



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۲۳۸۲۲: سال ۱۴۰۴

INSO 23822:2025

(ISO/TS 4958:2024, IDT)

فناوری نانو - واژه‌نامه - چربیزه‌ها (لیپوزوم‌ها)

Nanotechnologies - Vocabulary – Liposomes

ICS: 07.120; 01.040.07



استاندارد ملی ایران ۲۳۸۲۲: سال ۱۴۰۴، فناوری نانو- واژه‌نامه - چربیه‌ها (لیپوزوم‌ها)

INSO 23822:2025, Nanotechnologies- Vocabulary - Liposomes

Published by:

Iran National Standards Organization (INSO)

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square, Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاها تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

آشنایی با استانداردهای تخصصی دستگاههای اجرایی

در راستای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۳، تبصره ۳ که به موجب آن تمامی دستگاههای اجرایی وظیفه دارند در راستای توسعه استانداردهای ملی، استانداردهای دستگاه اجرایی مربوط را در کمیسیونهای ذی ربط طرح و تدوین کرده و سپس برای بررسی و تصویب در کارگروههای ملی تصویب استاندارد به سازمان ملی استاندارد ارائه کنند، ستاد توسعه فناوریهای نانو و میکرو با بهره گیری از تخصص و توانمندی ذی ربطان نسبت به تهیه این استاندارد ملی اقدام کرده است.

برای آشنایی با فعالیتهای صورت گرفته در ستاد توسعه فناوریهای نانو و میکرو به وبگاه www.nano.ir مراجعه شود.

کمیسیون تدوین استاندارد

سمت و محل اشتغال

مشارکت کنندگان

رئیس:

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

قاضی خوانساری، محمود
دکتری تخصصی توکسیکولوژی

دبیر:

مشاور گروه استاندارد و ایمنی ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

سیفی، مهوش
کارشناسی ارشد- مدیریت دولتی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس مسئول گروه استاندارد و ایمنی ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

اسلامی پور، الهه
کارشناسی ارشد زیست‌شناسی

کارشناس معاونت سازمان غذا و دارو- تبریز

دوستدار، فاطمه
دکتری تخصصی شیمی کاربردی

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی

رضوی، شبیم
دکتری تخصصی بیوتکنولوژی پزشکی

پژوهشگر فرهنگستان زبان و ادب فارسی

ظریف، محمود
کارشناسی ارشد- زبانشناسی همگانی

کارشناس آزمایشگاه سازمان غذا و دارو، آزمایشگاه‌های مرجع کنترل غذا و دارو و تجهیزات پزشکی

طهموری، هانیه
دکتری تخصصی بیوشیمی

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

کوهی، محمد کاظم
دکتری تخصصی توکسیکولوژی

مدیرعامل شرکت راهبران توسعه سبز

منهاج بناء، رابعه
دکتری تخصصی توکسیکولوژی

مدیر فنی آزمایشگاه‌های مرکز پژوهش‌های کاربردی علوم زمین البرز و عضو کارگروه فنی فناوری نانو ISO/TC 229

نجفی اصلی پاشاکی، شبیم
دکتری شیمی تجزیه جداسازی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱	۱-۳ اصطلاحات اصلی مرتبط با چربیزه‌ها
۳	۲-۳ اصطلاحات مربوط به آبدانه‌های دولایه لپیدی
۴	۳-۳ اصطلاحات مربوط به بخش‌ها و نواحی چربیزه‌ها
۷	۴-۳ اصطلاحات مربوط به مشخصه‌ها و تشکیل چربیزه‌ها
۱۱	کتابنامه
۱۲	فهرست الفبایی اصطلاحات به ترتیب الفبای فارسی
۱۴	فهرست الفبایی اصطلاحات به ترتیب الفبای انگلیسی

پیشگفتار

این استاندارد به استناد قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۷، بند ۱، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آنها اصلاحیه و/یا تصحیح نامه منتشر می شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۱۶۳ مورخ ۱۴۰۴/۰۷/۲۹ کارگروه ملی تصویب استانداردهای فناوری نانو مصوب شده است.

این استاندارد بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «همسان» تهیه و تدوین شده است:

ISO/ TS 4958: 2024, *Nanotechnologies - Vocabulary - Liposomes*

مقدمه

نانومواد پایه‌لیپیدی طبقه مهمی از حامل‌ها برای انتقال و تحویل ترکیبات دارویی فعال (APIs) ^۱ در بدن موجود زنده هستند. از طریق کپسوله شدن (پوشینه‌دار شدن) ^۲ ترکیبات دارویی فعال درون یک ساختار پایه‌لیپیدی، مواد موثر می‌توانند در مقابل تخریب حفظ شده و درعین‌حال ترکیبات دارویی فعال و قوی با اثرات سوء فیزیولوژیکی (کاراندام‌شناختی) کمتری به بدن منتقل شوند. این حامل‌های پایه‌لیپیدی با دقت فرمول‌بندی شده‌اند تا به خواص ویژه‌ای دست یابند و معمولاً به‌خوبی تحمل شده و زیست‌سازگار هستند.

ذرات لیپیدی شامل شکل‌های ساختاری مختلف یا زیرطبقه‌هایی هستند که از طریق ساختار، ترکیب‌بندی و شیمی متمایز می‌شوند (به‌عنوان مثال چربیه، نانوذرات لیپیدی جامد). نخستین محصول نانوماده پایه‌لیپیدی که مجوز مقررات آمریکا و اروپا را دریافت کرد، دوکسوروبیسین چربیه‌ای ^۳ بود که در سال ۱۹۹۵ در آمریکا برای سرطان تخمدان و تومورهای بدخیم سارکوم کاپوسی ^۴ مرتبط با ایدز مورد تایید واقع شد. اخیراً لیپیدهای کاتیونی حاوی نانوذرات که با mRNA کمپلکس شده‌اند، برای درمان ویروس کرونا SARS-CoV-2 فرمول‌بندی شده‌اند.

