

کاربرد فناوری نانو در مهندسی عمران

دکتر مهدی رستمی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

مهندس حسین مرادی



سرشناسه	: رستمی، وحید، ۱۳۵۶
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد فناوری نانو در مهندسی عمران/ وحید رستمی، حسین مرادی.
مشخصات نشر	: تهران: اندیشه عصر، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۰۵ ص.: مصور (بخشی رنگی): ۱۴/۵ × ۲۱/۵ سم.
شابک	: 978-600-421-444-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۰۵.
موضوع	: نانوتکنولوژی
موضوع	: Nanotechnology
موضوع	: مهندسی عمران -- نوآوری
موضوع	: Civil engineering -- Technological innovations
شناسه افروده	: مرادی، حسین، ۱۳۶۴-
رده بندی کنگره	: T1۷۴/۷
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۴۹۲۲۱۶
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیا

کاربرد فناوری نانو در مهندسی عمران

مؤلفان: دکتر وحید رستمی (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان)

مهندس حسین مرادی

ناشر: اندیشه عصر

ویراستار: سمیه نوبخت

طراح جلد: فاطمه فعله گری

● قطع: رقعی

● چاپ و صحافی: دیجیتال

● چاپ اول: ۱۴۰۰

● شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۲۱-۴۴۴-۵

● شمارگان: ۲۰۰ جلد

● بهاء: ۷۰۰۰۰ تومان

کلیه حقوق مادی و معنوی چاپ و نشر برای مؤلف اثر محفوظ است.

فهرست مطالب

مقدمه ۱۱

فصل اول: کاربرد فناوری نانو در راه سازی..... ۱۷

کاربرد فناوری نانو در تولید آسفالت..... ۱۸

فصل دوم: کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان..... ۲۵

۱-۲- کاربرد نانو فناوری در تکنولوژی بتن..... ۲۷

۲-۲- نانو ذرات سیمان..... ۳۲

۳-۲- نانو رس ها..... ۳۳

۴-۲- نانو سیلیس..... ۳۴

۵-۲- نانو سیلیس آمورف..... ۳۶

۶-۲- نانو لوله ها (NANOTUBES)..... ۳۷

۷-۲- مواد نانو کمپوزیت..... ۳۹

۸-۲- نانو ذرات اکسید آهن..... ۴۲

۹-۲- نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم..... ۴۲

۱۰-۲- نانو ذرات اکسید آلومینیوم..... ۴۳

۱۱-۲- نانو الیاف ها..... ۴۴

۱۲-۲- نانو پوشش ها..... ۴۷

۱۳-۲- بتن های خود ترمیم شوند..... ۴۸

۱۴-۲- بتن با عملکرد بالا (HPC)..... ۴۹

۱۵-۲- کاربردهای فناوری نانودر سازه های بتنی..... ۵۰

۱۶-۲- فناوری نانو در ساخت بتن های حجیم..... ۵۲

۱۷-۲- دیگر کاربردهای نانو مواد در بتن..... ۵۲

فصل سوم: کاربرد فناوری نانو در صنعت فولاد و جوشکاری..... ۵۵

- ۵۸..... ۱-۳ کاربرد فناوری نانو در سازه‌های فلزی
- ۵۸..... ۲-۳ استفاده از فناوری نانو در پل سازی

فصل چهارم: کاربرد فناوری نانو در محیط زیست..... ۶۱

- ۶۲..... فناوری نانولوله‌های کربنی
- ۶۲..... ۱-۴ غشاهای نانولوله‌ای
- ۶۴..... ۲-۴ نانو غربال‌ها
- ۶۷..... ۳-۴ فیلتر آلومینای نانولیفی
- ۶۹..... ۴-۴ نانوالیاف جاذب جریان
- ۷۰..... ۵-۴ غشای سرمیکی نانوحفره‌ای
- ۷۲..... ۶-۴ تک‌لایه‌های خول‌ها روی پایه‌های مزوپروس (SAMMS)
- ۷۳..... ۷-۴ آرسنیک ARSENX
- ۷۵..... ۸-۴ پلیمر حفره‌ای سیکلودکسترین
- ۷۸..... ۹-۴ ژئولیت‌های طبیعی، مصنوعی، زغال سنگ و ترکیبی
- ۸۰..... فناوری‌های مبتنی بر نانوکاتالیست‌ها
- ۸۰..... ۱۰-۴ نانوذرات آهن خنثی
- ۸۳..... ۱۱-۴ فتوکاتالیست‌های نانومقیاس دی‌اکسید تیتانیوم
- ۸۵..... ۱۲-۴ اکسید آهن نانوساختار جاذب
- ۸۷..... ۱۳-۴ نانوذرات مغناطیسی (MAGNETO FERRITIN)

فصل پنجم: کاربرد فناوری نانو در زلزله..... ۹۱

- ۹۲..... ۱-۵ میراگرها و محرک‌ها
- ۹۵..... ۲-۵ ساخت و بهبود خواص مواد
- ۹۷..... ۳-۵ صنعت لاستیک و کامپوزیت
- ۹۸..... ۴-۵ حسگرها

مقدمه

فناوری نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانوابعادی در حدود 1 nm تا 100 nm می‌باشد (۱ نانومتر یک میلیاردیم متر است). اولین جرقه فناوری نانو (البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود) در سال ۱۹۵۹ زده شد. در این سال ریچارد فاینمن طی یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» ایده فناوری نانو را مطرح ساخت. وی این نظریه را ارائه داد که در آینده‌ای نزدیک می‌توانیم مولکول‌ها و اتم‌ها را به صورت مسقیم دستکاری کنیم. مواد نانو به عنوان موادی که حداقل یکی از ابعاد آنها (طول، عرض و ضخامت) زیر 100 nm باشد، تعریف شده‌اند. یک نانومتر یک هزارم میکرون یا حدود 100000 برابر کوچکتر از موی انسان است. به طور

کلی در یک تقسیم بندی عمومی، محصولات نانو را می توان به صورت زیر بیان نمود:

فیلم های نانو لایه برای کاربردهای عمدتاً الکترونیکی، نانو پوششهای حفاظتی برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی، حفاظت در مقابل عوامل مخرب محیطی، نانوذرات به عنوان پیش سازنده یا اصلاح ساز پدیده های شیمیایی و فیزیکی و نانو لوله ها. پیشرفت های اخیر در زمینه مواد و فرآورده ها، همچنین دستکاری آنها در مقیاس نانو چشم اندازی از تولید مواد در اندازه ماکرو و محصولات جدید را پیش روی ما قرار داده است و فناوری نانو تاکنون به حوزه برخی مواد ساختمانی از جمله بتن، فولاد، شیشه و جوشکاری وارد شده است و به همین دلیل مهندسی عمران به نوبه خود یکی از ذی نفعان فناوری نانو به شمار می رود. برای نمونه از برخی از دستاوردهایی که تاکنون کسب شده اند، می توان به بتن تقویت شده با استفاده از فناوری نانو که قویتر و بادوام تر از بتن های معمولی بوده و آسان تر هم جایگذاری می شود، فولادی با دوام بیشتر و در نهایت شیشه های خود تمیز شونده اشاره نمود. افزایش نگرانی از تغییرات جوی ناشی از آلاینده های کربنی محصولات ساخت بشر، دولت ها را بر آن داشته تا روشهایی برای کاهش و یا حداقل ثابت نگه داشتن سطح این آلاینده ها بیابند. در این میان، فناوری نانو در حال تبدیل شدن به ابزار اصلی مقابله با تغییرات آب و هوایی است.