(پیش بینی عددی مدول الاستیک نانوکامپوزیت های پلیمری)

امیرمحمد بصیری گورابی ، جواد پاینده پیمان، مجتبی مظاهری

گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی همدان

J.payandeh@hut.ac.ir

هفته ملی پژوهش و فناوری

نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری
دانشگاه صنعتی همدان
آذر 1402

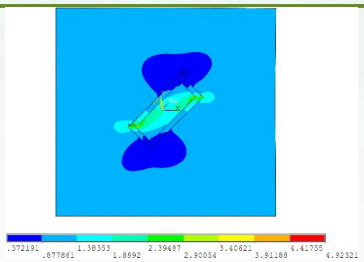
چکیده

نانوکامپوزیت های پلیمری نسل جدیدی از مواد هستند که شامل یک ماتریس پلیمری و کمتر از ۱۰ درصد وزنی از یک تقویت کننده (پرکننده) نانومتری می باشند و برخلاف میکروکامپوزیت ها، نانوکامپوزیت ها اغلب سامانه های چند فازی هستند که درون ساختار خود حاوی نانو ذرات می باشند، بنابراین خواص فاز میانی می تواند آثار شایان توجهی بر خواص سامانه بگذارند و خواصی را به وجود آورند که در سایر اجزا به تنهایی وجود ندارند که دراین پژوهش به آن پرداخته شده است.

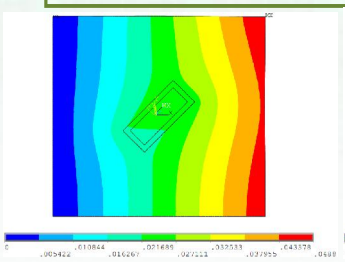
واژه های کلیدی : نانوکامپوزیت پلیمری، مدول الاستیک، فاز میانی، پرکننده ،اجزاء محدود

مقدمه

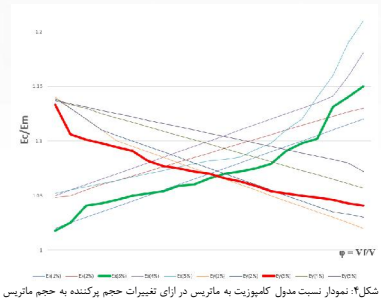
ساخت یک کامپوزیت که دارای پراکندگی و یکنواختی مناسب ذرات پرکننده باشد، یکی از چالش های جدی حوزه کامپوزیت ها می باشد. به دلیل وجود نیروی جاذبه واندروالس میان ذرات پرکننده، این مواد تمایل دارند به سمت هم جذب شده و به هم بچسبند، نانوکامپوزیت های پلیمری ممکن است به عنوان مخلوطی از دو یا چند ماده تعریف شوند که در آن ماتریس یک پلیمر است و فاز پرکننده حداقل یک بعد کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر دارد، که افزودن محتوای کم این نانوپرکننده‌ها به پلیمر می‌تواند منجر به بهبود خواص مکانیکی، حرارتی واشتعال پذیری آن‌ها شود، بدون اینکه بر فرآیند پذیری آن ها تأثیر بگذارد. اثر تقویت کننده پرکننده به عوامل متعددی از جمله خواص ماتریس پلیمری، ماهیت و نوع نانوپرکننده، غلظت پلیمر و پرکننده، نسبت ابعاد ذرات، اندازه ذرات، جهت گیری ذرات و توزیع ذرات نسبت داده می شود .



شکل۲: کانتور تنش صفحه ای



شکل۳: کانتور جابجایی



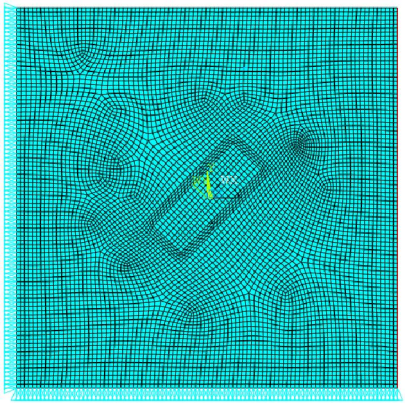
شکل۴: نمودار نسبت مدول کامپوزیت به ماتریس در ازای تغییرات حجم پرکننده به حجم ماتریس

اهداف و روش پژوهش

- تعیین پارامترهای فاز میانی و اثر آن بر روی مدول الاستیک نانوکامپوزیت پلیمری.
- افزایش مقدار بین ناحیه پرکننده و ناحیه فازمیانی.
- افزایش درصد وزن و خواص فاز میانی.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش ابتدا یک (RVE) دو بعدی با روش های اجزا محدود (FE) مورد بررسی قرار می گیرد. به این منظور برنامه های لازم باید در نرم افزارهای شبیه سازی انجام شود تا مدل پیاده سازی شود. سپس سعی می شود فاز میانی به عنوان فاز دوم و ماتریس و پرکننده اول و سوم به مدل تحلیلی دراین پژوهش اضافه شود. در ادامه اثرفازمیانی و پرکننده با مطالعه روش های موجود به مدل جدید اضافه خواهد شد. اثر فاز میانی به عنوان نوآوری های کار بر روی خواص الاستیک نانوکامپوزیت های پلیمری اضافه خواهد شد. در پایان سعی شد، یک مدل اجزاء محدود با در نظر گرفتن پرکننده و فاز میانی در داخل ماتریس پلیمری ایجاد گردید که با پارامترها جرمی و فواصل مختلف درزوایاهای مشخص با نتایج تحلیل مدل حاضر و همچنین نتایج آزمایشگاهی سایر محققان مقایسه شود.



شکل۱: نمونه اولیه اجزا محدود با شرایط مرزی

راهبردهای پیشنهادی

روش های متعددی برای ساخت نانوکامپوزیت ها وجود دارد. انتخاب روش مناسب، می تواند بر روی خواص آن اثرگذار باشد. انتخاب ماتریس پلیمری و پرکننده و تعداد و توزیع و پراکندگی آن ها در ماتریس پلیمری و درصد وزن مسئله مهمی در ساخت و شبیه سازی نانوکامپوزیت ها است. استفاده از فرایندهای سطحی سبب توزیع یکنواخت فاز تقویت کننده در بستر پلیمری شده، افزایش مدول و استحکام نانوکامپوزیت را به دنبال خواهد داشت.

منابع

[1] W. Patterson and A. Force, “The Halpin-Tsai Equations: A Review,” vol. 16, no. 5, 1976.

[2] J. Qu and M. Cherkaoui, *Fundamentals of Micromechanics of Solids*. Wiley, 2006.

[3] M. Mazaheri, J. Payandehpeyman, and M. Khamehchi, “A developed theoretical model for effective electrical conductivity and percolation behavior of polymer-graphene nanocomposites with various exfoliated filleted nanoplatelets,” *Carbon N. Y.*, vol. 169, pp. 264–275, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.carbon.2020.07.059.

تایید استاد راهنما

نام و امضا استاد راهنما : دکتر جواد پاینده پیمان

تایید تحصیلات تکمیلی :

تایید امور پژوهشی: