



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۲۲۶۱۳
چاپ اول
۱۳۹۶

INSO
22613
1 st.Edition
2018

Identical with
ISO/TR 12802:
2010

فناوری نانو- چارچوب مدل آرایه‌شناختی
برای استفاده در تدوین واژه‌نامه - مفاهیم
اصلی

**Nanotechnologies – Model taxonomic
framework for use in developing
vocabularies – Core concepts**

ICS: 01.040.07; 07.030

استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۶۱۳ (چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4-Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری نانو- چارچوب مدل آرایه‌شناختی برای استفاده در تدوین واژه‌نامه- مفاهیم اصلی»

رئیس:

آقابزرگ، حمیدرضا
(دکترای شیمی)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی پژوهشگاه صنعت نفت

دبیر:

دارابی، عادل
(کارشناسی ارشد فیزیک)

عضو مستقل

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی، سارا
(دکترای مهندسی مواد- سرامیک)

کارشناس کمیته استانداردسازی ستاد توسعه فناوری نانو

سهرابی جهرمی، ابوذر
(دکترای نانوفناوری)

مدیر عامل، شرکت راصد توسعه فن‌آوری‌های پیشرفته

سیفی، مهوش
(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

کارشناس استاندارد- نایب رئیس کمیته فنی متناظر فناوری نانو

ظریف، محمود
(کارشناسی ارشد زبان‌شناسی)

پژوهشگر ارشد فرهنگستان زبان و ادب فارسی

گل‌زردی، سمیرا
(کارشناسی ارشد نانومواد)

کارشناس کمیته استانداردسازی ستاد توسعه فناوری نانو

ویراستار:

سیفی، مهوش
(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

کارشناس استاندارد- نایب رئیس کمیته فنی متناظر فناوری نانو

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ هدف از تدوین چارچوب
۱	۳ روش‌شناسی
۲	۴ تدوین چارچوب
۲	۱-۴ زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو
۴	۲-۴ نانوماده
۵	۳-۴ فرایندها
۸	۴-۴ نانوسامانه‌ها و نانوافزارها
۹	۵-۴ خواص
۲۱	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مراحل تدوین نمودارهای چارچوب مفهوم اصلی
۲۴	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) نسخه قابل جایگزینی شاخه «سنتز» نمودار چارچوب فرایندها
۲۵	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- چارچوب مدل آرایه‌شناختی برای استفاده در تدوین واژه‌نامه‌ها- مفاهیم اصلی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در پنجاه و هفتمین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۱۳۹۶/۱۲/۱۹ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO/TR 12802:2010, Nanotechnologies – Model taxonomic framework for use in developing vocabularies – Core concepts

مقدمه

این استاندارد، یک چارچوب مدل آرایه‌شناختی پیشنهادی را برای مفاهیم اصلی در فناوری نانو ارائه می‌کند. این چارچوب رده‌های پایه در فناوری نانو، همچنین مفاهیم اصلی در این رده‌ها را معرفی می‌کند و آن‌ها را در ساختاری سلسله‌مراتبی نمایش می‌دهد. از مفاهیم اصلی، فهرستی از اصطلاحات اصلی که باید تعریف شوند، مشخص شده‌اند. تعاریف این اصطلاحات در استاندارد فناوری نانو- واژه‌نامه- بخش ۱: مفاهیم اصلی، تدوین شده‌اند. تعاریف اصطلاحات در حوزه‌های موضوعی، در مجموعه استانداردهای ملی واژه‌نامه ارائه شده‌اند. به فهرست موجود در انتهای مقدمه مراجعه شود.

ارتباط بین فعالان در عرصه علم، صنعت و تجارت و مراجع تنظیم مقررات بسیار مهم است. به دلیل متفاوت بودن پیش‌زمینه‌ها و نیازها، ممکن است دریافت‌ها و انگاشت‌های بسیار متفاوت و دور از همی در مورد مفاهیم وجود داشته باشد. نتیجه آن ضعف در ایجاد ارتباط، نبود تعامل‌پذیری بین سامانه‌ها و موازی‌کاری ناشی از تلاش همزمان گروه‌های مختلف در تعریف مفاهیم بنابر چشم‌انداز خود، خواهد بود.

مقصود از یک چارچوب آرایه‌شناختی، ارائه مفاهیم فناوری نانو با بیان رابطه بین این مفاهیم به صورت محتوا است. چنین محتوایی می‌تواند نمایی ساختار یافته از فناوری نانو به کاربران ارائه دهد و فهم مشترک مفاهیم فناوری نانو را آسان کند. در این ارتباط، چارچوب مدل همراه با تعاریف اصطلاحات اصلی، برای صنعت، مصرف‌کنندگان، دولت‌ها و مراجع تنظیم مقررات سودمند است؛ زیرا به ایجاد ارتباط واضح، دقیق و مفید بین آن‌ها کمک می‌کند. از آنجایی که چارچوب آرایه‌شناختی از دیدگاه‌های متفاوتی به فناوری نانو می‌نگرد، موازی‌کاری میان طرف‌های ذی‌نفع را به کمترین حد می‌رساند و به تدوین یک واژه‌نامه هماهنگ کمک بیشتری می‌کند.

این استاندارد تلاش دارد با کاربرد کنونی اصطلاحات تدوین شده این استاندارد و دیگر استانداردهای در دست تدوین همگام بماند. با این حال، تعاریف در زمینه فناوری نانو همچنان در حال تحول هستند. توصیه می‌شود این چارچوب مدل برای مفاهیم اصلی، همگام با گسترش و تدوین واژه‌نامه‌های ملی در فناوری نانو، به‌روز شود.

از جمله دیگر استانداردهای واژه‌نامه که توسط کمیته‌های ISO/TC 229 و IEC/TC 113 تدوین شده‌اند، مجموعه استانداردهای فناوری نانو - واژه‌نامه شامل قسمت‌های زیر است:

- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱: اصطلاحات اصلی
- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۲: نانوآشیا
- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۳: نانوآشیا کربنی
- استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۴: مواد نانو ساختار یافته
- استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۵: واژه‌های مشترک نانو- زیست

- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۶-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۶: مشخصه‌یابی نانوشیء
- استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۷: تشخیص و درمان در مراقبت‌های بهداشتی
- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۸-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۸: فرایندهای نانوساخت
- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱۲: پدیده‌های کوانتومی در فناوری نانو

فناوری نانو- چارچوب مدل آرایه‌شناختی برای استفاده در تدوین واژه‌نامه- مفاهیم اصلی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، پایه‌گذاری مفاهیم اصلی برای فناوری نانو در یک چارچوب مدل آرایه‌شناختی است. همچنین این استاندارد به منظور تسهیل ارتباطات و بهبود فهم مشترک تدوین شده است.

۲ هدف از تدوین چارچوب

آرایه‌شناسی، یک طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی اجزا در یک حوزه موضوعی است. مفاهیم حوزه مورد بحث در رده‌های مرتبط قرار می‌گیرند و رابطه بین مفاهیم نشان داده می‌شود. یک مفهوم اصلی یکی از مفاهیم مرکزی است که یک حوزه موضوعی را تعریف می‌کنند. در آرایه‌شناسی این مفاهیم در بالاترین سطوح سلسله‌مراتب قرار دارند.

چارچوب آرایه‌شناختی برای مفاهیم اصلی فناوری نانو می‌تواند اهداف متعددی داشته و به‌عنوان نمایی از داوری حرفه‌ای یک گروه بین‌المللی از دانشمندان، تجسمی از فهم جاری از موضوع، ساختار و ارتباطات آن باشد. این چارچوب را می‌توان به صورت تصویری لحظه‌ای از حوزه موضوعی در یک زمان مشخص در نظر گرفت که با گسترش آن حوزه، بازبینی و به‌روزرسانی می‌شود. همچنین از آنجایی که فقط با لایه‌های بالایی سلسله‌مراتب فناوری نانو سر و کار دارد، به‌عنوان یک چارچوب مدل در نظر گرفته می‌شود که گسترش لایه‌های عمیق‌تر در سلسله‌مراتب از آن شروع می‌شود. در آخر، می‌توان از این چارچوب به‌عنوان پایه‌ای برای تدوین اصطلاحات و تعاریف در واژه‌نامه فناوری نانو استفاده کرد.

۳ روش‌شناسی

برای ایجاد آرایه‌شناسی از یک رویکرد دانش‌کتابداری، با به‌کارگیری استانداردهای ANSI/NISO Z39.19-2005 و ISO 2788:1986 به‌عنوان بنیان استفاده شده است. مفاهیم کلیدی رده‌بندی شده‌اند و هر جا ممکن بوده است در قالب ساختارهای سلسله‌مراتبی قرار گرفته‌اند که به صورت نمودارهای چارچوب در بند ۴، تدوین چارچوب، نمایش داده شده‌اند. هر جا ساختار سلسله‌مراتبی ممکن نبوده است، چارچوبی ارائه شده که پایه‌ای برای تدوین ساختار سلسله‌مراتبی در آینده است.

نمودارهای چارچوب مفهوم اصلی، طی مراحل زیر ایجاد شده‌اند:

- تدوین فهرست مفاهیمی که در فناوری نانو، محوری هستند.

- رده‌بندی که طی آن مفاهیم بر اساس شباهت‌ها و تفاوت‌هایشان گروه‌بندی شده‌اند.

