

## فرم پیشنهاد تحقیق پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد

عنوان تحقیق به فارسی: تحلیل خمش ورق ساندویچی دایره‌ای تحت بارگذاری گسترده

اطلاعات مربوط به پایان‌نامه:

الف- عنوان تحقیق

۱- عنوان به زبان فارسی:

تحلیل خمش ورق ساندویچی دایره‌ای تحت بارگذاری گسترده

۲- عنوان به زبان انگلیسی/ (آلمانی، فرانسه، عربی):

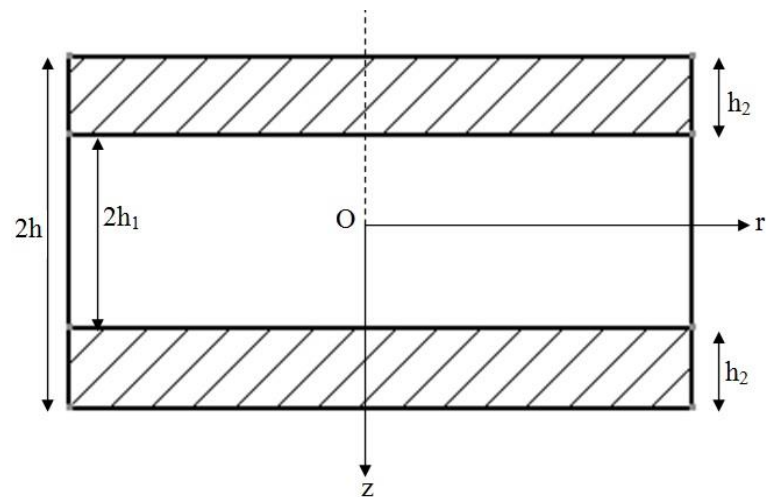
**تذکره:** صرفاً دانشجویان رشته‌های زبان آلمانی، فرانسه و عربی مجازند عنوان پایان‌نامه خود را به زبان مربوطه در این بخش درج نمایند و برای بقیه دانشجویان، عنوان بایستی به زبان انگلیسی ذکر شود.

.....  
.....

ب - تعداد واحد پایان‌نامه:

ج- بیان مسأله اساسی تحقیق به طور کلی (شامل تشریح مسأله و معرفی آن، بیان جنبه‌های مجهول و مبهم، بیان متغیرهای مربوطه و منظور از تحقیق):

سازه‌های کامپوزیتی به خاطر دارا بودن مزایایی همچون استحکام ویژه بالا، سبکی و خواص مقاوم به ترک، امروزه بطور وسیعی در صنایع هواپیماسازی، صنایع موشکی، دریایی و صنایع پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ساختارها با توجه به ساختار هندسی، قابلیت تحمل شرایط بارگذاری مختلف را دارند. در این مطالعه خمش ورق ساندویچی دایره‌ای تحت بارگذاری مشخص بررسی می‌شود. ورق دایره‌ای دارای دو رویه بالایی و پایینی و مغزی می‌باشد. در ابتدا معادلات حاکم بر خمش ورق‌های ساندویچی دایره‌ای استخراج می‌گردد. در ادامه ورق ساندویچی با شرایط مرزی و بارگذاری مشخص مدلسازی می‌شود. شرایط مرزی به صورت تکیه گاهی ساده و گیردار و بارگذاری به صورت گسترده در نظر گرفته می‌شود. در نهایت تحلیل ورق ساندویچی به روش تحلیلی و عددی صورت گرفته و نتایج با یکدیگر مقایسه خواهد شد. نتایج بصورت کانتور و گراف نمایش داده می‌شود.



سطح مقطع ورق ساندویچی کامپوزیتی

د - اهمیت و ضرورت انجام تحقیق (شامل اختلاف نظرها و خلاءهای تحقیقاتی موجود، میزان نیاز به موضوع، فواید احتمالی نظری و عملی آن و همچنین مواد، روش و یا فرآیند تحقیقی احتمالاً جدیدی که در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد):

در این پروژه خمش ورق ساندویچی دایره‌ای تحت بارگذاری گسترده و شرایط مرزی تکیه‌گاهی ساده و گیردار بررسی شده است. اهمیت این تحقیق استخراج فرمولاسیون و شبیه‌سازی عددی اجزای محدود ساختار ورق ساندویچی تحت بارگذاری گسترده و شرایط مرزی گیردار و ساده و مقایسه نتایج میان آنها می‌باشد. همچنین ارائه تکنیک شبیه‌سازی عددی این ساختارها با کمترین اختلاف با نتایج تحلیلی از ضرورت‌های انجام این تحقیق می‌باشد.

