

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دکتر محمد زین العابدین

انتشارات، شماره ۶۴۳

فانوس بات

سعيد زينالى هريس

مهدي شنبدي

احمد اميري

عنوان و نام پدیدآور: نانوسیالات / تدوین و گردآوری سعید زینالی هریس،

مهدی شنبدی، احمد امیری.

مشخصات نشر: مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۳۳۲ ص.

فروست: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۶۴۳.

شابک: (ISBN: 978-964-386-317-3)

وضعیت فهرست نویسی: فیا.

یادداشت: واژه نامه.

یادداشت: کتابنامه: ص ۲۸۵-۳۲۳.

یادداشت: نمایه.

موضوع: گرما -- انتقال.

شناسه افزوده: زینالی هریس، سعید، ۱۳۵۳ -

شناسه افزوده: شنبدی، مهدی، ۱۳۶۵ -

شناسه افزوده: امیری، احمد، ۱۳۶۵ -

شناسه افزوده: دانشگاه فردوسی مشهد.

رده بندی کنگره: ۶۲۱/۴۰۲۲

رده بندی دهکده: ۳۹۸۰۲۲۱

شماره کتابخانه ملی:



انتشارات شماره ۶۴۳

نانوسیالات

دکتر سعید زینالی هریس - مهدی شنبدی - احمد امیری

ویراستار علمی

دکتر احسان سلجوقی

وزیری، ۳۳۲ صفحه، ۵۰۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۴۰۱

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۱۳۵۰۰۰ ریال

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد،

سازمان مرکزی، جنب سلف سرویس یاس، تلفن: (۰۵۱) ۳۸۸۳۳۷۲۷

مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان نصرت، خیابان دکتر قریب، نرسیده به خیابان

فرصت، پلاک ۷ - تلفن: ۱۵-۶۶۵۶۶۵۱۰ (۰۲۱)

مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری،

شماره ۱۴۲ - تلفن: ۶۶۴۰۰۱۴۴-۶۶۴۰۰۲۲۰ (۰۲۱)

Email: fum.publication@yahoo.com

فهرست مطالب

۱۱	پیش‌گفتار
۱۳	فصل اول: مقدمه‌ای بر نانو فناوری و تولید نانوذرات
۱۴	۱-۱ نانو فناوری
۲۱	۲-۱ ساخت نانوذرات
۲۳	۱-۲-۱ روش مکانیک
۲۵	۲-۲-۱ روش تبلل دهی رجا
۲۵	۳-۲-۱ روش ساج فاز گری
۲۸	۴-۲-۱ روش‌های شیمیایی
۳۰	۳-۱ روش‌های شیمیایی مربوط به ساخت نانوذرات
۳۰	۱-۳-۱ هیدروترمال - سولوترمال
۳۱	۲-۳-۱ میکروامولسیون و مایسل معکوس
۳۲	۱-۲-۳-۱ چگونگی تشکیل تجمع‌های مایسل
۳۳	۲-۲-۳-۱ میکروامولسیون‌ها
۳۴	۳-۲-۳-۱ چگونگی سازوکار تشکیل مایسل معکوس و ترمال
۳۵	۴-۲-۳-۱ سنتز نانوذرات در نانو واکنشگاه‌های مایسل
۳۶	۵-۲-۳-۱ عوامل موثر بر اندازه ذرات
۳۶	۶-۲-۳-۱ فعال‌کننده‌های سطحی متداول
۳۷	۷-۲-۳-۱ ساخت نانومواد از مایسل و مایسل معکوس
۳۹	۸-۲-۳-۱ سنتز و خودآرایی نانو ساختارهای یک‌بعدی در میکروامولسیون
۴۰	۳-۳-۱ روش سل - ژل جهت تولید نانوذرات
۴۵	۱-۳-۳-۱ مزایای روش سل - ژل
۴۵	۲-۳-۳-۱ معایب روش سل - ژل
۴۵	۴-۳-۱ روش رسوب گذاری (هم رسوبی)
۴۶	۱-۴-۳-۱ تئوری و ترمودینامیک روش هم رسوبی (ترکیب شیمیایی)
۴۹	۲-۴-۳-۱ روش‌های پایدارسازی نانومواد
۵۰	۵-۳-۱ سنتز نانوذرات با روش تخریب حرارتی