– ساخت نمودارهای سلسله‌مراتبی.

تصاویر چارچوب و سلسله‌مراتب در بند ۴، تدوین چارچوب، ارائه شده‌اند. برای مراحل روش‌شناسی به پیوست الف مراجعه شود.

اصولی که برای اطمینان از سازگاری رعایت شده‌اند:

– در این استاندارد به‌مواردی که به‌طور طبیعی نانومقیاس هستند، اشاره نشده است.

– برخی اصطلاحاتی که لحاظ شده‌اند یک تعریف رایج یا جاافتاده دارند که موجب می‌شود قرار گرفتن آن‌ها در چارچوب مفاهیم اصلی ویژه فناوری نانو نامناسب به‌نظر آید. برای مثال در تدوین چارچوب «خواص» ضروری است اصطلاحات رایج به‌گونه‌ای در نظر گرفته شوند که اصطلاحات ویژه فناوری نانو در محتوای مناسبشان ارائه شوند.

– اصطلاح «نانومقیاس» در علم و فناوری نانو یک اصطلاح بنیادی است و در «استاندارد ملی ایران- ایزو ۸۰۰۰۴-۱، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱: اصطلاحات اصلی» تعریف شده است.

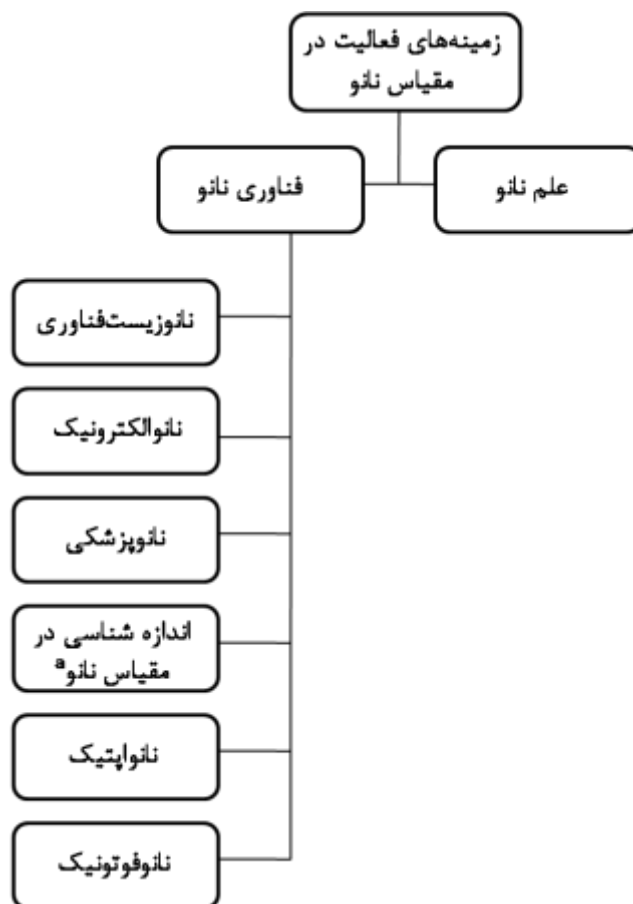
۴ تدوین چارچوب

چارچوب‌ها و سلسله‌مراتب ارائه شده، نقاط آغازی برای پشتیبانی و هدایت تدوین واژه‌نامه فناوری نانو فراهم می‌کنند. این چارچوب‌ها به این منظور ارائه شده‌اند که همگام با تحول دانش و فهم مطالب و با افزوده شدن داده‌های تخصصی، بر مبنای ساختار سلسله‌مراتبی تغییر و/یا گسترش یابند.

۱-۴ زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو

۱-۱-۴ نمودار

نمودار چارچوب زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو در شکل ۱ نشان داده شده است. در این نمودار، اصطلاح «مقیاس نانو»، فناوری نانو و علم نانو را پوشش می‌دهد.



a- Nanometrology

یادآوری - اصطلاحات دیگری وجود دارند که باید رده‌بندی شوند. تدوین واژه‌نامه محل درست چنین اصطلاحاتی را تعیین می‌کند.

شکل ۱- نمودار چارچوب زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو

۲-۱-۴ بحث

اصطلاحات «علم نانو» و «فناوری نانو» به‌عنوان اصطلاحات هم‌سطح نشان داده شده‌اند. توصیه می‌شود در ویرایش‌های بعدی، بر اساس واژه‌نامه تدوین شده در استانداردهای فناوری نانو- واژه‌نامه (به فهرست انتهایی مقدمه مراجعه شود) موارد دیگری به نمودار چارچوب شکل ۱ افزوده شود.

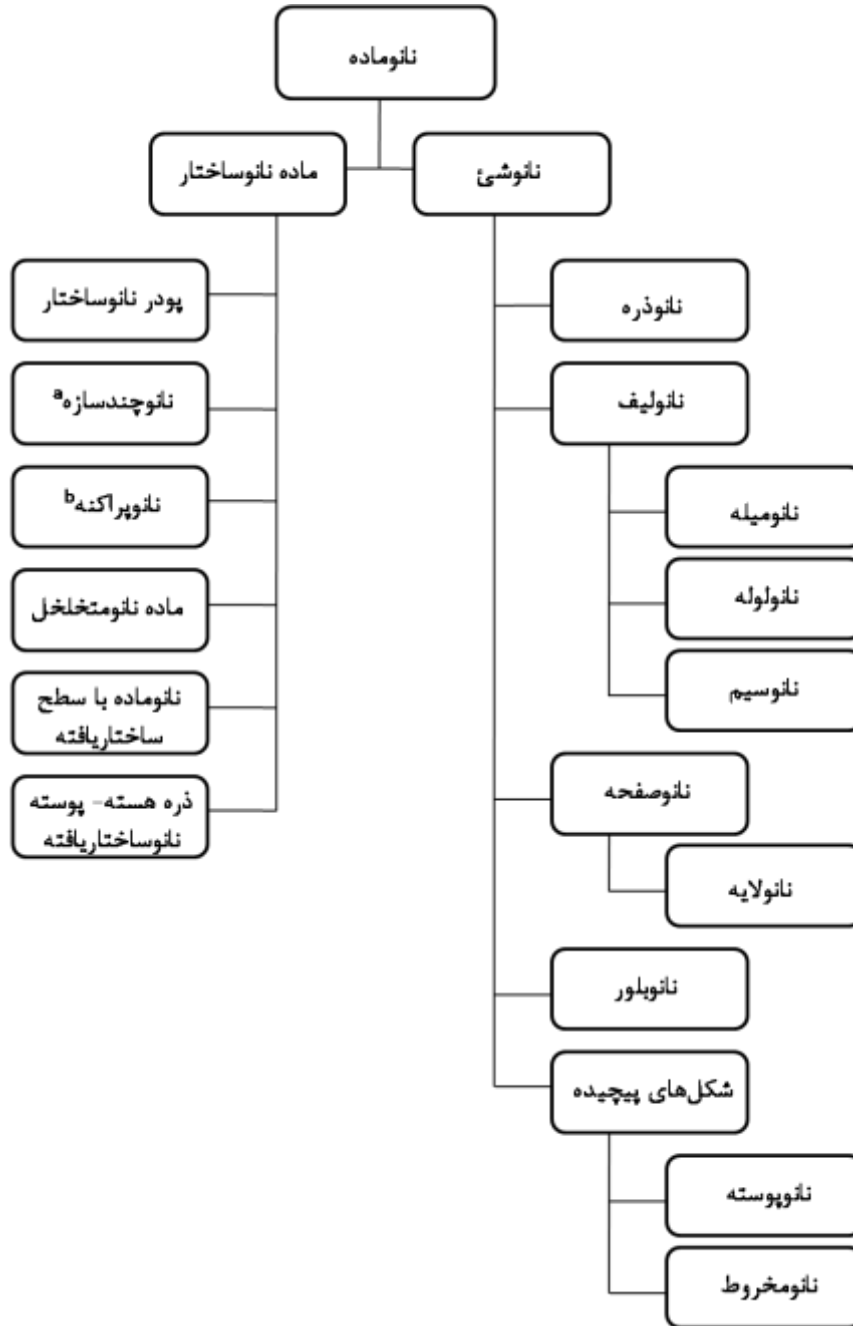
۳-۱-۴ مزایا و معایب چارچوب زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو

با مرتب کردن مفاهیم سطوح بالاتر، فهرستی کوتاه از مفاهیمی که از پیش، کاربرد گسترده‌ای در متون داشته‌اند، فراهم می‌آید و تفاوت بین مطالعه علمی نانومواد و گستره فعالیت‌های حوزه فناوری برجسته می‌شود. فهرست ارائه شده برای زیرعنوان فناوری در شکل ۱ کامل نیست و فقط برای روشن شدن موضوع آورده شده است. بنابراین نباید به‌غلط این طور تفسیر شود که این فهرست دیگر نواحی مجاز را که می‌توانند در حوزه فناوری نانو در نظر گرفته شوند، شامل نشده است.

۲-۴ نانوماده

۱-۲-۴ نمودار

نمودار چارچوب نانومواد در شکل ۲ نشان داده شده است.



- a- Nanocomposite
- b- Nanodispersion

یادآوری - اصطلاحات دیگری وجود دارند که باید رده‌بندی شوند. تدوین واژه‌نامه محل درست چنین اصطلاحاتی را تعیین می‌کند.

