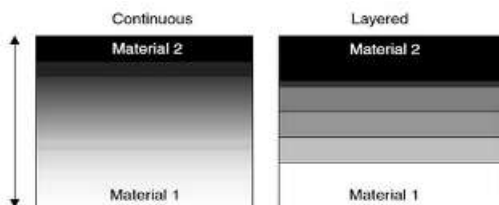


## مدلسازی اثرات دما بر ارتعاشات مدل یک صفحه دوار ساخته شده از مواد مدرج تابعی

محمد جمشیدی<sup>۱</sup>، مهدی کشاورز<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، [asaco.shiraz@gmail.com](mailto:asaco.shiraz@gmail.com)

<sup>۲</sup>عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر، [mehdi.k1001@gmail.com](mailto:mehdi.k1001@gmail.com)



شکل ۱: مقایسه مواد مرکب با مواد مدرج تابعی

### چکیده

در طراحی های مهندسی، هدف اصلی؛ بکارگیری سازه های سبک با قابلیت انعطاف و مقاوم برابر بارهای زیاد در سرعت های بالا می باشد. به همین دلیل تمایل جهت بهره گیری از کامپوزیت ها گسترش بیشتری یافته است. اما بررسی ارتعاشات مکانیکی و تحلیل رفتار دینامیکی تجهیزات امری بسیار مهم می باشد. همچنین با توجه به ثابت نبودن خواص مواد مرکب مانند مواد مدرج تابعی و تغییرات دمای در المان های مختلف مدل، اثرات این تغییرات دما بر ارتعاشات نیز حائز اهمیت می باشد. لذا در این پژوهش تأثیرات دما یک صفحه از جنس مواد مدرج تابعی که در حال دوران است در نرم افزار متلب شبیه سازی و صحت سنجی آن در نرم افزار آدامز مورد بررسی قرار گرفته است.

### واژه های کلیدی

کامپوزیت ها، مواد مدرج تابعی، ارتعاشات مکانیکی صفحه در حال دوران، شبیه سازی در نرم افزار متلب، شبیه سازی در نرم افزار آدامز

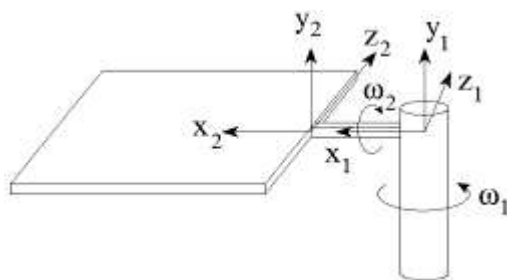
### مقدمه

بررسی ارتعاشات سازه یکی از مهم ترین پارامترهای طراحی محسوب می شود. به دلیل آنکه کامپوزیت ها به سبب خاصیت لایه لایه بودن ماهیت دچار گسستگی بوده یقیناً در برابر بارهای ارتعاشی از دوام کمتری برخوردار خواهند بود. یکی از راه هایی که اخیراً مورد توجه محققان قرار گرفته است، بهره گیری از مواد مدرج تابعی<sup>۱</sup> است.

مواد مدرج تابعی کامپوزیت های ناهمگنی هستند که خواص آنها به طور پیوسته در راستای مشخص تغییر می کند و دامنه وسیعی برای بکارگیری این مواد در صنایع مختلف به خصوص هوافضا وجود دارد [۱-۲]. در FGM ها به دلیل پیوستگی موجود در خواص مکانیکی، حرارتی و مغناطیسی، تنش ها و گرادینان آنها حالت پیوسته ای دارند که موجب استحکام ماده می شود و همین تغییرات تدریجی خواص در ساختار FGM موجب استحکام بین لایه های مختلف آن خواهد شد.

غریب و همکارانش [۳] یک تیر FGM که خصوصیات آن در جهت ضخامت توزیع شده بود را بررسی کردند. آنها اثرات دما و کسر حجمی را بر دامنه ارتعاشات مدل نشان دادند. لی و همکارانش [۴] ارتعاش ناشی از حرارت استاتیکی پس کمانش<sup>۲</sup> که در معرض دماهای مختلف بودند را مطالعه کردند.

با داشتن شناختی کامل از عوامل ایجاد ارتعاشات و تأثیر هریک بر رفتار سیستم می توان پایداری سیستم را تحت کنترل قرار داد. از این رو در این مقاله به بررسی عوامل تغییر دمای دو المان از ماده بر رفتار ارتعاشی ورق و همچنین اثر هر یک از آنها خواهیم پرداخت. از تئوری ورق ساده برای مدلسازی ورق بهره می گیریم و تکیه گاه ورق را نیز یک سرگردار فرض می کنیم.



شکل ۲: ورق ساخته شده از مواد مدرج تابعی در حال دوران

### معادلات حاکم بر سیستم

ورق کامپوزیتی به عرض  $b$ ، ضخامت  $h$ ، و طول  $L$  مفروض می باشد. در شکل (۲) این صفحه به نمایش درآمده است. در حالتی که هندسه توزیع ماده مدرج تابعی مقطع نامتقارن باشد، تار خنثی دیگر در وسط نمی باشد و با توجه به درصد پراکندگی می تواند بالاتر یا پایین تر از حالت هندسه توزیع متقارن قرار بگیرد. به همین منظور با

<sup>2</sup> Post – buckling

<sup>1</sup> Functionally Graded Material (FGM)