

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر(ان)	تاریخ انتشار	عنوان مجله/ نام دانشگاه	نوع منبع
------	-------------	-------------	--------------	-------------------------	----------

⁶ En.Civilica.com

⁷ Magiran.com

⁸ Elmnnet.ir

³ Sid.ir

⁴ Noormags.ir

⁵ Irandoc.ac.ir

۱	تولید نانوذرات کلسیم کربنات و کاربرد آن‌ها برای تولید روکش‌های آبگریز [19]	حسین اوغلی، شبتم	۱۴۰۰	دانشگاه تبریز - دانشکده مهندسی شیمی	پایان‌نامه
۲	بررسی اثر ضدباکتریایی نانوذرات اکسید نیکل علیه باکتری‌های بیماری‌زای دهانی جهت استفاده در تجهیزات دندانپزشکی [20]	جعفری صیادی، میلاد	۱۴۰۰	پردیس دانشگاه علوم پزشکی گیلان - بندرانزلی	پایان‌نامه
۳	ارزیابی زمان محلول‌پاشی و کود نانوذره مولیبدن به روش شیمیایی و شیمی سبز بر برخی شاخص‌های زراعی و کیفی ماش [21]	شهلای بر رود گزی، ناز پری، دهمرده، مهدی، خمیری، عیسی و سوری نظامی، زیبا	۱۴۰۰	مجله به زراعی کشاورزی	مقاله
۴	تهیه، شناسایی نانوذره مغناطیسی هسته، پوسته مگنتیت و اکسید بیسموت و کاربرد آن در شیمی آلی [22]	ابراهیمی، ثریا	۱۳۹۹	دانشگاه پیام نور مشهد	رساله
۵	ارزیابی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گلرنگ (<i>Carthamus tinctorius L.</i>) با کاربرد نانوذرات روی و آهن در شرایط مختلف رطوبتی [23]	عباسی، امین، صیادی آذر، زهرا و لطفی، رامین	۱۳۹۹	نشریه علمی - پژوهشی زراعت دیم ایران	مقاله
۶	سنتز نانوذرات سوپر پارامغناطیس $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ و پوشش آن با PEG به منظور استفاده در دارورسانی [24]	بالی اوغلبیگ، علیرضا	۱۳۹۷	دانشگاه تبریز - دانشکده فنی مهندسی مکانیک	پایان‌نامه
۷	تاثیر کاربرد کودهای زیستی نانو و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کنجد [25]	راهبر کیخا، فریدون، خمیری، عیسی، دهمرده، مهدی و فروزنده، محمد	۱۳۹۶	نشریه تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک	مقاله
۸	کاربرد نانو نقره در تولید کاغذ اسکناس ضد باکتری [26]	یزدانی آقمشهدی، امید، اسد پوراتویی، قاسم، رسولی گرمارودی، رسول و ایمانی، رضا	۱۳۹۵	فصلنامه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران	مقاله
۹	سنتز و شناسایی نانوذره‌های مس تثبیت شده بر روی بستر نانو نشاسته و کاربرد آن در واکنش‌های شیمی آلی [27]	شیبانی زاده، شهرام	۱۳۹۴	دانشگاه زنجان - دانشکده علوم	پایان‌نامه

جدول ۳- طبقه‌بندی مفاهیم موجود در پژوهش‌های منتخب

ردیف	شماره منابع	مفهوم	مقوله	مقوله اصلی	فراوانی
۱	۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۸	توجه به سلامت انسان، کاربردهای ارزشمند نانو در حوزه پزشکی، شادابی و نشاط جامعه بشری، سیستم دارویی مطلوب، توجه بر بهبود داروسازی در انواع بیماری، کاربرد نانومواد در صنایع داروسازی، کاربرد نانوذرات در بهبود نفوذپذیری دارو به سلول‌ها، ماندگاری بیشتر مواد دارویی در بدن انسان، خواص زیست‌پزشکی مطلوب و پایدار نانومواد، کاهش خطر برای سلامت انسان، کاهش خطرات احتمالی، عملکرد مناسب نانوذرات در کاهش ویروس، از بین بردن باکتری و ویروس، تقویت کننده شیمی درمانی، تاثیرگذاری نانومواد بر بازسازی استخوان، تاکید بر ایمنی، کاربرد موثر در صنایع غذایی سالم	تاکید بر لزوم حفظ سلامت و تندرستی بشر	سلامت	۷
			بکارگیری راهکارهای درمانی به هنگام		