۵۲	۱-۵-۳-۱ سنتز نانوذرات با روش تخریب حرارتی
۵۳	۱-۵-۳-۱-۱ سنتز نانوذرات فلزی
۵۸	۱-۵-۳-۲ سنتز نانوذرات مغناطیسی (اکسید فلزی) با روش تخریب حرارتی
۶۰	۱-۵-۳-۳ سنتز سایر ترکیبات
۶۲	۱-۵-۳-۲ مبنای روش تخریب حرارتی
۶۳	خلاصه فصل

۶۵	فصل دوم: تولید و پایداری نانوسیالات
۶۵	۱-۲ نانوسیالات
۶۶	۱-۲-۱ هدایت حرارتی بالاتر
۶۶	۱-۲-۱-۱ پایداری
۶۷	۱-۲-۲-۳ بکروکاتالایز بدون انسداد
۶۷	۱-۲-۲-۴ احتمال کاهش سایش
۶۷	۱-۲-۲-۵ کاهش توان پار
۷۰	۲-۲ سنتز نانوسیالات
۷۱	۱-۲-۲-۱ روش تک مرحله‌ای
۷۳	۱-۲-۲-۲ روش دو مرحله‌ای
۷۵	۲-۲-۳ اهمیت پایداری نانوسیالات
۷۶	۱-۳-۲ فعال‌کننده‌های سطحی
۷۹	۲-۳-۲ کنترل pH (اثر شیمیایی سطح)
۸۱	۲-۳-۳ امواج التراسونیک (نوسانات ماورای صوت)
۸۴	۴-۲ دستگاه‌های تعیین پایداری
۸۴	۱-۴-۲ طیف‌سنج مرئی - فرابنفش
۸۵	۲-۴-۲ آزمون پتانسیل زنا
۸۶	۲-۴-۳ گرفتن عکس رسوب
۸۷	۴-۴-۲ ریزبین الکترونی عبوری (TEM) و ریزبین الکترونی روبشی (SEM)
۸۷	۵-۴-۲ روش پراکندگی نور
۸۷	۶-۴-۲ روش تعادل رسوب
۸۹	۷-۴-۲ روش امگا
۸۹	خلاصه فصل

۹۱	فصل سوم: پارامترهای ترموفیزیکی در نانوسیالات
۹۱	۱-۳ هدایت حرارتی
۹۱	۱-۱-۳ بررسی‌های تجربی بر روی هدایت حرارتی

۹۳	۱-۱-۱-۳ تأثیر غلظت نانوذرات
۹۵	۱-۱-۱-۳ تأثیر نوع نانوذرات
۹۶	۱-۱-۳ تأثیر اندازه نانوذرات
۹۶	۱-۱-۳ تأثیر شکل نانوذرات
۹۷	۱-۱-۳ تأثیر نوع سیال پایه
۹۸	۱-۱-۳ تأثیر دما
۹۹	۱-۱-۳ تأثیر pH
۱۰۰	۱-۱-۳ تأثیر فعال کننده های سطحی
۱۰۲	۱-۱-۳ تأثیر امواج فراصوت
۱۰۳	۱-۲ تأثیر تبادل فاز مایع-جامد
۱۰۵	۱-۱-۳ تأثیر حرکت براونی، نرموفورسیس و دیفیوزیو فرسیس
۱۰۷	۱-۱-۳ تأثیر هدایت حرارتی نانوسیالات
۱۱۳	۲-۱-۳ بررسی های نظری بر روی هدایت حرارتی
۱۱۴	۲-۱-۳ مدل های میکرو
۱۲۳	۲-۱-۳ مدل های دینامیک
۱۳۵	۲-۳ ویسکوزیته
۱۳۵	۲-۲-۳ بررسی های تجربی بر روی ویسکوزیته
۱۴۰	۲-۲-۳ بررسی های نظری بر روی ویسکوزیته
۱۴۹	۳-۳ ظرفیت گرمایی ویژه
۱۵۳	۴-۳ دانسیته
۱۵۶	۵-۳ ضریب انبساط گرمایی
۱۵۶	۶-۳ کشش سطحی
۱۵۸	۷-۳ ضریب نفوذ جرمی
۱۶۲	خلاصه فصل
۱۶۵	فصل چهارم: انتقال حرارت جابه جایی در نانوسیالات
۱۶۶	۱-۴ انتقال حرارت جابه جایی اجباری در نانوسیالات
۱۶۶	۱-۱-۴ مطالعات صورت گرفته با استفاده از نانوذرات اکسید فلزی در جریان آشفته و آرام
۱۷۰	۲-۱-۴ مطالعات صورت گرفته با استفاده از نانوذرات فلزی در جریان آشفته و آرام
۱۷۱	۳-۱-۴ مطالعات صورت گرفته با استفاده از نانوساختارهای کربنی در جریان آشفته و آرام
۱۷۳	۲-۴ انتقال حرارت جابه جایی طبیعی در نانوسیالات
۱۷۸	۳-۴ بررسی های نظری بر روی ضریب انتقال حرارت و ضریب اصطکاک
۲۰۱	خلاصه فصل

