

# نانو فناوری و کاربردهای نظامی آن

مؤلفان:

مهدی غلامپور

عیسی کرانیان

مهدی سیمپاری

حسن توکلی



انتشارات  
دافوس آجا

انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش جمهوری اسلامی ایران

۱۴۰۱

|                     |                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآور | نانو فناوری و کاربردهای نظامی آن/نویسندگان مهدی غلامپور...[و دیگران].               |
| مشخصات نشر          | تهران: ارتش جمهوری اسلامی ایران، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، انتشارات دافوس، ۱۴۰۱. |
| مشخصات ظاهری        | ۳۳۰ص: جدول، نمودار.                                                                 |
| شابک                | ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۰۴-۷۴-۳                                                                   |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیا                                                                                 |
| یادداشت             | نویسندگان مهدی غلامپور، عیسی کرانیان، مهدی سیمپاری، حسن توکلی.                      |
| یادداشت             | کتابنامه: ص: ۳۰۲-۳۰۳.                                                               |
| موضوع               | نانوتکنولوژی                                                                        |
|                     | Nanotechnology                                                                      |
|                     | علوم نظامی -- نوآوری                                                                |
|                     | Military art and science -- Technological innovations                               |
|                     | صنایع دفاعی -- نوآوری                                                               |
|                     | Defense industries -- Technological innovations                                     |
| شناسه افزوده        | غلامپور، مهدی، ۱۳۶۰ -                                                               |
| شناسه افزوده        | ایران. ارتش. دانشگاه فرماندهی و ستاد. انتشارات دافوس                                |
| شناسه افزوده        | Iran. Army. Command & Staff College. Dafoos Publisher                               |
| رده بندی کنگره      | ۷/۱۷۴TA                                                                             |
| رده بندی دیویی      | ۵/۶۲۰                                                                               |
| شماره کتابشناسی ملی | ۸۸۸۳۰۱۵                                                                             |

## عنوان: نانو فناوری و کاربردهای نظامی آن

نویسندگان: مهدی غلامپور، عیسی کرانیان، مهدی سیمپاری، حسن توکلی

ویراستار: سامان آزاد

ناظر چاپ: حمید همت

طراح جلد: میلاد فرهادی

صفحه آرای: سبحان فرشادفر

ناشر: انتشارات دافوس آجا

شمارگان: ۱۰۰۰

تعداد صفحه: ۳۰۳ ص

نوبت چاپ: چاپ اول

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱

چاپ و صحافی: مدیریت چاپ، انتشارات و فصلنامه دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

قیمت: ۱۰۰,۰۰۰ تومان

نشانی: تهران، میدان پاستور، خیابان دانشگاه جنگ، دانشگاه فرماندهی و ستاد، انتشارات دافوس

www.casu.ac.ir

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۱۴۱۹۱، ۰۲۱-۶۶۴۷۰۴۸۶

مسئولیت صحت مطالب بر عهده مؤلف می باشد.

کلیه حقوق برای دافوس آجا محفوظ است. (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

## به نام خداوند بخشنده و مهربان

امروزه با توجه به پیشرفت روزافزون علم در زمینه نانو، مقالات و کتب بسیاری در این زمینه چه به زبان فارسی و چه غیرفارسی منتشر شده است. در این بین نیاز به یک مرجع فارسی احساس می‌شد که با موضوعیت فن‌آوری نانو و کاربرد آن در بخش‌های نظامی و دفاعی به زبان ساده و قابل استفاده برای دانشجویان باشد. در کتاب حاضر سعی شده است ضمن پرداختن به موضوعات مقدماتی مربوط به فن‌آوری نانو، روش‌های ساخت مواد در مقیاس نانو و بررسی خواص فیزیکی انواع مختلف این مواد، به کاربردهای مختلف این مواد در بخش دفاعی با نوشتاری ساده و قابل فهم پرداخته شود.

از طرف دیگر، امروزه در همه مسلم است که دستیابی به فن‌آوری نانو یعنی داشتن برتری نظامی، اقتصادی و... و این یکی از دلایل اصلی نگارش این کتاب می‌باشد. چرا که هر چقدر مرجع فارسی در این زمینه بیشتر باشد، علاقمندان سریعتر در مسیر تحقیق و پژوهش در این زمینه قرار می‌گیرند.

در نهایت، امیدواریم که این کتاب رضایت خاطر خوانندگان، دانشجویان و اساتید گرامی را به همراه داشته باشد و اگر اشکالاتی در مطالب کتاب وجود داشته باشد، که بی‌شک چنین است، با یادآوری آنها ما را در جهت رفع کاستی‌ها در چاپ‌های بعدی یاری فرمایند.

