

فناوری نانو

و

مهندسی عمران

مؤلفین:

مهرداد رزاقیان فاضل‌نژادی

(دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران)

مهیار غرقى

(عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران)

سرشناسه	رزاقیان قادیکلایی، مهرداد، ۱۳۷۲ -
عنوان و نام پدیدآور	فناوری نانو و مهندسی عمران/ مؤلفین: مهرداد رزاقیان قادیکلایی، مهیار غرقی.
مشخصات نشر	تهران: آریا نقش، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۲۰۰ ص.
شابک	978-600-8904-16-8:
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	نانو تکنولوژی
موضوع	Nanotechnology:
موضوع	مهندسی عمران
موضوع	Civil engineering:
شماره افزوده	غرقی، مهیار، ۱۳۷۰ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۶۷/۱۷۴۳: ۹ف۴/ر
رده بندی دیوید	۵/۶۲۰
شماره کتابشناسی	۵۰۲۰۰۰۰۰

تهران میدان انداز، نیایان کارگر جنوبی، خیابان وحید نظری،
پلاک ۱۵۰، واحد ۱
تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۷۷۲۸۹



www.arianaghsh20.ir.....

عنوان: فناوری نانو و مهندسی عمران

تألیف: مهرداد رزاقیان قادیکلایی، مهیار غرقی

چاپ: چاپ اول - ۱۳۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۲۸۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۰۴-۱۶-۸

پیشگفتار

دستاوردهای حاصل از فناوری نانو، نوید دهنده ایجاد تحولات اساسی در صنعت عمران است. تولید محصولات مطمئن تر، مطلوب تر، پایدارتر و مقرون به صرفه تر؛ از جمله تحولاتی است که با کمک فناوری نانو در این صنعت به وقوع می پیوندد. فناوری نانو تقریباً در تمام بخش های مهندسی عمران شامل صنعت بتن، فولاد، چوب، شیشه و پوشش ها کاربرد دارد. فناوری نانو از دو جهت به صنعت عمران کمک می کند: نخست، بهینه سازی و ارتقای عملکردی فناوری های موجود؛ و دوم، ارائه گروه جدیدی از فناوری ها و عملکردها که بدون فناوری نانو ممکن نبوده است. به عنوان نمونه در صنعت شیشه، با استفاده از فناوری نانو، شیشه های هوشمندی تولید شده است که میزان بازتاب نور در آن قابل تغییر است. شیشه های هوشمند توانایی کنترل نور و گرما را دارند. شیشه های ضد انعکاس، شیشه های ضد مه و ضد غبار و شیشه های ضد آتش از دیگر محصولات ساختمانی به شمار می روند که با کمک فناوری نانو تولید و به بازار عرضه شده اند. بهبود خصوصیات مکانیکی و دوام بتن، بهبود خصوصیات در کاهش خوردگی فولاد، تولید پوشش های خود تمیز شونده، ضد آلودگی، مقاوم به خراش و... قطره ای از دریای بی کران تأثیرات فناوری نانو در صنعت عمران می باشد. در همین راستا، در کتاب حاضر به این پدیده ها و اثرات پرداخته شده است که فصول آن به شرح زیر می باشد:

فصل اول: عمران و ساخت و ساز

فصل دوم: فناوری نانو

فصل سوم: عمران و فناوری نانو

فصل چهارم: کاربرد فناوری نانو در پوشش ها و رنگ ها

فصل پنجم: کاربرد فناوری نانو در صنعت بتن

فصل ششم: کاربرد فناوری نانو در صنعت فولاد

فصل هفتم: کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب

فصل هشتم: کاربرد فناوری نانو در صنعت شیشه

در نگارش این کتاب تمام تلاش بر آن بوده که بهترین و کاربردی ترین فناوری‌ها در این حوزه مورد بررسی قرار گیرند و دانش پژوهان گرامی با مطالعه این کتاب بتوانند در این زمینه اطلاعات مفید و جامعی را کسب کنند. امیدواریم با انتشار این کتاب گامی کوچک در پیشرفت و اعتلای مهندسی عمران و فناوری نانو برداشته باشیم.