چربیه‌ها، آبدانه‌های ^۵ سنتزی متشکل از یک لایه دوتایی منفرد (معمول‌ترین شکل برای حمل دارو) یا لایه‌های دوتایی هم‌مرکز یا غیرهم‌مرکز با بخش‌های آبی هستند. یک مثال از ارتباط دارویی (به‌عنوان مثال یک محصول دارویی) برای هر آبدانه در زیربند ۳-۲ ارائه شده است.

شکل ۱، طرحواره‌ای است که این ساختارهای اصلی چربیه‌ها را در بخش زیست‌پزشکی نشان می‌دهد.

¹ active pharmaceutical ingredients

² encapsulation

³ liposomal doxorubicin

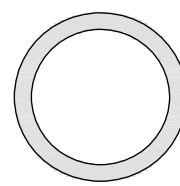
⁴ Kaposi sarcoma

⁵ vesicles

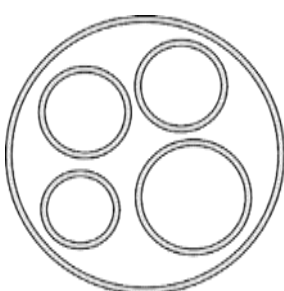


(ب) آبدانه

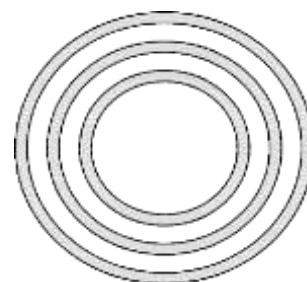
تک لایه‌ای بزرگ < ۱۰۰ نانومتر



(الف) آبدانه

تک لایه‌ای کوچک ≥ 100 نانومتر

(ت) چربیزه چند آبدانه‌ای < ۱۰۰۰ نانومتر

(پ) آبدانه چند لایه‌ای ≤ 500 نانومتر

نکته: تصاویر براساس مقیاس نیستند

منبع: Scientific Publications, Graphics and Media, Frederick National Laboratory for Cancer Research

شکل ۱: توضیح طرحواره ای نشان دهنده ساختار لایه‌ای انواع مختلف آبدانه

دولایه‌ها، اکثراً فسفولیپیدها، از مولکول‌های دوحیط‌دوست^۱ تشکیل می‌شوند ولی می‌توانند شامل اجزاء مولکولی دیگری باشند که برای یکپارچگی غشاء (به‌عنوان مثال کلسترول) یا اجتناب از اپسونیزه شدن^۲ و پاکسازی از طریق سیستم رتیکولوآنندوتلیال^۳ (به‌عنوان مثال پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)^۴) لازم است.

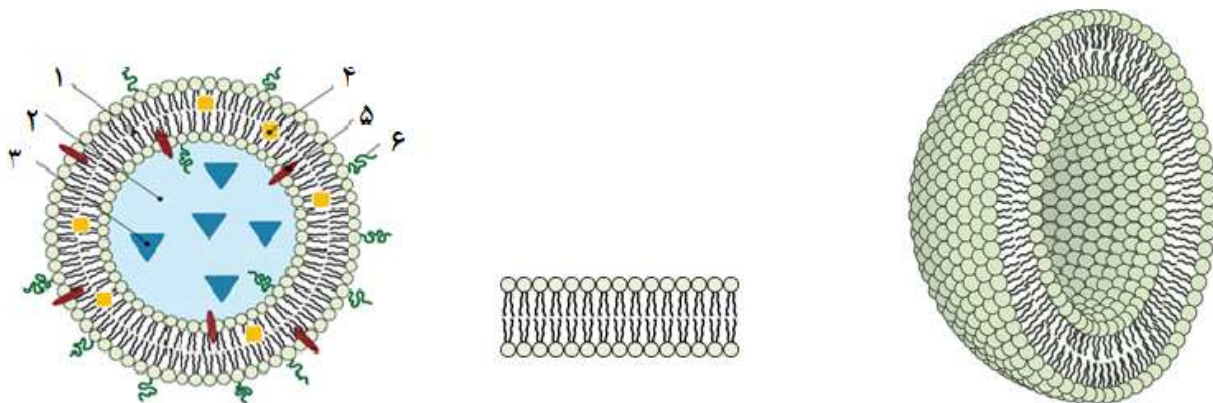
اندازه چربیزه‌ها می‌تواند از گستره‌ای حدود ۲۰ نانومتر تا بیش از ۱۰۰۰ نانومتر را پوشش دهد. با این وجود، در حالت‌های درمانی، اغلب ذراتی با ابعاد ۵۰ نانومتر تا ۲۰۰ نانومتر مورد نیاز است. بنابراین، درحالی‌که تمام

¹ amphipathic² opsonization³ reticuloendothelial⁴ polyetylen glycol

چربیزه‌ها براساس تعریف این استاندارد نانواشیاء نیستند، تمام آنها شامل دولایه‌ای با ضخامت در مقیاس نانو هستند و به همین دلیل اغلب هم به‌عنوان نانوماده و هم مواد نانوساختاری در نظر گرفته می‌شوند.

شکل ۲، نمایی سه‌بعدی از مقطع یک چربیزه تک‌لایه‌ای ایده‌آل را به تصویر می‌کشد. یک چربیزه دولایه و فرمول‌بندی چربیزه دارویی موقعیت محفظه‌ها و APIs را نشان می‌دهد.