۵	خلاقیت	توانایی بکارگیری قوه خلاقیت	بکارگیری ابتکار و خلاقیت، بکارگیری سیستم‌های نوین، استفاده از روش‌های کاربردی جدید، بهره‌گیری از روش‌های ساده، گسترش فناوری نانو، افزایش کارایی مصرف، ارتقا عملکرد موثرتر محصول، قابلیت کنترل از راه دور نانوذرات، گام موثر در بهبود عملکرد ذرات نانو، کاربرد موثر نانوذرات در افزایش قابلیت دسترسی، تسریع واکنش با بازده بالا، طراحی محصولات با بیشترین کارایی، ایجاد بالاترین فعالیت و پایداری، کشف روش‌های نوین	۶، ۴، ۲، ۱ ۹	۲
۴	زراعت	رفع نیازهای غذایی گیاهان تاکید بر تامین جامع و کامل تر گیاهان افزایش دوام گیاهان در مقابل شرایط نامطلوب	برطرف نمودن کمبودهای غذایی، ارتقای مقاومت‌های گیاهان زراعی در مقابل بیماری، غنی‌سازی دانه، افزایش جذب و فتوسنتز گیاه، تغذیه بهتر برگ و ساقه، بهبود عملکردهای زیستی دانه، تولید محصولات کشاورزی مناسب‌تر، افزایش تولید بذر و رشد موثر گیاهان، تسریع جوانه‌زدن گیاه، بالا رفتن عملکرد محصولات کشاورزی، بهبود عملکرد دانه در خاک، افزایش ارتفاع و رشد برگ‌ها، افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاهان، کاربست میزان پروتئین مناسب بذرها، ارتقای عملکردهای کمی و کیفی دانه‌ها	۷، ۵، ۳، ۱	۳
۷	اقتصاد	توجه بر وضعیت اقتصادی بکارگیری تدابیر مصرف صحیح و موثر	اهمیت جنبه‌های اقتصادی نانوذرات، بکارگیری اقتصادی‌ترین روش مصرف کود، در نظر داشتن مناسب‌ترین میزان مصرف کود، بهینه‌سازی در مصرف، توجه به قیمت ارزان، بکارگیری روش آسان و ارزان قیمت، عملکردهای اقتصادی بیشتر، راهکارهای مدیریتی کارآمدتر	۵، ۴، ۳، ۱ ۹، ۷، ۶	۴
۶	محیط زیست	تقلیل میزان آلودگی‌های موجود استفاده به‌جا از راهبردهای پیشگیرانه آلاینده‌های محیطی توانایی بکارگیری هوشمندانه بازیافت مواد	جلوگیری از آلودگی محیط زیست، کاهش اثرات آلودگی‌های محیط زیستی، به حداقل رساندن اثرات منفی کود، فاقد آلودگی زیست‌محیطی، سازگاری موثر با محیط زیست، توزیع زیستی مناسب و پاکسازی کارآمد، از بین بردن آلاینده‌ها، ارتقا زیست سازگاری کودهای شیمیایی، قابلیت بازیافت، امکان تجدیدپذیری کارآمد، تبدیل آلاینده‌ها به مواد بی‌ضرر، افزایش خصوصیات ضد باکتریایی کاغذ	۶، ۴، ۳، ۱ ۹، ۸	۵