شکل ۲- نمودار چارچوب نانوماده

۲-۲-۴ بحث شاخه نانوشی در چارچوب نانومواد

این شاخه از چارچوب به صورت سلسله مراتبی تدوین شده است. «نانولوله کربنی» مفهومی است که در سطوح عمقی تر در سلسله مراتب زیر «نانولوله» قرار دارد. نانوایشیای بر پایه کربن، موضوع استاندارد فناوری نانو-واژه نامه- قسمت ۳: نانوایشیای کربنی هستند.

۳-۲-۴ بحث شاخه ماده نانساختار در چارچوب نانومواد

این شاخه به صورت سلسله مراتبی تدوین نشده است.

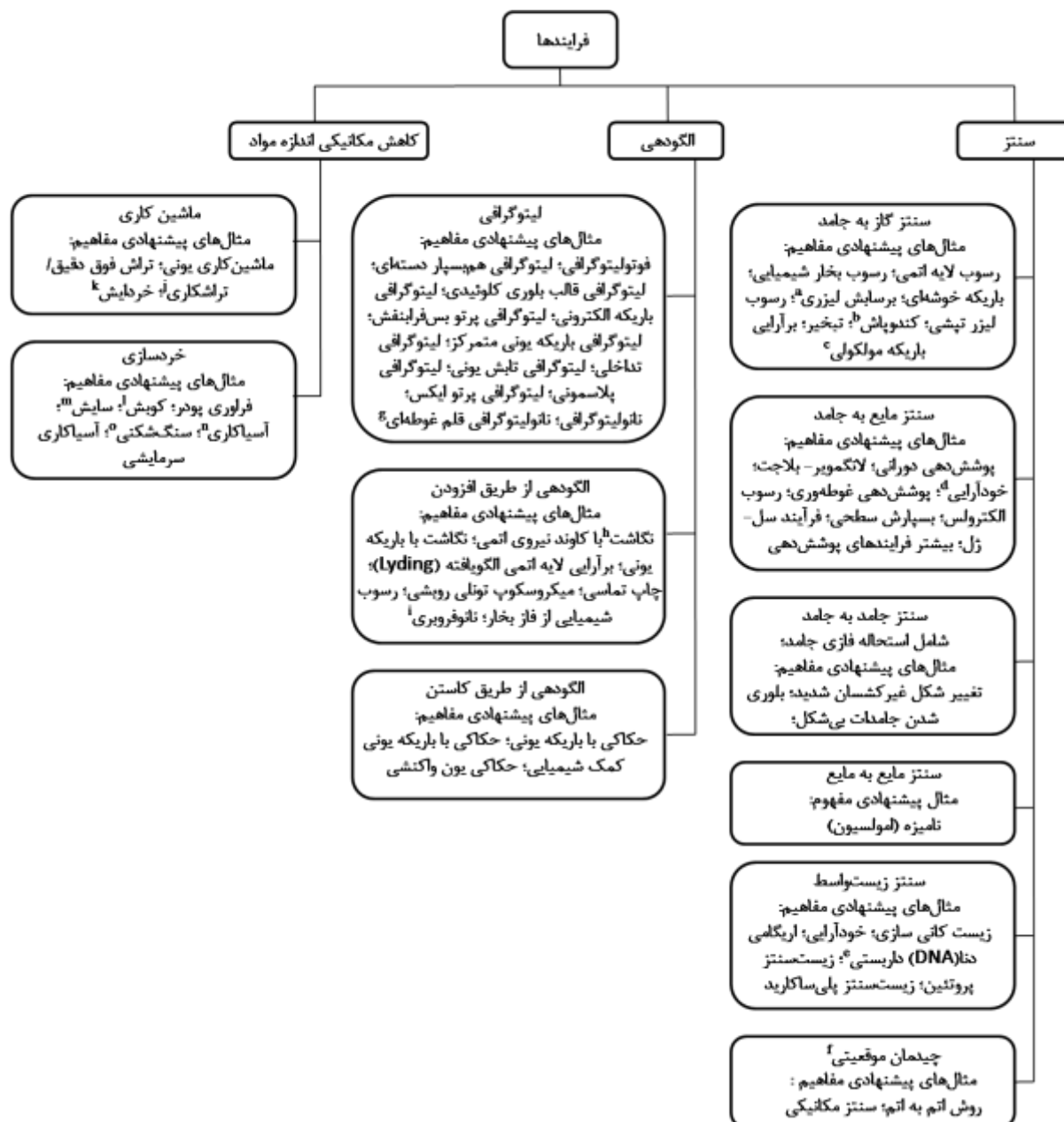
۴-۲-۴ مزایا و معایب چارچوب نانومواد

نخستین فایده چارچوب نانومواد، شناسایی مفاهیم و اصطلاحاتی است که تعاریفشان به رده بندی مناسب حوزه موضوعی کمک می کند. برای برخی، نانوبلورین یعنی دارای ساختار بلورین که می تواند به شکل نانوذره، نانولیف یا نانوصفحه باشد. برای برخی دیگر، بخشی از یک شیء بزرگ تر است، ولی شیئی که به موجب آن نانوبلورین می تواند در رده ماده نانساختار قرار گیرد. در برداشتن زیرشاخه «شکل های پیچیده» می رساند که فقط وجود رده های ذره، لیف و صفحه کافی نیست. ممکن است نیاز باشد که پس از توسعه بیشتر اصطلاح-شناسی و تعاریف در استانداردهای فناوری نانو-واژه نامه (به فهرست انتهای مقدمه مراجعه شود)، مواردی به زیرشاخه «شکل های پیچیده» اضافه شوند و مفاهیم، بازبینی شده و در جای درست قرار گیرند.

۳-۴ فرایندها

۱-۳-۴ نمودار

نمودار چارچوب فرایندها در شکل ۳ نشان داده شده است.



- a- Laser ablation
- b- Sputtering
- c- Molecular beam epitaxy
- d- Self assembly
- e- Scaffolded DNA origami
- f- Positional assembly
- g- Dip-pen nanolithography
- h- Writing
- i- Nanoindentation
- j- Lathing
- k- Grinding
- l- Pounding
- m- Abrading
- n- Milling
- o- Crushing

شکل ۳- نمودار چارچوب فرایندها

بخشی از این چارچوب به صورت سلسله‌مراتبی تدوین شده است. به‌طور مشخص، ساختار سلسله‌مراتبی فراتر از سه سرعنوان اصلی سنتز، الگودهی و کاهش مکانیکی اندازه مواد وضع نشده است. مثال‌ها برای سرعنوان‌های فرعی مناسب هستند و پیشنهاد می‌شود پس از توسعه بیشتر اصطلاح‌شناسی و تعاریف در استانداردهای فناوری نانو- واژه‌نامه (به فهرست انتهای مقدمه مراجعه شود) موارد بیشتری به آن‌ها افزوده شود.

نظریات فنی گسترده و تدوین استاندارد فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۸: فرایندهای نانو ساخت، ممکن است به توسعه هرچه بیشتر این سلسله‌مراتب بیانجامد. این چارچوب با گذر از چندین شکل ساختاری مختلف و همچنین تغییر نام از «فرایندهای نانو ساخت» به «فرایندها» تحول یافته است.^۱ مفاهیم اصلی «نانوساخت بالا به پایین» و «نانوساخت پایین به بالا» در نظر گرفته نشده‌اند. این مفاهیم در سلسله‌مراتب نشان داده شده در شکل ۳ ارزش محدودی دارند؛ زیرا برخی فرایندها به خوبی در رده‌های بالا به پایین یا پایین به بالا قرار می‌گیرند، در حالی که برخی دیگر مانند نانوالگودهی به هر دو شیوه بالا به پایین یا پایین به بالا می‌توانند انجام شوند.

این چارچوب سه عنوان فرعی دارد: «سنتز» (ساخت شیء)؛ «الگودهی» (فرآیندی که در آن برای ایجاد طرح-های نانومقیاس روی سطح بستری که از پیش موجود بوده است، تغییراتی ایجاد می‌گردد)؛ و «کاهش مکانیکی اندازه مواد» (فرایندهایی که اندازه یک شیء بزرگ را برای تبدیل شدن به یک شیء نانومقیاس کاهش می‌دهند). فرایندهای زیست‌واسط متعلق به شاخه «سنتز» در نظر گرفته می‌شوند.

شاخه «سنتز» پیش از رسیدن به وضعیت نشان داده شده در شکل ۳، دستخوش تغییرات زیادی شده است. در ابتدا، در این شاخه از رشته‌های کلاسیک شیمی، فیزیک و زیست‌شناسی به‌عنوان سه زیرعنوان اصلی سنتز استفاده شد. (نسخه اولیه شاخه «سنتز» برای اطلاع در پیوست ب آورده شده است). سازمان‌دهی اولیه مفاهیم دچار اشکال بود. چندین اصطلاح فرعی از جمله «رسوب» تکرار شده بود، که همپوشانی موجود بین شیمی و فیزیک را نشان می‌داد. سنتز به‌عنوان یک فرایند، واکنشگرهایی را در بر می‌گیرد که در آن‌ها به‌منظور تشکیل یک نانوشیء تغییرات زیر رخ دهد:

الف- تغییر در ساختار مولکولی؛

ب- تغییر در حالت (گاز، مایع، جامد)؛ یا

پ- تغییر در فاز (نامیزه‌سازی یا تغییر در بلورینگی).