شکل ۳، سه فاز ساختاری اصلی را همراه با دولایه‌های لیپیدی نشان می‌دهد. این فازها به ترکیب‌بندی شیمیایی و دما بستگی دارد. سایر عوامل مانند pH نیز نقش دارند.



الف) نمای نیم‌کره‌ای سه‌بعدی

ب) سطح مقطع جزء دولایه

پ) سطح مقطع چربیزه نشان‌دهنده
دولایه با جزئیات

راهنما:

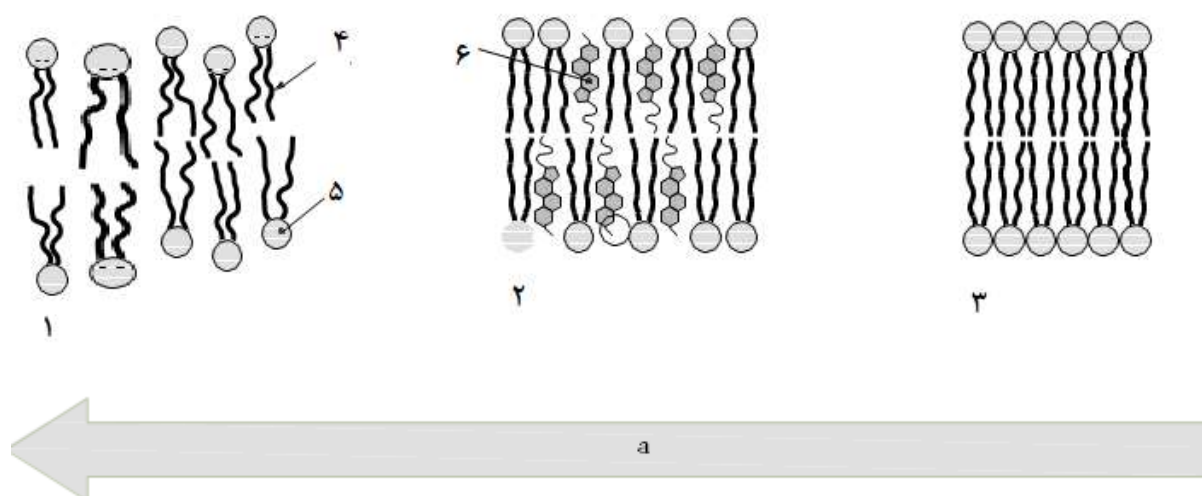
- ۱ - بخش آب‌گریز (لیپید دولایه)
- ۲ - بخش آب‌دوست (هسته فاز آبی)
- ۳ - ترکیبات دارویی فعال آب‌دوست
- ۴ - API آب‌گریز
- ۵ - API آب‌دوست
- ۶ - پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)

نکته ۱: تصاویر براساس مقیاس نیستند.

نکته ۲: سرگروه‌های قطبی فسفولیپید به رنگ سبز و دم‌های آب‌گریز به رنگ سیاه است.

منبع: Scientific Publications, Graphics and Media, Frederick National Laboratory for Cancer Research:

شکل ۲- چربیزه تک‌لایه ایده‌آل نشان‌دهنده ساختار دولایه فسفولیپیدی با محفظه‌های داخلی و جزئیات مربوط



راهنما:

- ۱- فاز مایع نامنظم (بیش از دمای انتقال)
 - ۲- فاز مایع منظم (القاء شده با کلسترول)
 - ۳- فاز ژل (پایین تر از دمای انتقال)
 - ۴- دم های اسید چرب فسفولیپید
 - ۵- سرشاخه قطبی فسفولیپید
 - ۶- کلسترول
 - a افزایش سیالیت غشاء
- نکته: تصاویر براساس مقیاس نیستند

شکل ۳- تصویرسازی نمادین فازهای ساختاری فسفولیپید

چربی‌ها با توجه به ماهیت چندمنظوره آنها، به عنوان یک ماده نویدبخش در زمینه‌های مختلف صنعتی استفاده می‌شوند. علاوه بر مصارف درمانی، فناوری‌های چربی‌ها در محصولاتمانند مواد آرایشی و رژیمی به کار می‌رود.

اصطلاحات تکمیلی مرتبط با نانوزیست و فناوری نانوکده به تشخیص و درمان در سلامت به کار می‌رود در استانداردهای ملی ایران ۱۸۳۹۲-۵ و ۱۸۳۹۲-۷ ارائه شده است.

فناوری نانو - واژه‌نامه - چربیزه‌ها (لیپوزوم‌ها)

۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف مربوط به چربیزه‌ها در فناوری نانو و سامانه‌های زیست‌شناختی و کاربردهای زیست‌پزشکی را ارائه می‌کند. در این استاندارد، چربیزه‌ها یک شکل از نانومواد پایه‌لیپیدی هستند. این استاندارد به اصطلاحاتی که ممکن است مربوط به سایر انواع ذرات پایه‌لیپیدی باشد، اشاره‌ای ندارد (به‌عنوان مثال نانوذرات چربیزه جامد).

۲ مراجع الزامی

در این استاندارد، مراجع الزامی وجود ندارد.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود^۱.

۱-۳ اصطلاحات اصلی مرتبط با چربیزه‌ها

۱-۱-۳

نانومقیاس

مقیاس نانو

nanoscale

گستره اندازه بین تقریباً ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

نکته ۱ مدخل: خواصی که از اندازه‌های بزرگتر، برون‌یابی نمی‌شوند غالباً در این گستره اندازه نشان داده می‌شوند.

[منبع: استاندارد ملی ایران/ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۴۰۲ (ردیف [۱] کتابنامه)، مدخل اصطلاحی ۱-۱-۳، تغییر یافته: نکته ۱ مدخل افزوده شده است]

۲-۱-۳

نانوماده

nanomaterial

^۱ اصطلاحات و تعاریف به‌کاررفته در استانداردهای IEC و ISO در وبگاه‌های <http://www.electropedia.org/> و <http://www.iso.org/obp> قابل‌دسترس است.