ه- مرور ادبیات و سوابق مربوطه (بیان مختصر پیشینه تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور پیرامون موضوع تحقیق و نتایج آنها و مرور ادبیات و چارچوب نظری تحقیق):

در مرجع [۱] تحلیل عددی دیسک مصنوعی با یک مغزی الاستومتر ساخته شده از نانو کامپوزیت پلی اورتان و بکار رفته در ستون فقرات صورت پذیرفته است. هدف اصلی از این مطالعه ارزیابی تغییرات نیرو-جابجایی و زاویه-ممان برای طراحی جدید تحت بارهای فشاری، خمشی، برشی و چرخش محوری می باشد. شرایط کاری دیسک ها برای ۵۰ سال در برابر شرایط بحرانی باید ایمن باشد. یکی از شرایط ایمنی اطمینان از سطح تنش و کرنش مجاز در میان بارها و حرکاتی که در ستون فقرات اتفاق می افتد می باشد.

در مرجع [۲] شبیه سازی عددی دیسک مصنوعی با استفاده از مدل کامپوزیتی لمینیت تقویت شده تحت بارگذاری فشاری، کشش محوری و ممان خمشی بررسی شده است. نتایج شبیه سازی عددی با نتایج تجربی تحت شرایط بارگذاری یکسان راستی آزمایی شده است.

در مرجع [۳] تحلیل خمش یک پوسته متقارن محوری FGM<sup>۱</sup> تحت بارگذاری عرضی با روش المان دیفرانسیلی مربعی ۲ انجام شده است.

در مرجع [۴] تحلیلی روی ارتباط بین کمانش و خمش متقارن محوری ورق دایره ای شکل FGM صورت گرفته است. در این مطالعه از تئوری مرتبه سوم برشی و تئوری ورق کلاسیک استفاده شده است. همچنین ارتعاشات خمشی متقارن محوری و تحلیل پایداری ورق دایره ای FGM در دمای محیط با استفاده از تکنیک های عددی اجزای محدود در مرجع [۵] انجام شده است.

ملک زاده [۶] تحلیل ارتعاشات آزاد درون صفحه ای ورق دایره ای FGM را انجام داد. سعیدی [۷] با استفاده از تئوری مرتبه سوم برشی خمش متقارن محوری و کمانش ورق دایره ای ضخیم FGM را بررسی نمود. ضحرائی و سعیدی [۸] با استفاده از تئوری مرتبه چهارم برشی خمش متقارن محوری ورق دایره ای ضخیم را مطالعه نمودند.

سپاهی [۹] تاثیر تغییر شکل بزرگ ورق دایره ای FGM تحت بارگذاری ترمو-مکانیکی روی فونداسیون الاستیک غیرخطی با استفاده از المان مربعی بررسی نمود.

تحلیل غیرخطی ورق دایره ای FGM توسط نوسیر و فلاح [۱۰] بررسی شده است. در این تحقیق بار عرضی متقارن محوری مطابق با اولین تئوری تغییر شکل برشی بر پایه تئوری غیرخطی وون کارمن انجام شده است.

در مرجع [۱۱] پاسخ دینامیکی ورق ساندویچی دایره ای تحت بارهای دینامیکی در هوا و آب بررسی شده است. در این تحقیق از روش عددی اجزای محدود به منظور تصدیق روابط تحلیلی استفاده شده است.

---

1-Functionally graded materials

2-DIFFERENTIAL QUADRATURE METHOD

گاپتا و همکارانش [۱۲] خمش متقارن محوری ورق ساندویچی دایره‌ای تحت برش عرضی را بررسی نمودند. معادلات حاکم در این مطالعه براساس مینیمم انرژی پتانسیل استخراج شده و براساس سری فوریه بسط برای حالتی که لبه بیرونی گیردار است حل شده است.

در مرجع [۱۳] پایداری ورق ساندویچی دایره‌ای نامتقارن بررسی شده است. در این مطالعه روابط اساسی برای مدل ریاضی/مکانیکی ورق ساندویچی سه‌لایه در حالت ایزوتروپ عرضی و اورتوتروپیک بررسی شده است.

در مرجع [۱۴] ارتعاشات ورق ساندویچی دایره‌ای با در نظر گرفتن برش عرضی، ممان اینرسی چرخشی و صلیبیت خمشی هسته بررسی شده است. حل معادلات حرکت توسط توابع بسط انجام شده است.