۱- این تغییر نام ضروری است؛ زیرا هنگامی که «فرایندهای نانو ساخت» سرعنوان اصلی باشد ماهیت گسترده مفاهیم سطح یک در سلسله‌مراتب، آزمون «همه و برخی» را برآورده نمی‌کند. مفاهیم سطح یک در سلسله‌مراتب کنونی در شکل ۳ نشان می‌دهند که چگونه آزمون «همه و برخی» برآورده نمی‌شود. این آزمون ثابت می‌کند نتیجه به‌دست آمده در ادامه نادرست است: برخی فرایندهای نانو ساخت سنتز هستند؛ هر سنتزی یک فرآیند نانو ساخت است. (سنتز به‌طور انحصاری یک فرآیند نانو ساخت نیست). برای اطلاعات بیشتر در مورد آزمون «همه و برخی» به پیوست الف مراجعه شود.

در شاخه «کاهش مکانیکی اندازه مواد»، ماشین کاری به کنده کاری ماده از طریق عملیاتی مانند سوراخکاری، تراشکاری، آسیاکاری (برشکاری) یا پرداخت کاری اشاره دارد که معمولاً با استفاده از ماشین ابزارها در کارگاه ماشین کاری انجام می‌شود. این زیررده در جایی که ماشین کاری شامل کنترل نانومقیاس باشد، به مفهوم «بالا به پایین» نزدیک تر می‌شود. خردسازی مواردی مانند خردایش، فرسایش ضربه‌ای و دیگر عملیاتی که شکل و همچنین اندازه را تغییر می‌دهند، را در بر می‌گیرد.

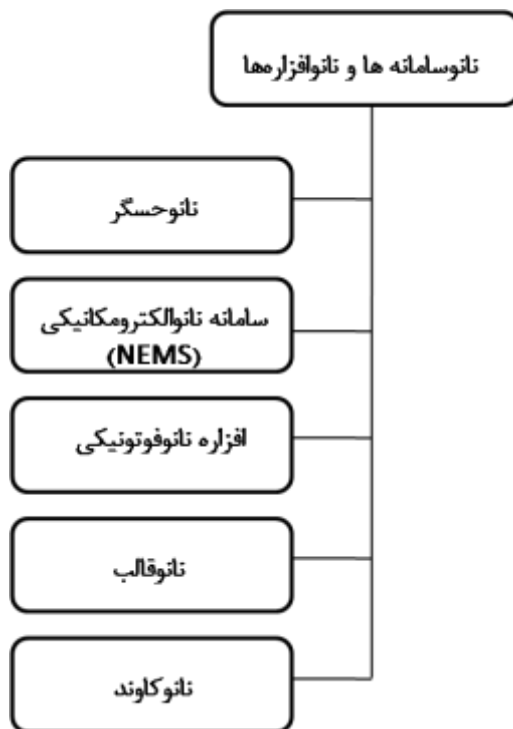
۳-۳-۴ مزایا و معایب چارچوب فرایندها

این چارچوب الگوهی و ایجاد الگو را از سنتز و کاهش مکانیکی اندازه مواد متمایز می‌کند. این تمایز مهم است، زیرا پایه بسیاری از فعالیت‌های صنعت امروزه نیم‌رسانا است. علاوه بر آن، نمودار قسمت‌هایی که مفهوم نانومواد مهندسی شده بیشترین همپوشانی را با مواد فوق‌ریز طبیعی دارای کاربری صنعتی دارد، مشخص می‌کند. مواد طبیعی اغلب از معدن استخراج شده، تصفیه می‌شوند و با فرایندهایی که تحت عنوان «کاهش مکانیکی اندازه مواد» قرار دارند، اندازه‌دهی می‌شوند؛ در حالی که تولید طراحی شده مواد جدید تحت عنوان «سنتز» قرار می‌گیرد. این موضوع در تدوین اصطلاح‌شناسی و تعاریف برای فرایندهای نانساخت در نظر گرفته می‌شود.

۴-۴ نانسامانه‌ها و نانوافزاره‌ها

۱-۴-۴ نمودار

نمودار چارچوب نانسامانه‌ها و نانوافزاره‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است.



یادآوری - اصطلاحات دیگری وجود دارند که باید رده بندی شوند. تدوین واژه نامه محل درست چنین اصطلاحاتی را تعیین می کند.

شکل ۴ - نمودار چارچوب نانوسامانه ها و نانوافزاره ها

۲-۴-۴ بحث

این چارچوب به صورت سلسله مراتبی تدوین نشده است. نانوسامانه ها و نانوافزاره ها در زمینه پزشکی، زیست شناسی، الکترونیک و فناوری اطلاعات، مفاهیمی اصلی هستند. اصطلاح شناسی و تعاریف تدوین شده در استانداردهای فناوری نانو- واژه نامه (به فهرست انتهای مقدمه مراجعه شود) توسعه بیشتر این چارچوب را ممکن می سازند.

۵-۴ خواص

۱-۵-۴ کلیات

ایجاد یک چارچوب منفرد که خواص، حالتها و/یا پدیده های مرتبط با نانومواد را به تصویر بکشد، در قرارداد این مفاهیم چندگانه به شکل نمودار پیچیدگی هایی را نشان می دهد. بنابراین برای چارچوب خواص چهار نسخه ارائه شده است. بازنگری های بعدی در مورد چگونگی کاربرد، گسترش یا صرف نظر از آنها همگام با تدوین اصطلاح شناسی و تعاریف برای فناوری نانو در استانداردهای فناوری نانو- واژه نامه (به فهرست انتهای مقدمه مراجعه شود) توصیه می شود.

اثر نانویی را می توان به عنوان یک تغییر ناگهانی در بزرگی (مقدار) تعریف کرد که در مقیاس نانو از ۱ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر رخ می دهد؛ یا این که می تواند تغییر قابل ملاحظه ای در بزرگی (مقدار) مرتبط با نمونه

ماکرومقیاس همان ماده باشد. پدیده‌ها و خواص نانومقیاس از لحاظ علمی در مقیاس ماکرو شناخته شده‌اند و به خوبی جا افتاده‌اند، به گونه‌ای که هیچ خاصیت «منحصر به فردی» وجود ندارد که فقط در مقیاس نانو مشاهده شده باشد و همچنین هیچ ماده «منحصر به فردی» وجود ندارد که فقط در مقیاس نانو وجود داشته باشد. فقط این امکان باقی می‌ماند که خواص موجود برای یک ماده در مقیاس نانو به گونه‌ای متمایز ترکیب شوند. این ترکیب به نوبه خود، فرصت‌هایی برای کاربردهای جدید ارائه می‌کند. در این گونه موارد تحقیقات پیوسته، در نهایت درک مشترکی از چنین پدیده‌هایی را فراهم می‌آورد.

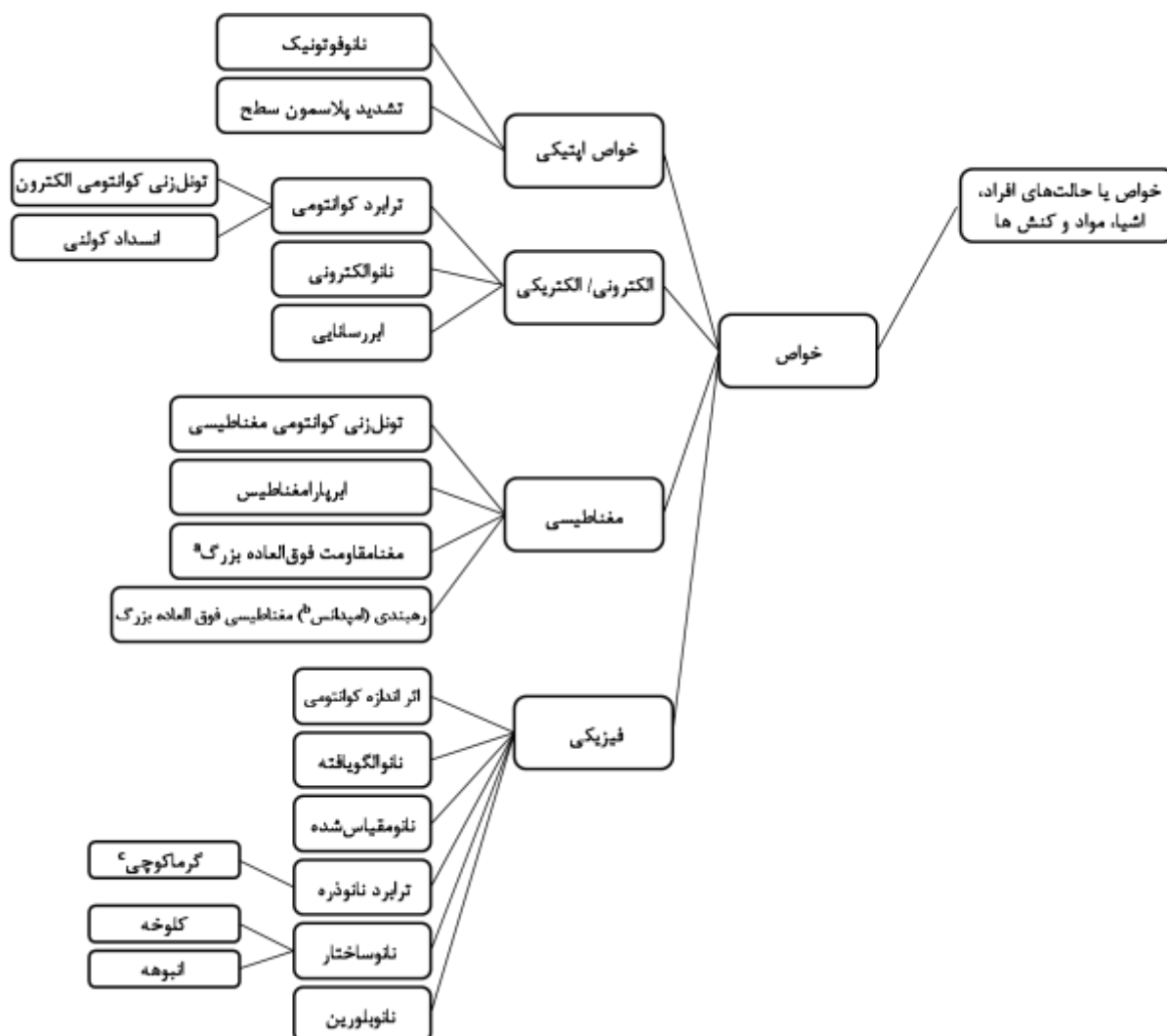
هنگام تغییر ابعاد ماده از مقیاس ماکرو به مقیاس نانو، این احتمال وجود دارد که در بزرگی (مقدار) یک خاصیت تغییری ایجاد شود. یکی از مشکلات دانشمندان تصمیم‌گیری در مورد این موضوع است که چارچوب مرجع برای مقایسه، طول (بعد) باید باشد، یا مساحت، یا حجم؛ مفاهیمی که متاسفانه اصطلاح «توده» همه را شامل می‌شود. این مشکل همچنین هنگام تلاش برای بازنمایی تصویری چگونگی پیوند بین خواص، پدیده‌ها و حالت‌ها وجود دارد.