ماده‌ای که حداقل یک بعد خارجی آن در مقیاس نانو (۱-۳) است یا دارای ساختار داخلی یا ساختار سطحی (ساختار در سطح) در مقیاس نانو است.

نکته ۱ مدخل: این تعریف شامل نانوشیاء (۳-۱-۳) و مواد نانوساختاری (۴-۱-۳) نمی‌شود.

[منبع: استاندارد ملی ایران/ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۴۰۲ (ردیف [۱] کتابنامه)، مدخل اصطلاحی ۴-۱-۳، تغییر یافته: نکته ۱ مدخل جایگزین شده و نکته ۲ مدخل حذف شده است.]

۳-۱-۳

نانوشیء

nano-object

قطعه مجزا از ماده با یک، دو یا سه بعد خارجی در مقیاس نانو (۱-۳) است.

[منبع: استاندارد ملی ایران/ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۴۰۲ (ردیف [۱] کتابنامه)، مدخل اصطلاحی ۵-۱-۳]

۴-۱-۳

ماده نانوساختاری

nanostructured material

ماده‌ای که دارای نانوساختار (۵-۱-۳) داخلی و یا نانوساختار سطحی است.

نکته ۱ مدخل: این تعریف، امکان این که نانوشیء (۳-۱-۳) ساختار داخلی و یا ساختار سطحی داشته باشد رد نمی‌کند. اگر ابعاد خارجی شیء در مقیاس نانو (۱-۳) باشند، اصطلاح نانوشیء توصیه می‌شود.

[منبع: استاندارد ملی ایران/ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۴۰۲ (ردیف [۱] کتابنامه)، مدخل اصطلاحی ۷-۱-۳]

۵-۱-۳

نانوساختار

nanostructure

شاخصه‌ای سطحی یا داخلی با یک بعد یا بیشتر در مقیاس نانو (۱-۳) است.

نکته ۱ مدخل: یک شاخصه شامل نانوشیاء (۳-۱-۳)، ساختارها، ریخت‌شناسی‌ها و سایر موارد قابل شناسایی در ابعاد نانومقیاس می‌شود ولی محدود به آنها نمی‌شود. به عنوان مثال نانوساختار می‌تواند یک نانوتخلخل یا یک شاخصه جامد روی یک شیء باشد.

[منبع: استاندارد ملی ایران/ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۴۰۲ (ردیف [۱] کتابنامه)، مدخل اصطلاحی ۶-۱-۳]

۶-۱-۳

نانوذره

nanoparticle

نانوشیئی (۳-۱-۳) با تمام ابعاد خارجی در مقیاس نانو (۱-۳) است.

نکته ۱ مدخل: چنانچه ابعاد به طور قابل توجهی با یکدیگر تفاوت داشته باشند (معمولاً بیشتر از سه برابر)، اصطلاحاتی مانند نانولیف یا نانوصفحه بر نانوذره ترجیح داده می‌شود.

[منبع: استاندارد ملی ایران/ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۴۰۲ (ردیف [۱] کتابنامه)، مدخل اصطلاحی ۳-۳-۴]

۲-۳ اصطلاحات مرتبط با آبدانه‌های دولایه لیپیدی

۱-۲-۳

چربیه

liposome

آبدانه (۲-۲-۳) سنتزی شامل یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) یا بیشتر است که بخش‌های آب‌گریز یا آب‌دوست را تشکیل می‌دهند.

نکته ۱ مدخل: چربیه‌ها در اصل شامل فسفولیپیدها (۱۱-۳-۳) و کلسترول (۱۰-۳-۳) هستند و می‌توانند حاوی لیپیدهای (۱-۳-۳) طبیعی و سنتزی باشند.

نکته ۲ مدخل: ابعاد خارجی چربیه‌ها می‌توانند گستره‌ای از ده‌ها نانومتر تا میکرومتر داشته باشند، درحالی‌که ضخامت یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) در حدود ۵ نانومتر است.

۲-۲-۳

آبدانه

vesicle

ساختاری که در آن فاز مایع در یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) محصور شده است.

نکته ۱ مدخل: آبدانه‌ها به‌طور معمول زمانی که به چربیه (۱-۲-۳) اشاره دارند، کروی هستند.

۳-۲-۳

آبدانه تک‌لایه کوچک

small unilamellar vesicle

SUV

آبدانه‌ای (۲-۲-۳) است شامل یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) منفرد با ابعاد خارجی، عمدتاً در گستره ۲۰ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر.

مثال: هیپوکلرید دوکسوروبیسین چربیه‌ای، یک محصول دارویی برای شیمی درمانی است.

۴-۲-۳

آبدانه تک‌لایه بزرگ

large unilamellar vesicle

LUV

آبدانه‌ای (۲-۲-۳) است شامل یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) منفرد با ابعاد خارجی غالباً بزرگتر از ۱۰۰ نانومتر.

نکته ۱ مدخل: آبدانه‌های تک‌لایه‌ای بزرگ LUVs معمولاً بین ۱۰۰ nm تا ۱۰۰۰ nm هستند.

مثال: آمیکاسین^۱ چربیزه‌ای یک محصول دارویی است که عفونت های مقاوم ریوی را درمان می‌کند.

۵-۲-۳

آبدانه چند لایه‌ای

multilamellar vesicle

MLV

آبدانه‌ای (۲-۲-۳) است شامل دولایه لیپیدی‌های (۳-۳-۳) غیرمتمرکز متعدد.