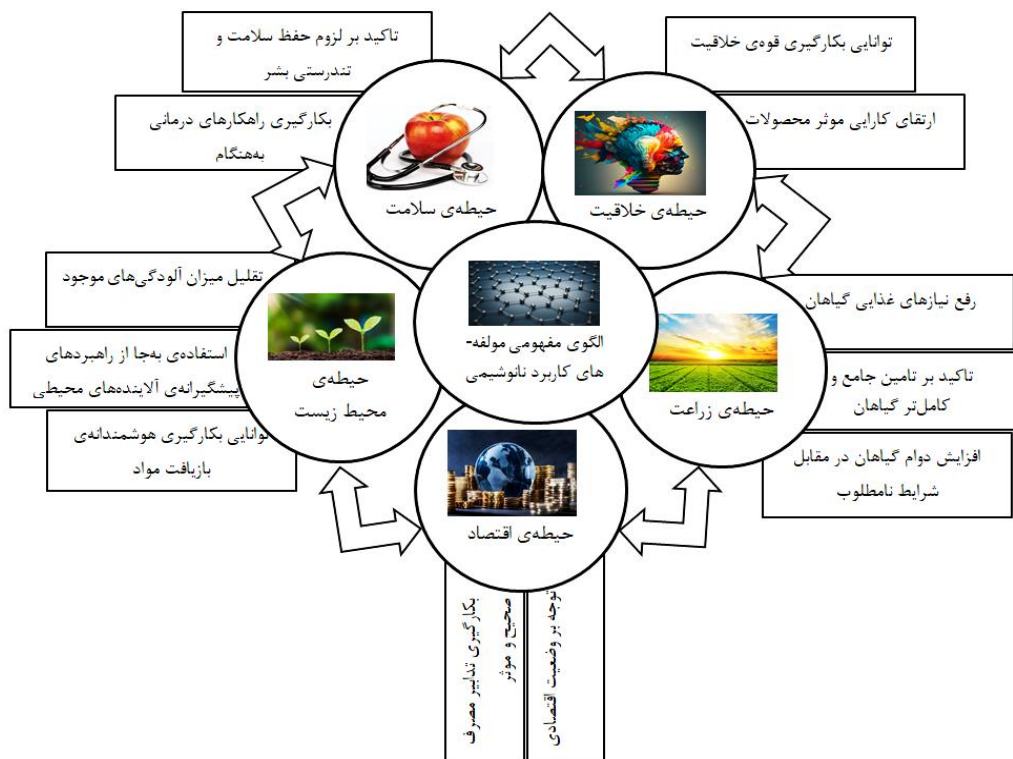
گام ششم، کنترل کیفیت

به جهت اطمینان از کیفیت پژوهش حاضر و سنجش پایایی، خودبازبینی‌های مکرر و انجام اصلاحات چندباره توسط نویسنده و یک پژوهشگر کارآزموده انجام گرفته است. همچنین جهت اعتبارسنجی مفاهیم منتخب، از مقایسه با نظرات کارشناسی پژوهشگر خبره‌ی این حوزه نیز استفاده شد. به عبارت دیگر، برای اطمینان از اعتبار نتایج با معیارهای خاص پژوهش فراترکیب، بررسی‌های لازم شامل مقبولیت و قابلیت تأیید صورت گرفت.

گام هفتم، ارائه یافته‌ها

در این مرحله از روش فراترکیب، یافته‌های حاصل از شناسایی و ترکیب مفاهیم، ارائه گردید. براساس یافته‌های حاصل، مولفه‌های نهایی کاربرد نانوشیمی، واجد ۵ مقوله اصلی، شامل سلامت، خلاقیت، زراعت، اقتصاد و محیط زیست می‌باشد. بازنمایی مقوله‌های به دست آمده از ادغام مفاهیم کلیدی استخراج شده از ۹ پژوهش که در قالب مقوله‌های اصلی ۵ گانه دسته‌بندی شده‌اند در شکل ۳ آمده است.

در انجام مراحل مطالعه حاضر، ملاحظات اخلاقی جهت استناددهی به منابع و بکارگیری صحیح نتایج مطالعات در نظر گرفته شده است.



شکل ۳- الگوی مفهومی مولفه‌های کاربرد نانوشیمی (ماخذ: نگارنده)

بحث و نتیجه گیری

با توجه به بررسی پیشینه پژوهش‌ها، نانوشیمی دارای کاربردهای مختلفی است. بنابراین وجود مطالعه‌ای نظام‌مند، با هدف شناسایی الگویی کاربرد نانوشیمی در ایران ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اهمیت علم شیمی در درک دنیای اطراف، هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی جامع و نظام‌مند مطالعات حوزه نونفناوری در ایران و شناسایی مولفه‌های کاربرد نانوشیمی است تا با نگاهی دقیق‌تر، باعث انجام تحقیقاتی اثربخش در راستای کاربردی نمودن نانوشیمی باشد. در پژوهش حاضر، عواملی که توجه به آن می‌تواند در آینده تحقیقات نانوشیمی و ارتقای هدفمند آن مؤثر باشد، شناسایی شده است. این پژوهش با هدف شناسایی مولفه‌های کاربردی نانوشیمی، به پنج حیطه اصلی شامل: سلامت،