در هر بازنمایی تصویری، موارد تکراری، ابهاماتی در مورد ساختار سلسله‌مراتبی و محدودیت‌های زبانی وجود دارد. به عنوان مثال، پدیده بر جذب یا جذب سطحی باید به مساحت سطح مربوط باشد و همچنین انحناى سطح (کاو یا کوژ بودن) که به طول مربوط است، البته طول یک نانوذره و نه طول یک نانولیف. این گونه ملاحظات موضوع بازنگری‌های بعدی هستند.

۴-۵-۲ چارچوب خواص نسخه ۱

۴-۵-۲-۱ نمودار

نسخه ۱ نمودار چارچوب خواص در شکل ۵ نشان داده شده است. این نسخه، از رده‌بندی مطرح شده در استاندارد ANSI/NISO Z39.19 («خواص یا حالت‌های افراد، اشیا، مواد و کنش‌ها») استفاده می‌کند. در این نسخه سعی شده است به جای خواص مربوط به نانومواد به‌طور ویژه، خواص مربوط به فناوری نانو در حالت کلی طبقه‌بندی شود.



- a- Giant magnetoresistance
- b- Impedance
- c- Thermophoretic

شکل ۵ - نمودار چارچوب خواص نسخه ۱

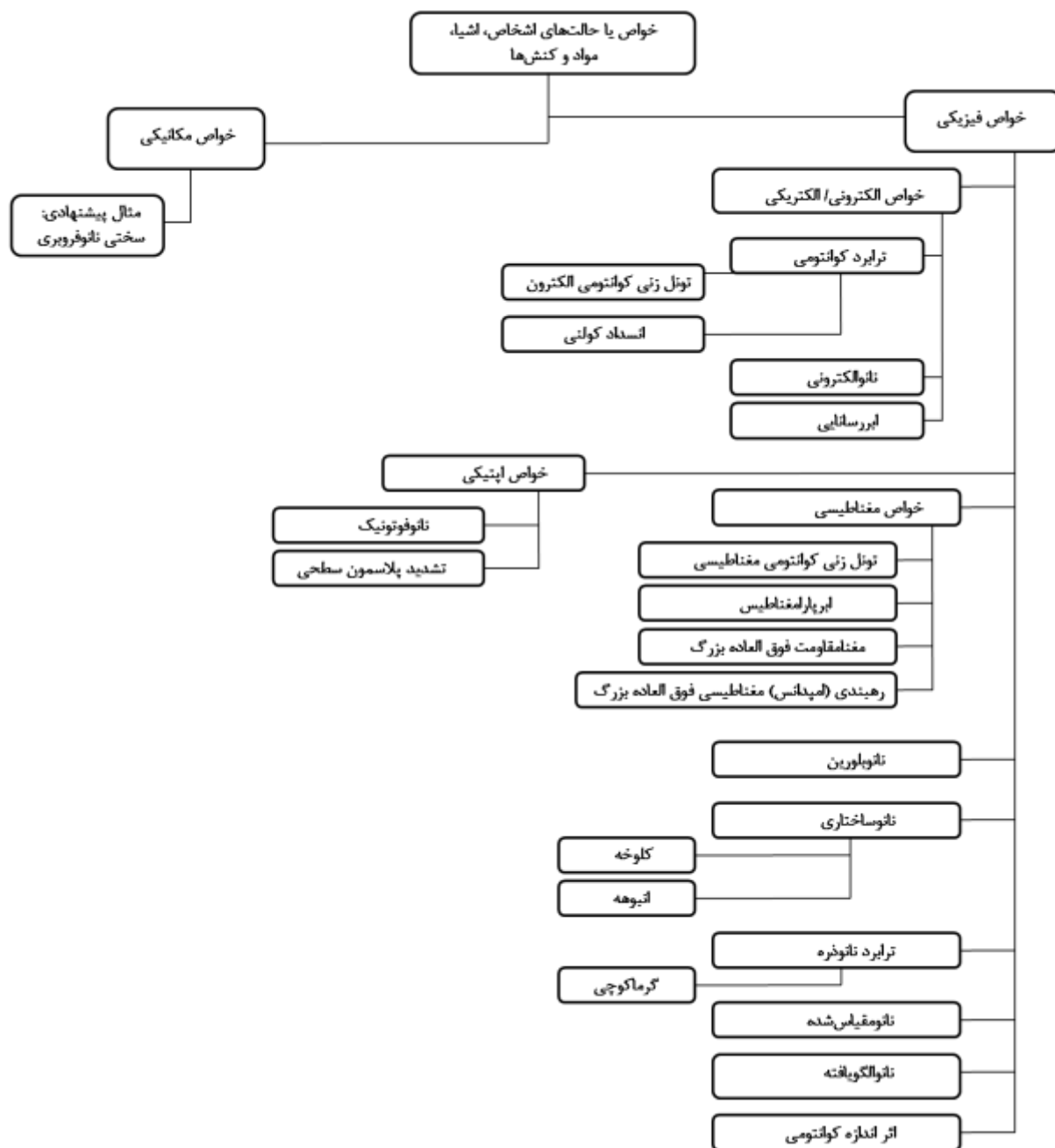
۴-۲-۵- مزایا و معایب چارچوب خواص نسخه ۱

این چارچوب تاکید می‌کند که خواص جمعی می‌توانند برای شناسایی پدیده‌هایی که به احتمال زیاد در مقیاس نانو متمایز هستند، محوری باشند. هرچند، این چارچوب، خواص مکانیکی را به شیوه رضایت بخشی بیان نمی‌کند. علاوه بر این، خواص فیزیکی در واقع تمام خواص فهرست شده را دربر گرفته‌اند.

۳-۵-۴ چارچوب خواص نسخه ۲

۱-۳-۵-۴ نمودار

نسخه ۲ نمودار چارچوب خواص در شکل ۶ نشان داده شده است. نسخه ۲، همانند نسخه ۱ از رده‌بندی مطرح شده در ANSI/NISO Z39.19 («خواص یا حالت‌های افراد، اشیا، مواد و کنش‌ها») استفاده می‌کند. در این نسخه سعی شده است به جای خواص مربوط به نانومواد به‌طور ویژه، خواص مربوط به فناوری نانو در حالت کلی طبقه‌بندی شود.