با سپاس - گروه مؤلفان

مهدی غلام‌پور، سید عیسی کرانیان، مهدی سیمپاری و حسن توکلی

## فهرست مطالب

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| فصل اول: مقدمه‌ای بر فیزیک حالت جامد.....                | ۹   |
| ۱-۱- تعریف میکروسکوپی.....                               | ۱۰  |
| ۱-۲- انواع جامدها.....                                   | ۱۴  |
| ۱-۳- نظم کوتاه‌برد و بلندبرد.....                        | ۱۴  |
| ۱-۴- شبکه‌های براوه.....                                 | ۱۶  |
| ۱-۵- شبکه‌های بلوری مکعبی.....                           | ۱۹  |
| ۱-۶- نظریه‌ی نواری.....                                  | ۲۴  |
| فصل دوم: مقدمه‌ای بر فناوری نانو.....                    | ۳۳  |
| ۱-۵- نانو.....                                           | ۳۴  |
| ۲-۵- معرفی نانو ساختارها.....                            | ۴۹  |
| ۳-۵- تقسیم‌بندی نانو مواد بر اساس بُعد.....              | ۴۹  |
| فصل سوم: روش‌های ساخت مواد در مقیاس نانو.....            | ۶۳  |
| ۱-۸- روش مکانیکی تولید نانوذرات.....                     | ۶۴  |
| ۲-۸- روش سُل-زُل.....                                    | ۷۰  |
| ۳-۸- روش هیدروترمال.....                                 | ۷۶  |
| ۴-۸- رسوب دهی فیزیکی بخار.....                           | ۸۳  |
| ۵-۸- رسوب دهی شیمیایی بخار.....                          | ۸۸  |
| فصل چهارم: خواص نانومواد.....                            | ۹۳  |
| ۱-۱۲- خواص حرارتی.....                                   | ۹۴  |
| ۲-۱۲- خواص مغناطیسی.....                                 | ۹۷  |
| ۳-۱۲- خواص مغناطیسی نانو ساختارها.....                   | ۹۹  |
| ۴-۱۲- خواص مکانیکی.....                                  | ۱۰۱ |
| ۵-۱۲- مواد توده‌ای نانو ساختار و خواص مکانیکی آن‌ها..... | ۱۰۴ |
| ۶-۱۲- خواص نوری.....                                     | ۱۰۸ |
| ۷-۱۲- خاصیت کانالستی.....                                | ۱۱۳ |
| فصل پنجم: مشخصه‌یابی مواد در مقیاس نانو.....             | ۱۲۳ |
| ۱-۱۶- طیف‌سنجی پراش پرتوی ایکس.....                      | ۱۲۴ |
| ۲-۱۶- میکروسکوپ‌های الکترونی.....                        | ۱۲۹ |
| ۳-۱۶- میکروسکوپ نیروی اتمی.....                          | ۱۴۶ |
| ۴-۱۶- طیف‌سنجی مرئی و فرابنفش.....                       | ۱۵۲ |

## فصل ششم: نانوالکترونیک و کاربردهای دفاعی آن ..... ۱۶۳

- ۱-۲۰ - مقدمه ..... ۱۶۴
- ۲-۲۰ - نقش فناوری نانو در الکترونیک ..... ۱۶۶
- ۳-۲۰ - کاربردهای دفاعی فناوری نانوالکترونیک ..... ۱۹۶

## فصل هفتم: نانومکانیک و کاربردهای دفاعی آن ..... ۲۰۳

- ۱-۲۴ - مقدمه ..... ۲۰۴
- ۲-۲۴ - نقش فناوری نانو در مکانیک ..... ۲۰۶
- ۳-۲۴ - کاربردهای عمومی فناوری نانومکانیک ..... ۲۱۴
- ۴-۲۴ - کاربردهای دفاعی نانومکانیک ..... ۲۲۳

## فصل هشتم: نانومغناطیس و کاربردهای دفاعی آن ..... ۲۳۱

- ۱-۲۸ - مقدمه ..... ۲۳۲
- ۲-۲۸ - آشنایی با منشا مغناطیس مواد ..... ۲۳۳
- ۳-۲۸ - برهمکنش بین الکترون‌ها و قواعد هوند ..... ۲۳۵
- ۴-۲۸ - حوزه‌های مغناطیسی ..... ۲۴۲
- ۵-۲۸ - القای مغناطیسی ..... ۲۴۴
- ۶-۲۸ - دسته‌بندی مواد مغناطیسی ..... ۲۴۵
- ۷-۲۸ - حلقه‌ی پسماند ..... ۲۴۹
- ۸-۲۸ - مغناطیس ذرات ریز ..... ۲۵۲
- ۹-۲۸ - کاربردهای دفاعی فناوری نانومغناطیس ..... ۲۵۷

## فصل نهم: نانوسرامیک و کاربردهای دفاعی آن ..... ۲۶۷

- ۱-۳۲ - مقدمه ..... ۲۶۸
- ۲-۳۲ - خواص برتر سرامیک‌ها نسبت به مواد دیگر ..... ۲۶۸
- ۳-۳۲ - کاربردهای مختلف مواد سرامیکی ..... ۲۶۸
- ۴-۳۲ - نانوسرامیک و ویژگی‌های آن ..... ۲۶۹
- ۵-۳۲ - کاربردهای نانوسرامیک ..... ۲۷۲
- ۶-۳۲ - کاربردهای دفاعی نانوسرامیک ..... ۲۷۳

## فصل دهم: مواد پرانرژی ..... ۲۸۳

- ۱-۳۶ - مقدمه ..... ۲۸۴
- ۲-۳۶ - تقسیم‌بندی مواد پرانرژی ..... ۲۸۴
- ۳-۳۶ - پیرانه‌ها ..... ۲۸۶
- ۴-۳۶ - پیرانه‌های غنی از سوخت ..... ۲۸۹