

## تاثیر نانوذرات بر خواص مکانیکی مواد

### ۱- هدف

بررسی تغییرات مکانیکی مواد با نانوذرات

### ۲- تئوری آزمایش

در حوزه نانوفناوری به ماده‌ای متشکل از یک فاز زمینه و یک یا چند فاز پخش شونده که خواص آن از خواص هر یک از اجزا بهتر است نانوکامپوزیت گفته می‌شود. برای آشنا شدن با تاثیر افزودن نانوذرات بر خواص مکانیکی مواد ابتدا مفاهیمی از خواص مکانیکی مواد در اینجا بررسی می‌شود. به نسبت نیروی وارده به یک سطح مقطع آن تنش گفته می‌شود. هرچه سطح یک ماده بزرگتر باشد به ازای نیروی یکسان تنش موجود کمتر است. به نسبت تغییر طول یک جسم به طول اولیه آن کرنش گفته می‌شود. کرنش پاسخ مواد به تنش ایجاد شده است. هرچه مقدار کرنش به ازای تنش مشخص کمتر باشد ماده سخت تر است.

برای مطالعه خواص مکانیکی مواد از نموداری به نام نمودار تنش-کرنش استفاده می‌شود. در این نمودار رابطه تنش بر حسب کرنش به شکل یک منحنی نمایش داده می‌شود. برای مواد مختلف منحنی‌ها متفاوت است. برای رسم این منحنی از آزمون کشش استفاده می‌شود. برای اینکار دستگاهی با دو فک قابل تنظیم نمونه‌ای به شکل دمبل را از دو طرف با مقدار نیرویی مشخص می‌کشند تا نمونه به دو قسمت تقسیم شود.

افزودن نانوذرات به مواد مختلف منجر به بهبود خواص مکانیکی آنها خواهد شد. بسته به شکل، اندازه و توزیع آنها در ماده با تغییر منحنی تنش-کرنش ماده خواص مکانیکی آن را در جهت مورد نظر بهبود خواهند داد. برای مثال

پلیمرها به دلیل مقدار کرنش زیاد به ازای تنشی مشخص مواد نرمی محسوب می‌شوند. بنابراین برای کاربردهایی که به سختی بالا نیازمند هستند مناسب نیستند. برای حل این مسئله از نانولوله‌های کربن استفاده می‌کنند. با افزودن آنها به پلیمر مقدار کرنش به ازای تنش وارده کاهش یافته در نتیجه استحکام پلیمر افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که استحکام نانولوله کربن ۱۰۰ برابر استحکام فولاد است. تغییر مقدار نانوذرات افزوده شده در ماده نیز خواص مکانیکی آن را تغییر می‌دهد. برای مثال با افزایش درصد نانولوله‌های کربن در پلیمر استحکام آن افزایش می‌یابد. در مقابل انعطاف‌پذیری آن کاهش یافته و در مدت زمان کمتری پاره می‌شود. جنس نانوذرات متغیر مهمی در بهبود خواص مکانیکی ماده زمینه است. برای افزایش استحکام ماده زمینه از نانومواد با سختی بالاتر استفاده می‌شود. در مقابل برای افزایش انعطاف‌پذیری ماده زمینه از نانومواد با سختی کمتر استفاده می‌شود.

شکل نانومواد و جهت‌گیری آنها متغیر مهمی در افزایش یا کاهش خواص مکانیکی ماده زمینه است. برای مثال نانومواد با شکل غیر متقارن و راستای عمود بر نیرو وارد بر ماده بیشترین استحکام را به ماده زمینه خواهند داد. افزایش مقاومت به سایش در قطعاتی مانند دیسک ترمز، زانویی، لوله انتقال آب، نفت و گاز، افزایش استحکام در محصولات مانده بدنه خودرو و سازه ساختمانی برخی کاربردهای افزودن نانوذرات برای بهبود خواص مکانیکی مواد است.

### ۳- روش کار آزمایش

#### ۳-۱- مواد و ابزار موردنیاز

مواد: یک آبنبات ویفری (یا آدامس خرسی یا خمیر بازی)، مقداری پودر فلفل

ابزار: خط‌کش، زمان شمار

۲-۳- روش انجام آزمایش

ابتدا یک جدول مانند جدول زیر در یک کاغذ رسم می کنیم:

جدول ۱: طول نمونه بر حسب زمان

زمان پارگی (ثانیه)	طول نهایی (سانتی متر)	طول اولیه (سانتی متر)
نمونه ۱		
نمونه ۲		

ابتدا آبنبات را با انگشتان به شکل یک دمبل درست کنید و طول آن را یادداشت کنید.



شکل ۱: طول اولیه نمونه

سپس دو سر آبنبات را با دو انگشت دو دست گرفته و سعی کنید آن را در امتداد یک خط صاف از دو جهت مخالف به آرامی بکشید. این کار را تا آنجا ادامه دهید تا آبنبات از وسط پاره شود. سپس طول دو نیمه آبنبات را با حفظ شکل اندازه گرفته به همراه زمان صرف شده تا پارگی آن را در جدول یادداشت کنید.



شکل ۲: طول ثانویه نمونه

در مرحله بعد مقداری پودر فلغل را بر روی آبنبات اضافه کرده و آبنبات را خوب ماساژ دهید تا پودر به خورد آن رود. سپس فرایند بالا را برای این نمونه نیز تکرار کرده طول نهایی و زمان صرف شده را یادداشت کنید.



شکل ۳: طول اولیه نمونه با فلغل



شکل ۴: طول ثانویه نمونه با فلغل

اگر از آدامس خرسی استفاده می کنید ابتدا آن را در مقداری آب برای چند ثانیه ماساژ دهید و بعد آن را خوب با انگشتان فشار دهید تا به بافت کشسانی برسد. برای آن که بتوانید آدامس را خوب ورز دهید چند وقت یکبار نوک انگشتان را با مقداری آب خیس کنید.

#### ۴- پرسش

- به نظرتان دلیل تغییر طول نهایی و زمان صرف شده چیست؟
- پودر فلفل چه تاثیری بر خواص مکانیکی آبنبات داشته است؟
- همین آزمایش را برای مقادیر بیشتر و کمتر پودر فلفل تکرار کنید. هنگامی که مقدار پودر از حدی بالاتر می رود دلیل تغییر رفتار چیست؟
- پودر فلفل را با هاون ساییده و در آزمایش استفاده کنید. آیا رفتار آبنبات تغییر می کند؟ به نظرتان دلیلش چیست؟
- به نظرتان از این تغییر رفتار در چه حوزه هایی می توان استفاده کرد؟

منبع:

Hands-on Nanotechnology Experiments for Kids! | USC WonderKids STEM Careers Program | Highlights

[https://youtu.be/e\\_rZSo5W4OI?si=TEil9dajSYjdxwi](https://youtu.be/e_rZSo5W4OI?si=TEil9dajSYjdxwi)

طراح : آرمین شاهرودی