شکل ۶- نمودار چارچوب خواص نسخه ۲

۴-۵-۳-۲ مزایا و معایب چارچوب خواص نسخه ۲

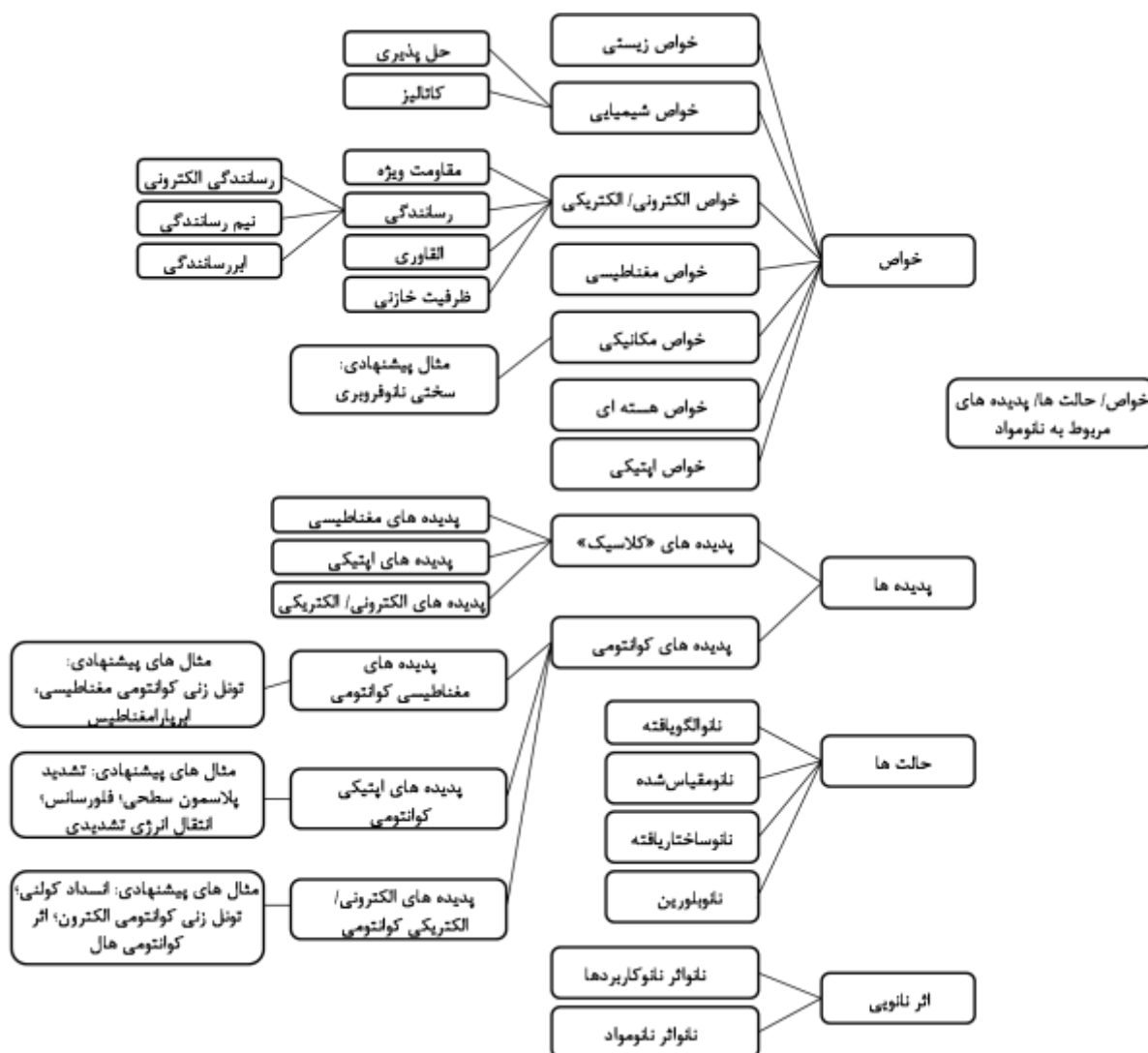
این نسخه جنبه‌هایی از فناوری نانو را که با خواص جمعی سر و کار دارند، در بر نمی‌گیرد؛ همچنین سامانه‌هایی که در آن‌ها دانش کنونی مبتنی بر پدیده‌های مشاهده شده بدون قطعیت است، از لحاظ خواص مربوط به آن پدیده، نیز در این نسخه گنجانده نمی‌شوند (برای مثال برهم‌کنش بین نانومواد؛ سم‌شناسی).

۴-۵-۴ چارچوب خواص نسخه ۳

۴-۵-۴-۱ نمودار

نسخه ۳ نمودار چارچوب خواص در شکل ۷ نشان داده شده است. عنوان اصلی نمودار به «خواص / حالت-ها/پدیده‌های مرتبط با نانومواد» تغییر داده شده است. تغییر عنوان، این مطلب را می‌رساند که نیاز است مفاهیم «پدیده‌ها» و «اثر نانویی» در این چارچوب گنجانده شوند و همچنین تمرکز این چارچوب باید به‌طور ویژه روی نانومواد باشد، و نه روی فناوری نانو در حالت کلی.

در شکل ۷، بیشتر مفاهیم تحت عنوان‌های خواص و پدیده‌ها، ویژه فناوری نانو نیستند؛ ولی در ساخت، مشخصه‌یابی و استفاده از نانومواد با فناوری نانو مرتبط هستند.



شکل ۷- نمودار چارچوب خواص نسخه ۳

۴-۵-۴ مزایا و معایب نمودار چارچوب خواص نسخه ۳

ابهامات مربوط به علم و فناوری در این چارچوب دوباره مطرح می‌شوند. علم به‌طور سنتی مبتنی بر توانایی توصیف پدیده‌هاست و بزرگی پدیده مشاهده شده را به خواص مواد مرتبط می‌کند. یک حالت اغلب به‌صورت توصیف کاملی از سامانه درگیر (برای مثال، حالت ترمودینامیکی) تعریف می‌شود. اگر مطالعه سامانه‌های نانومقیاس یک علم باشد، آن‌گاه توانایی تعریف نانوحالت ضروری می‌شود. از سوی دیگر، اگر موضوع فقط فناوری دستکاری مواد باشد، آن‌گاه تمرکز روی اثرات نانویی است. در هر یک از این دو مورد، داشتن دید جامع‌تری از اثرات مشاهده‌پذیر قابل انتساب به مواد نانومقیاس، نخستین گام ضروری است. تفکیک مفاهیم خواص و پدیده‌ها ایجاد ارزش می‌کند. تناظر بین هر پدیده و خواص همبسته با آن باید مدون شود. این چارچوب اثرات ویژه نانو را برجسته یا مجزا نمی‌کند.

در شکل ۷، بین زیرعنوان‌های «خواص»، «پدیده‌ها»، «حالت‌ها» و «اثر نانویی» و عنوان اصلی روابط سلسله‌مراتبی برقرار نشده است. از جمله پرسش‌های پاسخ داده نشده، بدین قرارند: آیا مفهوم «خواص» زیر مفهوم «پدیده‌ها» قرار می‌گیرد؛ و همچنین آیا «نانوحالت» ماده‌ای که یک اثر نانویی از خود نشان می‌دهد، در اندازه‌های بزرگ‌تر همان ماده نیز مشاهده می‌شود. این موارد موجب می‌شوند تا نسخه ۴ چارچوب خواص به‌صورتی که در شکل ۸ آمده، نمایش داده شود. نسخه ۴ مبتنی بر فهرست جامعی است از خواصی که مواد در مقیاس نانو نشان می‌دهند و از متون علمی استخراج شده است.

۴-۵-۵ چارچوب خواص نسخه ۴

۴-۵-۵-۱ نمودار

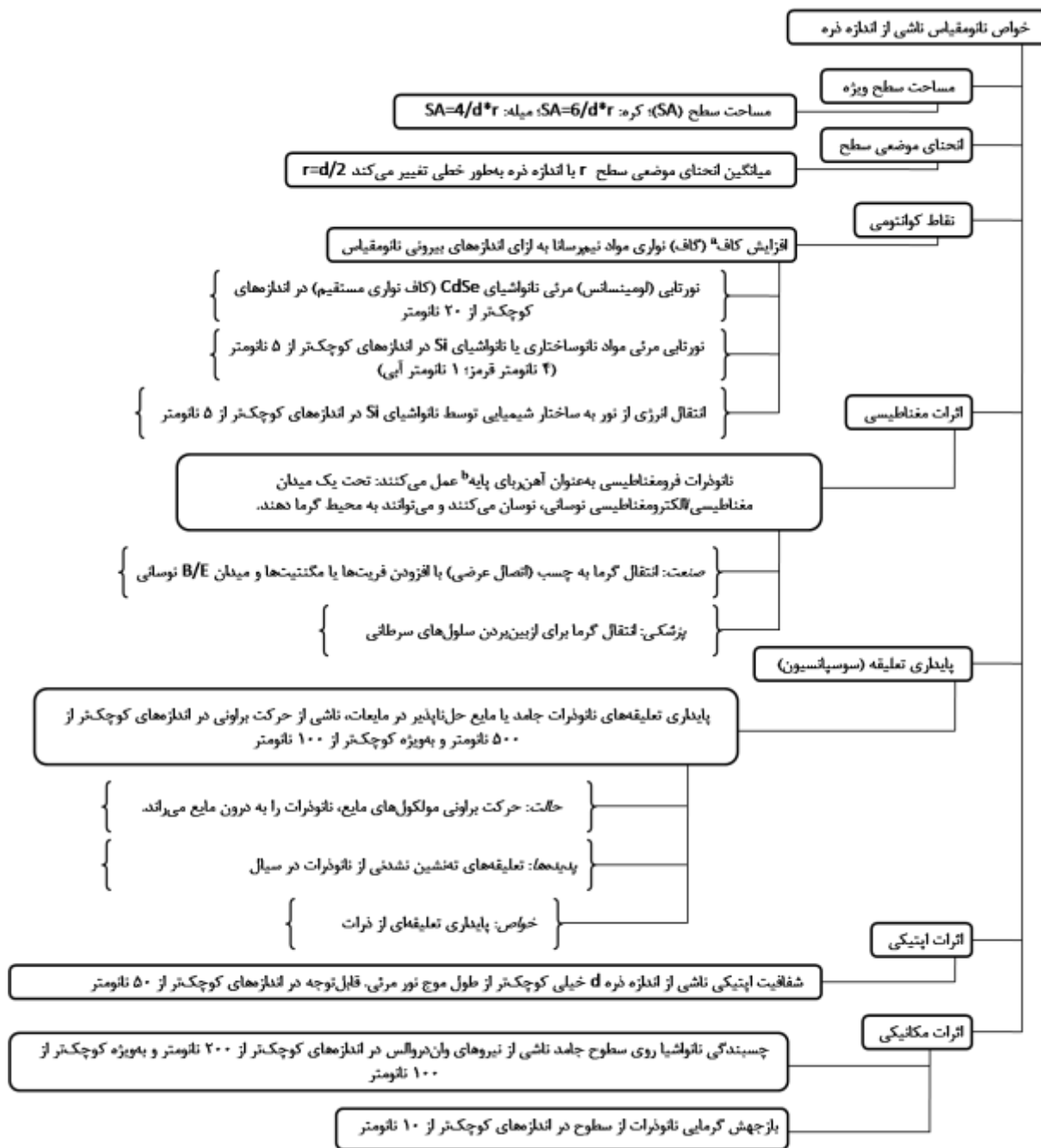
نسخه ۴ از نمودار چارچوب خواص به سبب پیچیدگی در چند بخش نشان داده شده است. این نسخه ابتدا در شکل ۸ با نمایش عنوان اصلی و ۵ شاخه زیرعنوان ارائه شده است. پس از آن، شکل‌های ۹ تا ۱۳ شاخه‌های هر زیرعنوان را با جزئیات نشان می‌دهند.