مهرداد رزاقیان قادیکلایی - مهیار غرقایی

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱: عمران و ساخت و ساز	۱
۱-۱- مقدمه	۳
۱-۲- تاریخچه عمران	۴
۱-۳- مهندسی عمران و معماری	۵
فصل ۲: فناوری نانو	۱۱
۲-۱- مقدمه	۱۳
۲-۲- تاریخچه	۱۳
۲-۲-۱- فناوری نانو از آغاز تا اکنون	۱۶
۲-۲-۲- نگاهی به وضعیت فناوری نانو در کشورهای مختلف	۱۸
۲-۲-۳- خواص نانو مواد	۱۹
۲-۲-۴- انواع نانومواد	۲۱
۲-۲-۵- نانوتکنولوژی و پایداری زیست‌محیطی	۲۲
۲-۲-۶- مصالح نانو، راهی برای رسیدن به مفهوم پایداری	۲۳
۲-۲-۷- مزایای بالقوه فناوری نانو	۲۴
فصل ۳: عمران و فناوری نانو	۲۵
۳-۱- مقدمه	۲۷
۳-۲- تاریخچه	۲۸
۳-۳- برخی از کاربردهای فناوری نانو در مهندسی عمران	۳۲
۳-۳-۱- فناوری نانو و بتن	۳۲
۳-۳-۲- فناوری نانو، فولاد و جوشکاری	۳۳
۳-۳-۳- فناوری نانو و چوب	۳۵
۳-۳-۴- مواد نانو کامپوزیت	۳۷
۳-۳-۵- فناوری نانو و کاشی و سرامیک	۳۸
۳-۳-۶- فناوری نانو و محیط‌زیست	۳۹

فصل ۴: کاربرد فناوری نانو در پوشش‌ها و رنگ‌ها	۴۱
۴-۱- مقدمه	۴۳
۴-۲- کاربردهای جدید پوشش‌ها	۴۵
۴-۳- خواص نانو پوشش‌ها	۴۶
۴-۴- بازار پوشش‌ها و رنگ‌ها	۴۸
۴-۵- روکش‌های انسدادی	۵۱
۴-۵-۱- مقاومت در برابر آتش	۵۱
۴-۵-۲- محافظت در برابر آتش	۵۲
۴-۶- روکش‌های عایق حرارتی	۵۲
۴-۶-۱- عایق حرارتی بر پایه آئروژل	۵۳
۴-۶-۲- عایق حرارتی لایه‌ای به‌صورت رنگ	۵۵
۴-۷- روکش‌های مقاوم در برابر خراشیدگی و سایش	۵۷
۴-۷-۱- محافظت در برابر ریزش خوردگی	۵۷
۴-۷-۲- محافظت در برابر خراشیدگی	۵۸
۴-۸- پوشش‌های نانویی در سقف ساختمان و سازه‌ها	۵۸
۴-۸-۱- سقف‌های خورشیدی	۵۸
۴-۸-۲- روکش‌های فتولتائیک	۶۲
۴-۹- روکش‌های ضد باکتری، ضد کثیفی و دافع لک	۶۴
۴-۹-۱- ضد اثرانگشت	۶۴
۴-۹-۲- راحت تمیزشونده	۶۶
۴-۹-۳- ضد دست‌نوشته	۶۷
۴-۹-۴- خود پاک‌کننده و ضد باکتری	۶۸
۴-۱۰- روکش‌های ضد مه	۷۴
۴-۱۱- رنگ‌های ضد خش	۷۴
۴-۱۱-۱- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های مقاوم به خراش	۷۵
۴-۱۱-۲- مزیت‌های استفاده از فناوری نانو در پوشش‌های ضد خش	۷۶
۴-۱۲- کاشی‌های تغییر رنگ دهنده	۷۷

فصل ۵: کاربرد فناوری نانو در صنعت بتن..... ۷۹

- ۱-۵- مقدمه ۸۱
- ۲-۵- بتن و فناوری نانو ۸۲
- ۳-۵- بتن خود تمیز شونده ۸۴
- ۱-۳-۵- اثر خود تمیز شوندگی ۸۴
- ۲-۳-۵- سطوح خود تمیز شونده در صنعت ۸۶
- ۳-۳-۵- کاربردها و سطوح قابل اعمال این نوع پوشش ها ۸۶
- ۴-۳-۵- خود تمیز شوندگی در بتن و نمای ساختمانی ۸۷
- ۵-۳-۵- عملکرد بتن خود تمیز شونده ۸۸
- ۴-۵- بتن خود ترمیم شونده ۸۹
- ۱-۴-۵- بتن، رزک، خاصیت خود ترمیمی ۹۰
- ۲-۴-۵- استفاده از رزک در ساخت میکرو کپسول های خود ترمیم در بتن ۹۱
- ۳-۴-۵- استفاده از مواد نانو در ساخت رزک مویرگی حاوی عامل خود تأمین در بتن ۹۲
- ۴-۴-۵- استفاده از باکتری ها برای ساخت رزک های خود ترمیم ۹۳
- ۵-۴-۵- باکتری های زیست پذیر به عنوان عامل جهت خود ترمیم شوندگی ۹۴
- ۶-۴-۵- بتن خود ترمیم شونده با استفاده از سپور های سیمانی مهندسی (ECC) ۹۷
- ۷-۴-۵- استفاده از فیبر توخالی ۹۹
- ۸-۴-۵- محصولات خود ترمیمی ۱۰۰
- ۵-۵- نانو ذرات سیمان ۱۰۰
- ۶-۵- نانو رس ها ۱۰۱
- ۷-۵- نانو سیلیس ۱۰۱
- ۸-۵- نانو ذرات اکسید آهن ۱۰۳
- ۹-۵- دی اکسید تیتانیوم ۱۰۳
- ۱۰-۵- نانو ذرات اکسید آلومینیوم ۱۰۴
- ۱۱-۵- نانو الیاف ها ۱۰۵
- ۱۲-۵- نانو پوشش ها ۱۰۷
- ۱۳-۵- نانوپتن هوشمند گرمازا ۱۰۸
- ۱-۱۳-۵- مزایای کاربرد ۱۰۸