خلاقیت، زراعت، اقتصاد و حیطه محیط زیست دست یافته است. حیطه سلامت بر لزوم حفظ سلامت و تندرستی بشر و بکارگیری راهکارهای درمانی به هنگام تاکید داشته است. حیطه خلاقیت بر توانایی بکارگیری قوه خلاقیت و ارتقای کارایی موثر محصولات، و مقوله اصلی زراعت، به رفع نیازهای غذایی گیاهان، تاکید بر تامین کامل‌تر گیاهان، و افزایش دوام گیاهان در مقابل شرایط نامطلوب توجه دارد. مقوله اصلی اقتصاد، بر توجه به وضعیت اقتصادی و بکارگیری تدابیر مصرف صحیح و موثر متمرکز است و در نهایت مقوله پنجم، حیطه محیط زیست می‌باشد که شامل تقلیل میزان آلودگی‌های محیطی، استفاده از راهبردهای پیشگیرانه آلاینده‌های محیطی و توانایی بکارگیری هوشمندانه بازیافت مواد است.

لازم به ذکر است از آنجا که تاکید این پژوهش بر اسناد فارسی می‌باشد، لذا در تعمیم نتایج این مطالعه، به دیگر زمینه‌های علوم باید احتیاط نمود.

تشکر

از سرکار خانم فاطمه مشکبید به دلیل همکاری صمیمانه، تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین از تمامی پژوهشگرانی که از مطالعات آنان در پژوهش حاضر استفاده شد، سپاسگزاری می‌شود.

از آنجا که هدف فراترکیب این است که پژوهش‌ها را به منظور ایجاد تعمیم‌ها ترکیب کند و با فراهم نمودن یک نگرش نظام-مند برای پژوهشگران، به کشف نتایج جدید بپردازد [18]، این پژوهش می‌تواند مبنایی برای دست‌اندرکاران صنعت نانو قرار گیرد تا با بررسی آنچه تا کنون انجام گرفته است برای جهت‌دهی به پژوهش‌های آتی در این حوزه اقدام موثر صورت گرفته و همزمان با گسترش دانش در حوزه نانوشیمی به وسعت‌بخشی به کاربردهای آن با تاکید بر تکمیل هدفمند تلاش‌های انجام شده اقدام شود.

منابع

- [8] Sadeghi N., Poorhashemi A., Mashhadi A., and Faghihhabibi A., Application of nanotechnology from the perspective of international environmental law, *International Studies Journal (ISJ)*. **2020**, 17(3), 91-111.
- [9] Mahdizadeh M., and Najafi N., Applications of nanomaterials in soil remediation, *Journal of land Management (Soil and Water sci.)*. **2018**, 6(1), 31-48.
- [10] Tanbakuchi B., and Bahador A., Nanoparticles in orthodontics: A review article, *Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences*. **2018**, 32(2), 119-133.
- [11] Soudi R., Zamani SG., and Asgarkhani A., Ethical challenges of application of nanotechnology technology in crime detection, *Quarterly Ethical Research (Association for Islamic Thought)*. **2020**, 10(39), 109-124.
- [12] Asadian H., Tadayon F., and Raeis Farshid S., Green synthesis of magnetic iron-nickel oxide nanoparticles using *Terminalia chebula* extract, *Environmental Sciences*. **2020**, 18(3), 74-84.
- [13] Javanmard A., Karimi Karamjavan P., Amani Machiani M., Ostadi A., and Shahbazi Doorbash S., Evaluation of *Lallemantia iberica* (MB) Fischer & Meyer essential oil quantity and quality by application of conventional chemical and nano fertilizers, *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. **2020**, 36(2), 274-290.
- [14] Naghdi Y., Kaghazian S., Mohsni fakhr N., and Parhizi Gashti H., Effects of nano-technology on economic growth in selected countries, *Economic Modelling*. **2015**, 7(21), 85-99.
- [1] Ghazinoory S., Khaledi A., Nasri Sh., And Hoseini H., Nanotechnology innovation system in Iran based on functional and structural analysis, *Journal of Innovation Management In Defensive Organizations*. **2021**, 4(11), 25-52.
- [2] Mohammadi M., Tabatabaeian SH., Elyasi M., and Roshani S., Formation of emerging technological innovation system in Iran; Case of nanotechnology sector, *Journal of Science & Technology Policy*. **2013**, 5(4), 19-32.
- [3] Ghasemi R., Mirahmadi Zare Z., Nasr-Esfahani MH., Allafchian AR., and Behmanesh M., Optimization of magnetic nanoparticles synthesis for biological applications, *Modares Journal of Biotechnology*. **2019**, 10(2), 287-295.
- [4] Moshref Javadi M., and Soleimani N., Therapeutic and anticancer effects of nanoparticles, *Razi Journal of Medical Sciences*. **2020**, 27(10), 115-134.
- [5] Ansari S., Nasiri Y., Janmohammadi M., and Sabaghnia N., Influence of organic and chemical fertilizers, common and nano iron, zinc and manganese on yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* L.), *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. **2019**, 29(1), 101-119.
- [6] Khan N., Ali S., Latif S., and Mehmood A., Biological synthesis of nanoparticles and their applications in sustainable agriculture production, *Natural Science*. **2022**, 14(6), 226-234.
- [7] Mehravaran A., Assadpour S., Firouzi F., Fakhar M., Shiran MR., and Akhtari J., The Importance of nanotechnology in food health, *Urmia Medical Journal*. **2019**, 30(8), 621- 630.