این چارچوب در زیرشاخه‌ها بر عامل‌هایی تمرکز می‌کند که به خواص بروز یافته مواد در مقیاس نانو منجر می‌شوند. این عامل‌ها شامل اندازه ذره، مساحت سطح ویژه، انحناى سطح، سطوح ماکروسکوپی، یا مواد چندسازه هستند. برای خواصی که به عنوان مشاهدات کاربردی قابل اندازه‌گیری شناخته می‌شوند، مثال‌هایی ارائه شده است.

یادآوری - عامل‌هایی که در زیرشاخه‌ها به آنها اشاره شده است، ممکن است در مورد برخی از نانوایشیا با یکدیگر همپوشانی داشته یا مرتبط باشند.

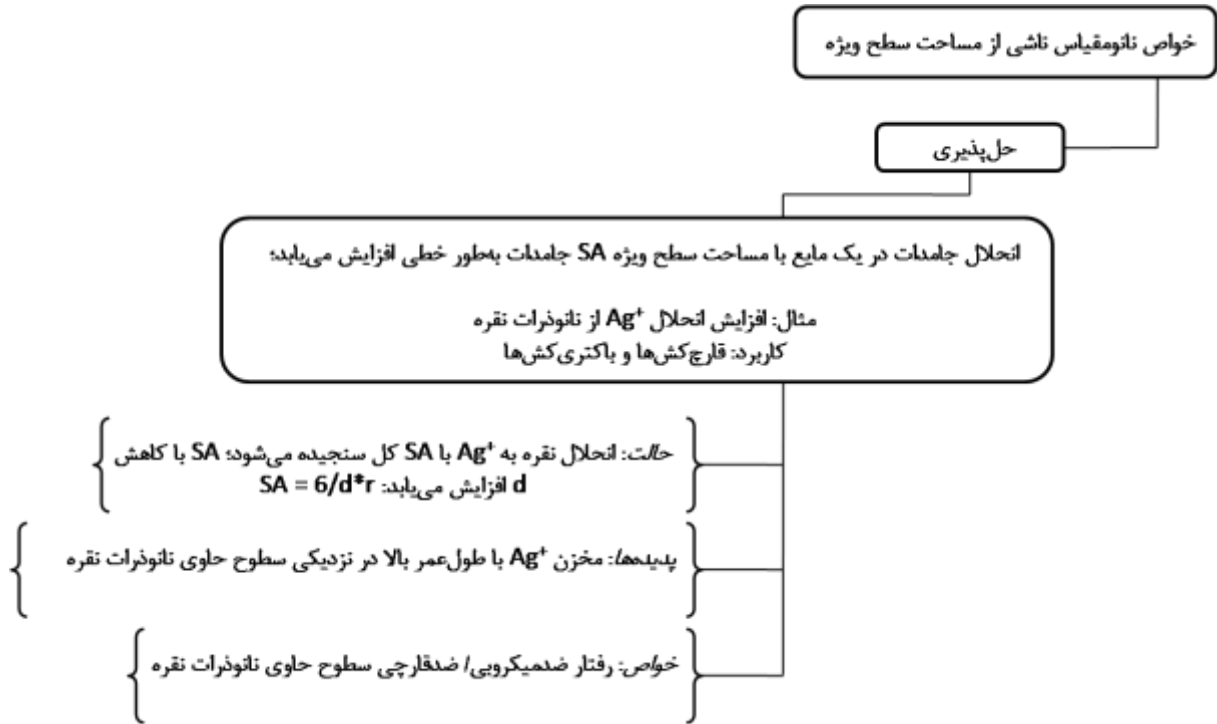


شکل ۸ - نمودار چارچوب خواص به همراه نام زیرموضوع‌ها



a- Gap
b- Elementary

شکل ۹- نمودار چارچوب خواص نسخه ۴- شاخه خواص نانومقیاس ناشی از اندازه ذره



شکل ۱۰- نمودار چارچوب خواص نسخه ۴- شاخه خواص نانومقیاس ناشی از مساحت سطح ویژه



شکل ۱۱- نمودار چارچوب خواص نسخه ۴- شاخه خواص نانومقیاس ناشی از انحناى سطح



a- Scanning force microscope

b- Thermoplast

شکل ۱۲- نمودار چارچوب خواص نسخه ۴- خواص نانومقیاس روی سطوح ماکروسکوپی



a- جذب سطحی

شکل ۱۳- نمودار چارچوب خواص نسخه ۴- شاخه خواص نانومقیاس مواد نانوجندسازه

۴-۵-۵-۲ مزایا و معایب چارچوب خواص نسخه ۴

مزیت این نوع دیدگاه به خواص نانومقیاس این است که می‌تواند در آینده به‌عنوان زیربنایی برای به‌تصویر کشیدن ساختار «خواص، پدیده‌ها، حالت‌ها» به کار رود. هیچ فرضی درباره مرتبط ساختن پدیده‌ها با خواص ویژه یا برعکس در خود ندارد. می‌توان چنین استدلال کرد که حالت دینامیک فناوری نانو به‌گونه‌ای است که مشاهدات کاربردی با استفاده از پدیده‌ها و خواص به توصیفی منجر می‌شود که به نوبه خود موجب توسعه یک علم می‌شود.

این یک رویکرد عمل‌گرایانه است که در ساختارش بر فناوری بیشتر از علم تاکید دارد. برای جامع‌تر کردن چارچوب به مطالعات موردی بیشتری نیاز است تا در نهایت یک سلسله‌مراتب پیشرفته به‌دست آید.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مراحل تدوین نمودارهای چارچوب مفهوم اصلی

مراحل تدوین نمودارهای چارچوب مفهوم اصلی:

الف- گردآوری فهرست‌هایی از مفاهیم محوری در فناوری نانو، از یک فهرست اولیه شامل تقریباً ۴۰۰ اصطلاح که از موارد ارائه شده مربوط به فناوری نانو استخراج شده است. این فهرست کامل نیست.

ب- پس از آن با داوری حرفه‌ای، یک فهرست پایه ۸۲ اصطلاحی ایجاد شد. با وجود این که در روش‌شناسی، این فهرست اساس مرحله بعدی است، ولی در طول تدوین بر مبنای داوری علمی، اصطلاحاتی اضافه و یا کم شد.

پ- مفاهیم مطابق با شباهت‌ها و اختلافاتشان رده‌بندی شدند. مفاهیم فقط می‌توانستند در یک رده قرار گیرند. این مسأله پیش از مرحله بعدی که در آن مفاهیم در ساختار سلسله‌مراتبی قرار می‌گیرند، یک مجموعه فهرست ساده از مفاهیم در رده‌های مشخص تولید می‌کند.

ت- رده‌ها آن‌گونه که در استاندارد [1], pp. 23-24 ANSI/NISO Z39.19-2005 مطرح شده، بازبینی شدند. فهرست رده‌ها، که البته فهرست کاملی نیست، شامل موارد زیر است:

۱- اشیا و اجزای فیزیکی آن‌ها؛

۲- مواد؛

۳- فعالیت‌ها یا فرایندها؛

۴- رخدادها یا پیشامدها

۵- خواص یا حالت‌های افراد، اشیا، مواد، یا کنش‌ها؛

۶- رشته‌های علمی یا زمینه‌های موضوعی؛

۷- واحدهای اندازه‌گیری.

ث- رده‌ها به‌گونه‌ای تغییر پیدا کردند که مناسب حوزه موضوعی فناوری نانو باشند.