نکته ۱ مدخل: ابعاد خارجی MLVs بین تقریباً ۵/۰ μm تا ۳۰ μm گزارش شده است.

مثال: چربیزه کلودرونیت دی‌سدیم^۲ یک محصول دارویی برای کاهش ماکروفاژ (درشتخوار) مورد هدف است.

۶-۲-۳

چربیزه چند آبدانه‌ای

mutivesicular vesicle

MVL

چربیزه‌ای (۱-۲-۳) متشکل از دولایه‌های لیپیدی (۳-۳-۳) غیرمتمرکز متعدد است.

نکته ۱ مدخل: بویواسین^۳ چربیزه‌ای نوعی داروی بی‌حس‌کننده موضعی با ماندگاری بالا است.

۳-۳ اصطلاحات مربوط به بخش‌ها و نواحی چربیزه‌ها

۱-۳-۳

لیپید

lipid

طبقه‌ای متنوع از ترکیب‌های آلی که در آب نامحلول بوده ولی در حلال‌های غیرقطبی قابل حل هستند و اصولاً شامل تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها^۴، اسیدهای چرب، فسفولیپیدها و استرول‌ها هستند.

نکته ۱ مدخل: بسیاری از لیپیدها دوماحیط‌دوست (۲-۳-۳) (آب‌گریز و آب‌دوست) هستند و می‌توانند دولایه‌ها (۳-۳-۳) را تشکیل دهند.

نکته ۲ مدخل: لیپیدها از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده چربیزه‌ها (۱-۲-۳) هستند و غشاهای سلولی را تشکیل می‌دهند.

نکته ۳ مدخل: هرچند که لیپیدها و سایر مشتقات آن‌ها ماهیت زیستی دارند، ولی می‌توانند به‌صورت سنتزی هم تولید شوند.

نکته ۴ مدخل: موم‌های مشتق از مواد نفتی و ترکیبات معطر، لیپید محسوب نمی‌شوند.

¹ amikacin

² clodronate disodium

³ bupivacaine

⁴ triacylglycerols

۲-۳-۳

دومحیطدوست

amphiphile

مولکولی است دارای نواحی آب‌دوست و آب‌گریز.

۳-۳-۳

دولایه لیپیدی

lipid bilayer
lamella

ساختاری است خودهم‌گردایش^۱ متشکل از دولایه لیپیدی (۱-۳-۳) روی هم انباشت شده.

نکته ۱ مدخل: دولایه‌ها معمولاً یک ناحیه آب‌گریز مرکزی و سرشاخه‌های قطبی دارند که متمایل به خارج هستند.

۴-۳-۳

بخش

compartment

<چربیزه> نواحی معین در یک چربیزه (۲-۲-۳) است.

نکته ۱ مدخل: نواحی آب‌گریز معمولاً درون دولایه‌های لیپیدی (۳-۳-۳) قرار دارند و نواحی آب‌دوست معمولاً به هسته‌های آبی اشاره دارد.

۵-۳-۳

عامل محصورسازی

trapping agent

<چربیزه> مولکولی که منزوی سازی^۲ یا بارگذاری فعال (۵-۴-۳) عوامل درمانی را تسهیل می‌کند.

۶-۳-۳

فاز مایع منظم

liquid orderd phase

<چربیزه> فاز دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) با خواصی مابین فاز سیال (۷-۳-۳) و یک فاز ژل منظم (۸-۳-۳) است.

نکته ۱ مدخل: فاز مایع منظم با افزودن استرول به دولایه، منجر به محکم‌تر شدن ساختار فاز مایع می‌شود.

۷-۳-۳

فاز مایع نامنظم

liquid disorderd phase

¹ self- assembled² sequestration

<چربیزه> فاز سیال یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) است.

نکته ۱ مدخل: فاز مایع نامنظم زمانی به وجود می آید که دما از میزان دمای انتقال فاز (۳-۴-۱۳) بالاتر رود.

۸-۳-۳

فاز ژل

gel phase

<چربیزه> فاز جامد یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) است.

نکته ۱ مدخل: فاز ژل زمانی به وجود می آید که یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) در دمایی پایین تر از دمای انتقال فاز (۳-۴-۱۲) خنک شود.

نکته ۲ مدخل: اصطلاح «ژل» که برای توصیف لیپیدها (۱-۳-۳) به کار می رود، نباید با اصطلاح «ژل» که برای کلوئیدها به کار می رود اشتباه شود.

۹-۳-۳

همجوشی

fusogen

مولکولی که درون یک چربیزه (۱-۲-۳) یا آب/دانه (۲-۲-۳) قرار دارد و موجب گسترش همجوشی بین دولایه های مخالف می شود.

۱۰-۳-۳

کلسترول

cholesterol

<چربیزه> استرول با فرمول $C_{27}H_{46}O$ موجود در غشاهای سلول یوکاریوتیک (هسته) است که معمولاً به عنوان جزئی از دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) در فرمول بندی چربیزه ها (۱-۲-۳) استفاده می شود.

نکته ۱ مدخل: کلسترول به عنوان لیپید (۱-۳-۳) طبقه بندی می شود.

نکته ۲ مدخل: کلسترول بر سیالیت، ضد آب بودن و انعطاف پذیری تاثیر می گذارد.

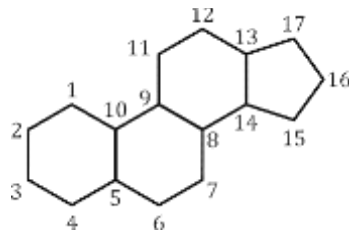
نکته ۳ مدخل: کلسترول هم از منابع طبیعی به دست می آید و هم به صورت یک محصول سنتزی تهیه می شود

۱۱-۳-۳

استرول

sterol

یک ترکیب آلی است که از هسته های استروئیدی چهار حلقه ای (ساختار ۱۷ کربنی که در زیر نشان داده شده است) یا یک گروه هیدورکسیل در موقعیت کربن سوم حاصل می شود.