۲۰۳	فصل پنجم: انتقال حرارت جوشی در نانوسیالات.....
۲۰۳	۱-۵ جوشش استخری.....
۲۱۰	۲-۵ جوشش جریانی (جابه‌جایی اجباری).....
۲۱۴	۳-۵ فیزیک جوشش هسته‌ای.....
۲۱۵	۴-۵ شار حرارتی بحرانی.....
۲۱۷	۵-۵ جوشش نانوسیالات.....
۲۱۸	۱-۵-۵ جوشش استخری با استفاده از نانوسیالات.....
۲۳۴	۲-۵-۵ جوشش جریانی با استفاده از نانوسیالات.....
۲۴۵	۳-۵-۵ گسترش قطرات و ترشوندگی نانوسیالات.....
۲۴۸	۴-۵-۵ سازوکار بهبود CHF با استفاده از نانوسیالات.....
۲۴۹	۱-۴-۵-۵ مدل ناپایدار هیدرودینامیکی.....
۲۵۰	۲-۴-۵-۵ مدل dryout میکروولایه.....
۲۵۰	۳-۴-۵-۵ مدل حباب.....
۲۵۱	۴-۴-۵-۵ مدل نقطه خشک شدن.....
۲۵۲	۵-۴-۵-۵ سازوکار بهبود مازوس در انتقال حرارت جوشش با استفاده از نانوسیالات.....
۲۵۵	خلاصه فصل.....
۲۵۷	فصل ششم: کاربردهای نانوسیالات.....
۲۵۷	۱-۶ اختراعات نانوسیال.....
۲۶۳	۲-۶ کاربردهای نانوسیالات در انتقال حرارت.....
۲۶۳	۱-۲-۶ خنک‌کننده صنایع.....
۲۶۴	۲-۲-۶ سیالات هوشمند.....
۲۶۵	۳-۲-۶ واکنشگاه‌های اتمی.....
۲۶۶	۴-۲-۶ استخراج انرژی زمین گرمایی و سایر منابع انرژی.....
۲۶۷	۵-۲-۶ ترموسیفون.....
۲۷۲	۳-۶ کاربردهای نانوسیالات در صنایع خودرو.....
۲۷۳	۱-۳-۶ خنک‌کنندگی نانوسیال.....
۲۷۴	۲-۳-۶ نانوسیال در سوخت.....
۲۷۵	۳-۳-۶ نانوسیال در ترمز.....
۲۷۷	۴-۶ کاربردهای نانوسیالات در صنایع الکترونیک.....
۲۷۷	۱-۴-۶ خنک‌کننده میکرو تراشه‌ها.....
۲۷۸	۲-۴-۶ کاربرد میکروسیال.....
۲۷۹	۵-۶ کاربردهای نانوسیالات در پزشکی.....

۲۷۹	۱-۵-۶ نانو دارو رسان.....
۲۸۰	۲-۵-۶ درمان سرطان.....
۲۸۱	۶-۶ دیگر کاربردهای نانوسیالات.....
۲۸۱	۱-۶-۶ صنایع نظامی.....
۲۸۳	۲-۶-۶ پاک کنندگی نانوسیال.....
۲۸۴	خلاصه فصل.....
۲۸۵	منابع و مراجع.....
۳۲۳	واژه نامه.....
۳۲۹	واژه یاب.....