برای مثال، تفاوت مفهومی کوچکی در اصطلاحات رده‌های «فعالیت‌ها یا فرایندها» و «رخدادها یا پیشامدها» وجود دارد؛ در نتیجه این دو رده، به یک رده «فعالیت‌ها یا فرایندها» و پس از آن سرانجام «فرایندها» تبدیل می‌شوند. نام «اشیا و اجزای فیزیکی آن‌ها» تا نام نهایی «نانوسامانه‌ها و نانوآزاره‌ها» تغییرات زیادی داشته

است. «مواد» به «نانوماده» تغییر یافته است. «رشته‌های علمی» به «زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو» تغییر یافته است. «واحدهای اندازه‌گیری» استفاده نشده است.

فهرست نهایی رده‌ها به صورت زیر است:

- ۱- زمینه‌های فعالیت در مقیاس نانو؛
- ۲- نانوماده؛
- ۳- فرایندها؛
- ۴- نانو سامانه‌ها و نانو افزارها؛
- ۵- خواص.

رده «خواص» تحت سه سرعنوان تدوین شده است:

- خواص یا حالت‌های افراد، اشیاء، مواد، یا کنش‌ها؛
- خواص / حالت‌ها / پدیده‌های مربوط به نانومواد؛ و،
- اثرات نانویی نانومواد

ج- با استفاده از فهرست‌های ساده مرحله رده‌بندی، سلسله‌مراتب‌ها ساخته شده و برای بررسی صحت ساختار سلسله‌مراتبی با آزمون‌های زیر آزموده شده‌اند:

۱- آزمون «یک ... است»، برای بررسی عبارت «یک [مفهوم محدودتر (اخص)] یک [مفهوم گسترده‌تر (اعم)] است». برای مثال، یک پستاندار یک مهره‌دار است. این آزمون پیوند بین یک رده و اعضای آن را مشخص می‌کند. استاندارد [1], p. 47, ANSI/NISO Z39.19-2005.

۲- آزمون «همه و برخی»، که منطق سلسله‌مراتب را بررسی می‌کند. در این آزمون، عبارت‌های «برخی [مفاهیم گسترده‌تر]، [مفاهیم محدودتر] هستند. همه [مفاهیم محدودتر]، [مفاهیم گسترده‌تر] هستند» بررسی می‌شوند. برای مثال، عبارتی که در ادامه می‌آید در آزمون صدق می‌کند: «برخی گیاهان گوشتی، کاکتوس هستند. همه کاکتوس‌ها گیاه گوشتی هستند. هرچند، عبارت «برخی گیاهان بیابانی کاکتوس هستند. برخی کاکتوس‌ها گیاه بیابانی هستند» در آزمون صدق نمی‌کند. در حقیقت، برخی گیاهان بیابانی کاکتوس هستند، ولی همه کاکتوس‌ها گیاه بیابانی نیستند، استاندارد ANSI/NISO Z39.19-2005 [1], pp.47-48.

در آرایه‌شناسی می‌توان چندین نوع رابطه، شامل سلسله‌مراتبی، چندسلسله‌مراتبی، و همبسته را ترسیم کرد.

روابط سلسله‌مراتبی شامل موارد زیر است:

- الف- جنس و نوع: رابطه «یک ... است»: دستیار رقمی (دیجیتال) شخصی، یک رایانه است.
- ب- کل - جزء (جزئی): رابطه «بخشی از ... است»: فرانکفورت بخشی از آلمان است؛ لنز بخشی از یک دوربین است.

پ- موردی: رابطه «یک ... است» با نشان دادن مثال‌های مشخص که اغلب اسامی خاص هستند: اقیانوس منجمد شمالی یک اقیانوس است؛ آلپ یک رشته کوه است. استاندارد ANSI/NISO Z39.19-2005 [1], pp. 46-49

روابط چندسلسله‌مراتبی مفاهیم را به‌صورتی نشان می‌دهند که از لحاظ منطقی به بیش از یک رده متعلق باشند. برای مثال، مفهوم «پیانو» به هر دو رده «سازهای زهی» و «سازهای کوبه‌ای» متعلق است، استاندارد ANSI/NISO Z39.19-2005 [1], pp. 49-50

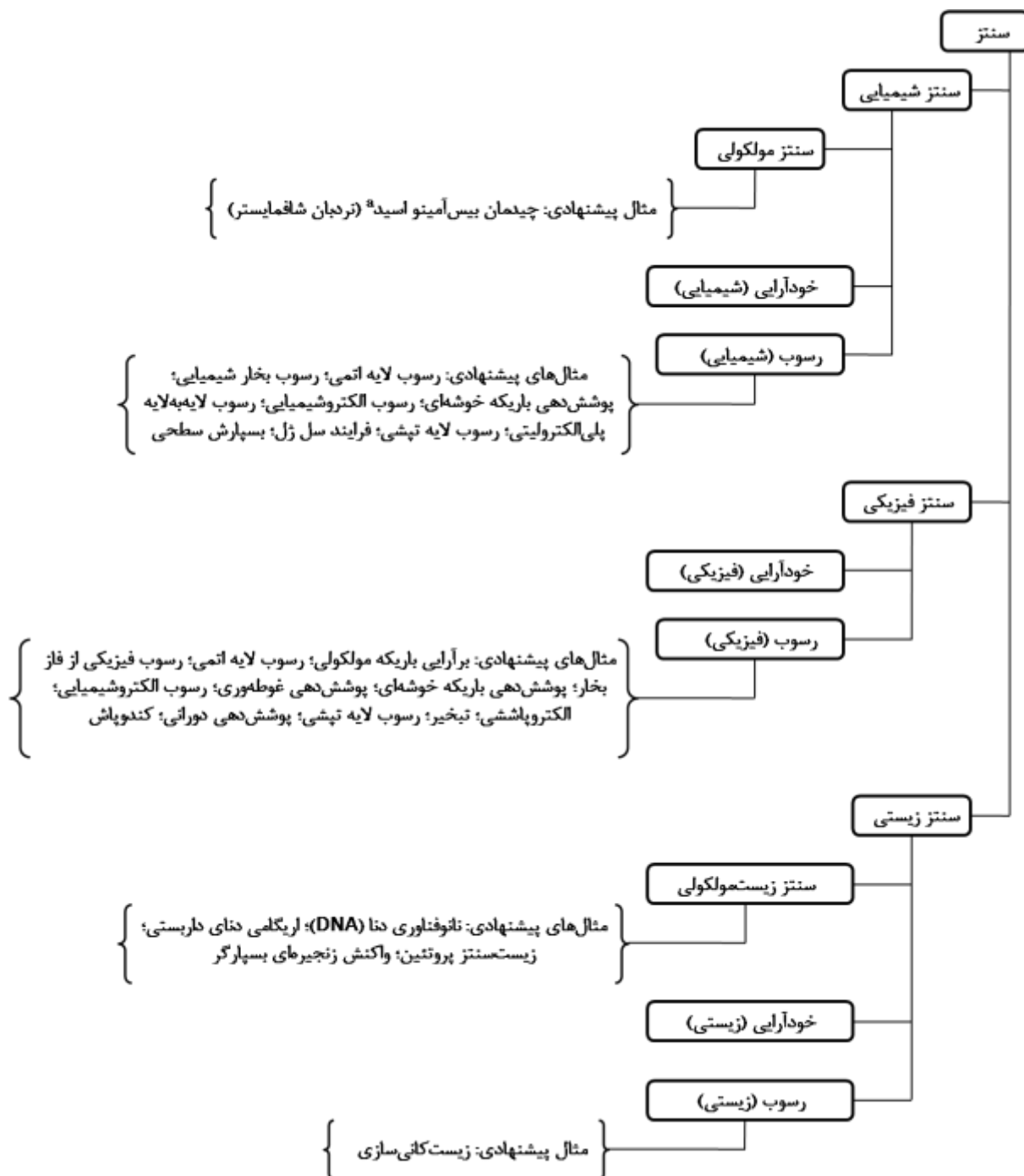
روابط همبسته، سلسله‌مراتبی نیستند ولی مفاهیم را به‌صورتی نشان می‌دهند که رابطه موضوعی یا معنایی که باید در آرایه‌شناسی ذکر شود، داشته باشند. برای مثال، مفهوم «بیل» می‌تواند با مفهوم «کندن» همبسته باشد.

برای تدوین چارچوب برای مفاهیم اصلی فقط از روابط سلسله‌مراتبی استفاده شده است.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

نسخه قابل جایگزینی شاخه «سنتز» نمودار چارچوب فرایندها



a- Bis-amino acid

کتابنامه

- [1] ANSI/NISO Z39.19-2005, Guidelines for the construction, Format, and Management of Monolingual Controlled Vocabularies
- [2] ISO 2788:1986, Documentation – Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۳ : نانوآشپای کربنی
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۴ : مواد نانو ساختاریافته
- [۵] استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۵ : واژه‌های مشترک نانو-زیست
- [۶] استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۸۳۹۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۷ : تشخیص و درمان در مراقبت‌های بهداشتی
- [۷] استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱ : اصطلاحات اصلی
- [۸] استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۲ : نانوآشپا
- [۹] استاندارد ملی ایران شماره ۶-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۶ : مشخصه‌یابی نانوشیء
- [۱۰] استاندارد ملی ایران شماره ۸-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۸ : فرایندهای نانو ساخت
- [۱۱] استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱۲ : پدیده‌های کوانتومی در فناوری نانو