نکته ۱ مدخل: در یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳)، هیدروکسیل با سرشاخه‌های قطبی با فسفولیپیدها (۳-۳-۱۲) همراه می‌شود، درحالی‌که ناحیه چهارحلقه‌ای با ناحیه آب‌گریز درون دولایه همراه می‌شود.

نکته ۲ مدخل: استرول‌ها یک گروه فرعی از استروئیدها هستند که از نظر درجه تبدیل شدن به هیدروژن و وجود گروه‌های جانبی متفاوت هستند. اغلب یک گروه آلکیل در کرین ۱۷ وجود دارد.

[منبع: مرجع شماره [3] کتابنامه]

۱۲-۳-۳

فسفولیپید

phospholipid

لیپیدی (۳-۳-۱) حاوی اسید فسفریک به‌صورت مونو یا دی-استر و اسیدهای فسفاتیدیک و سفوگلیسرید است.

نکته ۱ مدخل: فسفولیپید، یک مولکول میان‌سازه‌ای^۱ دوحیط‌دوست (۳-۳-۲) در ساختار و کارکرد چربی‌ها (۳-۲-۱) و حاوی سرشاخه‌های آب‌دوست کووالانسی است که به یک جفت اسیدچرب آب‌دوست چسبیده است.

[منبع: مرجع شماره [7] کتابنامه]

۴-۳ اصطلاحات مربوط به مشخصه‌ها و تشکیل چربی‌ها

۱-۴-۳

ضخامت دولایه‌ای

bilayer thickness

فاصله اندازه‌گیری شده بین دو لیپید (۳-۳-۱) آب‌پوشیده (هیدراته) و روی هم قرار گرفته است.

۲-۴-۳

لایه‌لایه‌ای

lamellarity

تعداد دولایه‌های لیپیدی (۳-۳-۳) متمرکز در یک آب‌دانه/چندلایه‌ای (۳-۲-۵) یا چربی‌ها (۳-۲-۱) است.

نکته ۱ مدخل: لایه‌لایه بودن بر کارایی کپسوله شدن (۳-۴-۹) و رهایش کینتیک‌های دارویی تاثیر می‌گذارد.

¹ integral

۳-۴-۳

بارگذاری دارو

drug loading

<چربیزه> فرایند کپسوله شدن یک دارو در یک چربیزه (۱-۲-۳) است.

۴-۴-۳

بار دارو

drug load

<چربیزه> مقدار بار داروی کپسوله شده در یک چربیزه (۱-۲-۳) است.

۵-۴-۳

بارگذاری فعال

active loading

remote loading

<چربیزه> کپسوله شدن (۹-۴-۳) تسهیل یافته عامل دارویی فعال، درون یک بخش (۴-۳-۳) چربیزه (۱-۲-۳) است.

نکته ۱ مدخل: بارگذاری فعال شامل فرایندهایی است که با بارگذاری غیرفعال تفاوت دارد.

نکته ۲ مدخل: بارگذاری فعال معمولاً با استفاده از چربیره (۱-۲-۳) از پیش تشکیل شده و از طریق گرادیان های تراغشایی^۱ انجام می شود (به عنوان مثال با pH یا اجزای عوامل محصورسازی).

۶-۴-۳

بارگذاری غیرفعال

passive loading

<چربیزه> کپسوله شدن تسهیل نیافته عامل دارویی فعال درون یک چربیزه (۱-۲-۳) از طریق بارگذاری همزمان یا تشکیل چربیزه از طریق انتشار ساده با استفاده از چربیره از پیش تشکیل شده است.

نکته ۱ مدخل: بارگذاری غیرفعال بیانگر عدم وجود بارگذاری فعال است.

نکته ۲ مدخل: بارگذاری غیرفعال از طریق انتشار، عموماً مستلزم مدوله کردن نفوذپذیری دولایه می شود.

۷-۴-۳

کپسوله شدن دارو

¹ transmembrane

drug encapsulation

<چربیزه> محبوس شدن یک دارو درون یک بخش (۳-۳-۴) از یک چربیزه (۳-۲-۱) است.

۸-۴-۳

حجم محبوس کردن

حجم کپسوله شدن

entrapment volume**encapsulation volume**

<چربیزه> ظرفیت یک بخش (۳-۳-۴) معین از یک چربیزه (۳-۲-۱) که عامل فعال دارویی را دربرگرفته است

۹-۴-۳

اثر بخشی کپسوله شدن

encapsulation efficiency

<چربیزه> درصد عامل فعال دارویی که در یک چربیزه (۳-۲-۱) مرتبط با کل میزان عامل اشاره شده طی فرایند کپسوله شدن است.

نکته ۱ مدخل: این مقدار می‌تواند با روش‌ها و رویکردهای متعدد تعیین شود. یک روش متداول این است که جرم کل عامل فعال (مولکول هدف) موجود (آزاد+ کپسوله‌شده) و جرم عامل فعال کپسوله‌شده (بعد از حذف عامل فعال آزاد) اندازه‌گیری شود.

۱۰-۴-۳

چربیزه عامل دار شده

functionalized liposome

چربیزه (۳-۲-۱) تغییر یافته برای ایجاد یا افزایش قابلیت جدید است.