فصل ۶: کاربرد فناوری نانو در صنعت فولاد..... ۱۱۱

- ۱-۶- مقدمه ۱۱۳
- ۲-۶- فناوری نانو و فولاد ۱۱۳
- ۳-۶- موارد استفاده از فولاد در صنعت عمران ۱۱۴
- ۴-۶- معایب فولاد ۱۱۴
- ۵-۶- کاربردهای فناوری نانو در صنعت فولاد ۱۱۴
- ۶-۶- برخی روش های تولید محصولات نانو ساختار ۱۱۵
- ۷-۶- فولاد و نانو ذرات ۱۱۵
- ۸-۶- فولاد Sanduk Nau flex ۱۱۵
- ۹-۶- فولاد MMF ۱۱۶
- ۱۰-۶- فناوری نانو و جوشکاری ۱۱۸
- ۱۱-۶- پوشش های نانو ۱۱۸
- ۱-۱۱-۶- پوشش خود ترمیم کننده (رکانالیست) ۱۱۸
- ۲-۱۱-۶- پوشش آب گریز (نانو پوشش آلومای اصلاح شده) ۱۲۱
- ۱۲-۶- نانو کابل ها ۱۲۳
- ۱۳-۶- نانو و پیچ و مهره ها ۱۲۳
- ۱۴-۶- فناوری نانو و خوردگی فولاد ۱۲۳
- ۱-۱۴-۶- گرافن برای حفاظت فولاد از خوردگی ۱۲۵
- ۲-۱۴-۶- تأثیر پوشش نانو کامپوزیت گرافن اکسید/ پلی پیرول بر خوردگی فولاد ۱۲۷

فصل ۷: کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب ۱۳۳

- ۱-۷- مقدمه ۱۳۵
- ۲-۷- فناوری نانو و ارتقای کیفیت چوب ۱۳۶
- ۱-۲-۷- افزایش مقاومت چوب در برابر جذب رطوبت و نور ۱۳۶
- ۳-۷- انواع روش های ضد آب کردن چوب ۱۳۶
- ۴-۷- معرفی نانو پوشش های چوب با خاصیت ضد آب و مقاوم در برابر نور ۱۳۸
- ۵-۷- استفاده از نانوذرات فلزی برای بهبود مقاومت چوب ۱۴۰

۶-۷	بهبود مقاومت چوب در برابر باکتری‌ها و قارچ‌ها با استفاده از فناوری نانو	۱۴۲
۷-۷	انواع نانو پوشش‌های آنتی‌باکتریال چوب	۱۴۳
۸-۷	افزایش مقاومت چوب در برابر شعله و آتش با استفاده از نانوفناوری	۱۴۴
۹-۷	اصلاح خواص مقاومتی چوب با نانولوله‌های کربنی	۱۴۵
۱۰-۷	نتیجه‌گیری	۱۴۶
۱۱-۷	وضعیت فناوری چوب در ایران و جهان	۱۴۶
فصل ۸: کاربرد فناوری نانو در صنعت شیشه		
۱-۸	مقدمه	۱۵۱
۲-۸	نانو شیشه‌ها	۱۵۲
۳-۸	شیشه خودتمیزشونده	۱۵۳
۱-۳-۸	مبانی خودتمیزشوندگی	۱۵۳
۲-۳-۸	سطوح خودتمیزشونده	۱۵۳
۳-۳-۸	شیشه‌های خودتمیزشونده	۱۵۶
۴-۸	شیشه‌های کنترل‌کننده انرژی	۱۶۰
۵-۸	شیشه‌های محافظ در برابر آتش	۱۶۱
۱-۵-۸	تأثیر شیشه ضدحریق در روند آتش‌سوزی	۱۶۳
۲-۵-۸	مزایای کاربرد شیشه ضدحریق	۱۶۳
۶-۸	شیشه‌های ضد لک و آسان تمیزشونده	۱۶۴
۷-۸	شیشه هوشمند الکتروکرومیک	۱۶۶
۸-۸	نوع کریستال مایع در شیشه‌های هوشمند	۱۶۸
۹-۸	آرایه‌های نانوسیمی پلی‌انیلین در پنجره‌های هوشمند	۱۷۰
۱۰-۸	کنترل رنگ و شفافیت در پنجره‌های هوشمند	۱۷۱
۱۱-۸	استفاده از نانو بلورها در پنجره‌های هوشمند	۱۷۲
۱۲-۸	شیشه‌های پلی‌الکترولیت	۱۷۳
منابع		۱۷۵