پیش گفتار

انتقال حرارت، انتقال جرم و انتقال اندازه حرکت، هر یک به طور مستقل سال‌ها است که توسط محققان رشته‌های مهندسی شیمی، مکانیک و فیزیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. همواره تلاش محققان این عرصه بر آن بوده است که به کمک روش‌های نوین بتوانند بازده عملکردی و واقعی سه پدیده فوق‌الذکر را افزایش دهند. به وضوح می‌توان مشاهده کرد که افزایش سطح انتقال می‌تواند یکی از موثرترین راه‌حل‌های موجود باشد. امروزه نانو ساختارها با داشتن این ویژگی، علوم بنیادی جدیدی را در این زمینه پایه‌گذاری کرده‌اند. جایز و بنای اصلی استفاده نانو ساختارها در حوزه انتقال حرارت، ساخت نانوسیالات می‌باشد. در این کتاب سعی بر آن شده است که روش‌های سنتز نانوذرات توضیح داده شود. در ادامه به کمک انتشارات اخیر در زمینه سنتز و کاربرد نانوسیالات، بحث‌های اجمالی در این زمینه تشریح شده است.

پدیده انتقال حرارت به کمک نانوسیالات، مدت‌هاست عنوان موضوعی آزمایشی و تئوری مطرح گردیده است. ریشه این موضوعات را بیان دقیق و موجز اصول بهبه د انتقال حرارت تشکیل می‌دهد. غالباً خالص کردن موضوعات به شرایط فرمولی می‌تواند باعث بهبه د دیگر پدیده انتقال حرارت در حوزه نانوسیالات شود. لذا در اینجا فرمول‌ها و نتایج مدل شده به کمک مدل‌سازی‌ها و شبیه‌سازی‌ها نیز آورده شده است. معادله‌ها و پارامترهای اختصاصی غالباً جدید هستند و برای تدوین در دانشجویان به صورت کامل تشریح شده‌اند. در سرتاسر کتاب بر نقل قول‌هایی از نوشته‌های انتشار یافته هم به منظور استقرار پدیده‌های انتقال در بافت تاریخی مناسب خود و هم با هدف راهنمایی خواننده در جهت شنایی با مطالب و اصول مرتبط با این حوزه و کاربردهای آن، تاکید کرده‌ایم. به ویژه در معرفی پیشگامان حوزه نانوسیالات از بعدها مختلف، اشتیاق زیادی وجود داشته است زیرا خود را بسیار مدیون آنها می‌دانیم و همچنان الهام گرفتن از این پیشگامان ادامه دارد.

برخی از نکات برجسته این پژوهش و گردآوری به صورت زیر می‌باشد:

- در اغلب ساختارهای کتاب، ما تجربه‌های آزمایشگاهی و تئوری خود را به ویژه در سال‌های اخیر در انتشارات‌های معتبر دنیا منتشر و نگارش ساخته‌ایم. بنابراین، درک مفهومی موضوع به عنوان عصاره اصلی این طرح می‌باشد.
- در ساختارسازی‌ها سعی شده است کوچکترین پارامترهای موثر لحاظ گردد.

- کتاب محتوی ابتدایی ترین مقالات در حوزه نانوسیالات می باشد. از سوی دیگر نقل قول های اخیر نیز به صورت کامل تشریح شده است.
- بررسی مفصل نظریه ها و معادلات حاکم و تعیین شرایط ویژه برای هر نظریه جز اصلی ترین پارامترهای مد نظر نویسندگان بوده است.
- ...

در نهایت، سر بر آستان جلال پروردگاری بی همتا می ساییم که دگر بار توفیق اندوختن دانشی هر چند اندک را به ما عطا فرمود. سپس از خدمات سخاوتمندانه ناشر و همه کسانی که در ثبت این اثر مفید دست اندر کار بوده اند صمیمانه تشکر می کنیم.

سعید زینالی هریس - مهدی شنبیدی - احمد امیری

تابستان ۱۳۹۴

www.ketab.ir