نکته ۱ مدخل: تغییرات می‌تواند در سطح یا درون دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) باشد و همچنین می‌تواند ماهیت فیزیکی یا شیمیایی داشته باشد (به عنوان مثال پگ‌دار شدن (۳-۴-۱۱) یک دولایه لیپیدی)

نکته ۲ مدخل: قابلیت‌ها شامل، به عنوان مثال، هدف‌گذاری، تصویرسازی، افزایش زمان توزیع نظام‌مند، زیست‌سازگاری یا یکپارچگی ساختار دولایه است.

۱۱-۴-۳

پگ‌دار شدن

PEGylation

همراهی فیزیکی یا شیمیایی زنجیره‌های پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) با دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) است.

نکته ۱ مدخل: در حالت ایده آل، زنجیره های پگ به دولایه لیپیدی های (۳-۳-۳) محکم شده و از سطح خارجی آن به بیرون گسترده می شوند، هر چند این امکان هم وجود دارد که پگ طوری جهت گیری کند که با بخش (۴-۳-۳) آبی داخلی مواجه شود.

نکته ۲ مدخل: هدف اصلی پگ، طولانی کردن زمان گردش نظام مند از طریق محافظت چربیزه از جذب سطحی، افسونیزه شدن و فاگوسیتوز است. به این خاصیت اغلب شناساگری^۱ می گویند و یک نمونه از چربیزه عامل دار شده (۳-۴-۱۰) است.

۱۲-۴-۳

انتقال فاز

phase transition

<چربیزه> هرگاه ساختار یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) از یک فاز مایع منظم (۷-۳-۳) به یک فاز ژل (۸-۳-۳) یا برعکس تغییر کند، این پدیده رخ می دهد.

نکته ۱ مدخل: انتقال فاز در دمای انتقال فاز (۱۳-۴-۳) رخ می دهد که تحت تاثیر تغییرات ترکیب دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) با خواص سیال است.

۱۳-۴-۳

دمای انتقال فاز

phase transition temperature

<چربیزه> دمایی که در آن، ساختار یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) از یک فاز مایع منظم (۷-۳-۳) به یک فاز ژل (۸-۳-۳) یا برعکس تغییر کند، این پدیده رخ می دهد.

۱۴-۴-۳

سیالیت

fluidity

<چربیزه> خاصیتی که حرکت جانبی لیپیدها (۱-۳-۳) را در یک دولایه لیپیدی (۳-۳-۳) توصیف می کند.

نکته ۱ مدخل: سیالیت شامل خواص زیست فیزیکی است مانند پویایی غشا، گرانروی موضعی و نظم است.

[منبع: مرجع [8] کتابنامه]

¹ stealth

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران / ایزو ۱-۸۰۰۰۴: ۱۴۰۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱: اصطلاحات اصلی
- [2] National Cancer Institute Thesaurus, Version 22.10e (Release date Oct 31, 2022) available at: https://ncit.nci.nih.gov/ncitbrowser/pages/multiple_search.jsf?nav_type=terminologies
- [3] UPAC *Compendium of Chemical Terminology*, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Online version (2019-) created by S. J. Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. <https://doi.org/10.1351/goldbook>
- [4] Liposome Drug Products, Guidance for Industry, FDA Center for Drug Evaluation and Research, April 2018, available at <https://www.fda.gov/media/70837/download>
- [5] Reflection Paper on the Data Requirements for Intravenous Liposomal Products Developed with Reference to an Innovator Liposomal Product, European Medicines Agency, Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP), 806058/2009/Rev. 02, 21 Feb 2013, available at: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-data-requirements-intravenous-liposomal-products-developed-reference-innovator_en.pdf
- [6] Guideline for the Development of Liposome Drug Products, Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan (MHLW), March 2016, available at: https://www.nihs.go.jp/drug/section4/160328_MHLW_liposome_guideline.pdf
- [7] Moss G.P., Smith P.A.S., Tavernier D., Glossary of class names of organic compounds and reactive intermediates based on structure, *Pure and Applied Chemistry*, **67**:1307 (1995).
- [8] Zhao J., Mao S. *Tuning the membrane fluidity of liposomes for desirable in vivo fate with enhanced drug delivery*, in *Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly*, Vol. 34, Pages 67-106, 2021, Edited by A. Iglič, M. Rappolt, A.J. García-Sáez, available at: <https://doi.org/10.1016/bs.abl.2021.11.003>
- [9] Liu P., Chen G., Zhang J., A Review of liposomes as a drug delivery system: Current status of approved products, regulatory environments, and future perspectives, *Molecules*, **27**:1372 (2022), available at: <https://doi.org/10.3390/molecules27041372>
- [10] Nikolova M. P., Kumar E. M., Chavali M. S., Updates on responsive drug delivery based on liposome vehicles for cancer treatment, *Pharmaceutics*, **14**: 2195 (2022), available at: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14102195>
- [11] Kim E.-M., Jeong H.-J., Liposomes: Biomedical applications, *Chonnam Medical Journal*, **57**:27 (2021), available at: <https://doi.org/10.4068/cmj.2021.57.1.27>
- [12] Mayer L. D., Bally M. B., Hope M. J., Cullis P. R., Techniques for encapsulating bioactive agents into liposomes, *Chemistry and Physics of Lipids*, **40**:343 (1986). [https://doi.org/10.1016/0009-3084\(86\)90077-0](https://doi.org/10.1016/0009-3084(86)90077-0)