- [22] Ebrahimi S., Preparation, characterization magnetic nanoparticle core,shell magnetite and bismuth oxide and application in organic chemistry, Ph.D. Thesis. Payame Noor University, Mashhad, Iran. **2020**.
- [23] Abbasi A., Sayadi Azar Z., and Lotfi R., Evaluation of biochemical and physiological changes of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) with the application of zinc and iron nanoparticles under different moisture conditions, Iranian Dryland Agronomy Journal. **2021**, 9(2), 237-258.
- [24] Bali Ogholbeyg A., Synthesis of γ -Fe₂O₃ superparamagnetic nanoparticles and coating with PEG to utilize in drug delivery, Senior thesis. University of Tabriz, Tabriz, Iran. **2018**.
- [25] Rahbar Keykha F., khammari E., Dahmardeh M., and Forouzandeh M., Effect of nano bio-fertilizer and chemical fertilizer application on quantitative and qualitative yield of sesame cultivars, Journal of Crop Science Research in Arid Regions. **2017**, 1(2), 177-190.
- [26] Yazdani Aghmashhadi O., Asadpour Atoee Gh., Rasooly Garmaroody E., and Imani R., Application of nano silver in the production of antibacterial bank-note, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. **2016**, 31(1), 166-179.
- [27] Shaybanizadeh Sh., Synthesis and characterization of copper nanoparticles deposited on the nano starch, and its application in organic reaction, Senior thesis. University of Zanjan, Zanjan, Iran. **2015**.
- [15] Khodaei K., Nassery HR., Tabani H., and Kazemizadeh Z., Application of calcium peroxide nano-powder in a bio-barrier for remediation of groundwater oil pollution, Environmental Sciences. **2020**, 18(2), 151-164.
- [16] Aljamali N. M., Mohammed J. H., Abdulameer R. Review on applications of nano-chemical compounds, Materials & Metallurgical Engineering. **2021**, 11(3), 11-20.
- [17] Sandelowski M., and Barroso J., Handbook for Synthesizing Qualitative Research, New York: Springer. **2007**.
- [18] Sohrabi Yurtchi B., Aazami A. Yazdani H.R. The pathology of the research of Islamic management based on meta analysis., Journal of Public Administration Perspective. **2011**, 2(6), 9-24.
- [19] Hossein Oghli Sh., Production of calcium carbonate nanoparticles and their application to production hydrophobic coatings, Senior thesis. University of Tabriz, Tabriz, Iran. **2021**.
- [20] جعفری صیادی، میلاد. بررسی اثر ضدباکتریایی نانوذرات اکسید نیکل علیه باکتری‌های بیماری‌زای دهانی جهت استفاده در تجهیزات دندانپزشکی. پایان‌نامه دکترای حرفه‌ای. ۱۴۰۰، پردیس دانشگاه علوم پزشکی گیلان- بندرانزلی.
- [21] Shahvaliborrodgazi N., Dahmardeh M., Khammari I., and Sori Nezami Z., Evaluation of spraying time and fertilizer of molybdenum nanoparticles by chemical and green chemistry on morpho-physiological indices of mungbean (*Vigna radiata* L.), Journal of Crops Improvement. **2021**, 23(1), 87-99.