فهرست الفبایی اصطلاحات به ترتیب الفبای فارسی

واژه فارسی	نشانی	اصطلاح انگلیسی
آبدانه	۲-۳-۳	vesicle
آبدانه بزرگ تک‌لایه	۴-۲-۳	large unilamellar vesicle
آبدانه بزرگ تک‌لایه	۴-۲-۳	LUV → large unilamellar vesicle
آبدانه چندلایه‌ای	۵-۲-۳	MLV → multilamellar vesicle
آبدانه چندلایه‌ای	۵-۲-۳	multilamellar vesicle
آبدانه کوچک تک‌لایه	۳-۲-۳	small unilamellar vesicle
آبدانه کوچک تک‌لایه	۳-۲-۳	SUV → small unilamellar vesicle
اثربخشی کپسوله کردن	۹-۴-۳	encapsulation efficiency
استرول	۱۱-۳-۳	sterol
بار دارو	۴-۴-۳	drug load
بارگذاری دارو	۳-۴-۳	drug loading
بارگذاری غیرفعال	۶-۴-۳	passive loading
بارگذاری غیرفعال	۵-۴-۳	remote loading
بارگذاری فعال	۵-۴-۳	active loading
بخش	۴-۳-۳	compartment
پگ‌دارشدن	۱۱-۴-۳	PEGylation
کپسوله کردن دارو	۷-۴-۳	drug encapsulation
چربی‌زه	۱-۲-۳	liposome
چربی‌زه چندآبدانه‌ای	۶-۲-۳	multivesicular liposome
چربی‌زه چندآبدانه‌ای	۶-۲-۳	MVL → multivesicular liposome
چربی‌زه عامل‌دارشده	۱۰-۴-۳	functionalized liposome
حجم کپسوله کردن	۸-۴-۳	encapsulation volume
حجم محبوس کردن	۸-۴-۳	entrapment volume
دمای انتقال	۱۳-۴-۳	transition temperature
دولایه لیپیدی	۳-۳-۳	lipid bilayer
دومحیط‌دوست	۲-۳-۳	amphiphile
سیالیت	۱۴-۴-۳	fluidity
ضخامت دولایه‌ای	۱-۴-۳	bilayer thickness
عامل محصورسازی	۵-۳-۳	trapping agent
فاز انتقال	۱۲-۴-۳	phase transition
فاز ژل	۸-۳-۳	gel phase
فاز فسفولیپید	۱۲-۳-۳	phase phospholipid

liquid ordered phase	۶-۳-۳	فاز مایع منظم
liquid disordered phase	۷-۳-۳	فاز مایع نامنظم
cholesterol	۱۰-۳-۳	کلسترول
lamella	۳-۳-۳	لایه لایه‌ای
lipid	۱-۳-۳	لیپید
nanostructured material	۴-۱-۳	ماده نانوساختاری
nanoparticle	۶-۱-۳	نانودره
nanostructure	۵-۱-۳	نانوساختار
nano-object	۳-۱-۳	نانوشیئ
nanomaterial	۲-۱-۳	نانوماده
nanoscale	۱-۱-۳	نانومقیاس
fusogen	۹-۳-۳	همجوش‌زا

فهرست الفبایی اصطلاحات به ترتیب الفبای انگلیسی

واژه فارسی	نشانی	اصطلاح انگلیسی
بارگذاری فعال	۵-۴-۳	active loading
دومحیط دوست	۲-۳-۳	amphiphile
ضخامت دولایه‌ای	۱-۴-۳	bilayer thickness
کلسترول	۱۰-۳-۳	cholesterol
بخش	۴-۳-۳	compartment
کپسوله کردن دارو	۷-۴-۳	drug encapsulation
بار دارو	۴-۴-۳	drug load
بارگذاری دارو	۳-۴-۳	drug loading
اثربخشی پوشینهار کردن	۹-۴-۳	encapsulation efficiency
کپسوله کردن	۸-۴-۳	encapsulation volume
محبوس کردن	۸-۴-۳	entrapment volume
سیالیت	۱۴-۴-۳	fluidity
چربیزه عامل دار شده	۱۰-۴-۳	functionalized liposome
همجوش‌زا	۹-۳-۳	fusogen
فاز ژل	۸-۳-۳	gel phase
لایه‌لایه‌ای	۳-۳-۳	lamella
آبدانه بزرگ تک‌لایه	۴-۲-۳	large unilamellar vesicle
دولایه لیپیدی	۳-۳-۳	lipid bilayer
لیپید	۱-۳-۳	lipid
چربیزه	۱-۲-۳	liposome
فاز مایع نامنظم	۷-۳-۳	liquid disordered phase
فاز مایع منظم	۶-۳-۳	liquid ordered phase
آبدانه بزرگ تک‌لایه	۴-۲-۳	LUV→ large unilamellar vesicle
آبدانه چندلایه‌ای	۵-۲-۳	MLV→
آبدانه چندلایه‌ای	۵-۲-۳	multilamellar vesicle
چربیزه چندآبدانه‌ای	۶-۲-۳	multivesicular liposome
چربیزه چندآبدانه‌ای	۶-۲-۳	MVL→ multivesicular liposome
نانوماده	۲-۱-۳	nanomaterial
نانوشیئ	۳-۱-۳	nano-object
نانودره	۶-۱-۳	nanoparticle
نانومقیاس	۱-۱-۳	nanoscale
نانوساختار	۵-۱-۳	nanostructure

nanostructured material	۴-۱-۳	ماده نانوساختاری
passive loading	۶-۴-۳	بارگذاری غیرفعال
PEGylation	۱۱-۴-۳	پگدارشدن
phase phospholipid	۱۲-۳-۳	فاز فسفولیپید
phase transition	۱۲-۴-۳	فاز انتقال
remote loading	۵-۴-۳	بارگذاری غیرفعال
small unilamellar vesicle	۳-۲-۳	آبدانه کوچک تک‌لایه
sterol	۱۱-۳-۳	استرول
SUV→ small unilamellar vesicle	۳-۲-۳	آبدانه کوچک تک‌لایه
transition temperature	۱۳-۴-۳	دمای انتقال
trapping agent	۵-۳-۳	عامل محصورسازی
vesicle	۲-۳-۳	آبدانه