در مرجع [۱۵] خمش متقارن محوری غیرخطی ورق ساندویچی دایره‌ای با ارائه یک حل دقیق بررسی شده است. در این مطالعه ورق تحت شرایط مرزی گیردار و بارگذاری جانبی یکسان در نظر گرفته شده است.

در مرجع [۱۶] ارتعاشات و کماتش غیرخطی ورق ساندویچی دایره‌ای تحت بار یکنواخت و شرایط مرزی گیردار با استفاده از تئوری ورق ون کارمن بررسی شده و سپس حل دقیق تحت بار استاتیکی ارائه شده است.

در مرجع [۱۷] حل دقیق مسئله ترموالاستیک در حالت پایدار ورق دایره‌ای سه‌بعدی ساخته شده از مواد FGM بررسی شده است. در این مطالعه بارهای حرارتی و مکانیکی بصورت متقارن وارد شده و شرایط مرزی تکیه‌گاهی ساده در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داد که جابجایی عرضی در ضخامت ورق FGM ثابت و خطی نمی‌باشد. همچنین تنش و جابجایی در بار متمرکز نسبت به بارهای توزیع شده یکنواخت بیشتر باشد.

ن- متغیرهای مورد بررسی در قالب یک مدل مفهومی و شرح چگونگی بررسی و اندازه‌گیری متغیرها:

متغیرهای مورد بررسی عبارتند از:

۱. تغییرات خیز در کل ساختار ورق ساندویچی تحت شرایط مرزی گیردار و تکیه‌گاهی ساده به روش تحلیلی با استفاده از استخراج فرمولاسیون و روش عددی اجزای محدود
۲. توزیع تنش در لایه‌های ورق ساندویچی تحت بارگذاری گسترده و شرایط مرزی گیردار و ساده به روش تحلیلی و عددی اجزای محدود.

و- جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق:

در این تحقیق تمرکز اصلی بر روی خمش ورق ساندویچی کامپوزیتی با تغییر پارامترهای موثر هندسی با استفاده از روش تحلیلی و عددی می باشد. مطالعه پارامتریک و تاثیر المانهای مختلف روی خمش، با شرایط مرزی ساده و گیردار به روش عددی و تحلیلی و مقایسه آنها برای ساختار کامپوزیتی ساندویچ از نوآوریهای تحقیق می باشد.

ز- اهداف مشخص تحقیق (شامل اهداف آرمانی، کلی، اهداف ویژه و کاربردی):

هدف اصلی از انجام این پژوهش، بررسی تاثیر پارامترهای موثر روی تحلیل خمش ساختار ورق ساندویچی کامپوزیتی به روش عددی و تحلیلی بوده و نتایج حاصل از این تحلیل به صورت نمودارهایی ارائه می گردد.

ح- در صورت داشتن هدف کاربردی، نام بهره‌وران (سازمانها، صنایع و یا گروه ذینفعان) ذکر شود (به عبارت دیگر محل اجرای مطالعه موردی):  
نتایجی که از تحلیل حاصل می‌گردد، می‌تواند مرجع مناسبی برای صنایع پیشرفته هوا و فضا و زیر سطحی، صنایع نفت و گاز، خودروسازی و ... باشد.

ط- سؤالات تحقیق:

۱. رفتار خمشی (شامل توزیع تنش و تغییرشکل) ساختار ورق ساندویچی تحت بارگذاری گسترده و شرایط مرزی گیردار و ساده چگونه است؟
۲. مدلسازی اجزای محدود ساختار ساندویچی دایره‌ای به چه صورت می‌باشد؟
۳. مقایسه نتایج حاصل از روش تحلیلی و عددی به چه صورت می‌باشد؟
۴. مقایسه نتایج عددی حاصل از شبیه‌سازی سه‌بعدی و دوبعدی ورق ساندویچی چگونه است؟

ی- فرضیه‌های تحقیق:

۱. خواص مواد بصورت خطی در نظر گرفته می شود.
  ۲. راستی آزمایشی روش تحلیل عددی مورد نظر را تایید می کند.
  ۳. تحلیل اجزای محدود با استفاده از نرم افزار آباکوس صورت می پذیرد.
  ۴. ورق دایره‌ای ساندویچی شامل سه لایه: پوسته زیرین، مغزی و پوسته روین می باشد.
  ۵. فرض می گردد که لایه‌ها به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شده‌اند.
- ک- تعریف واژه‌ها و اصطلاحات فنی و تخصصی (به صورت مفهومی و عملیاتی):

کامپوزیت: مواد کامپوزیت از ترکیب حداقل دو جزء مجزا تشکیل شده است. یک جزء که جزء یا اجزای دیگر را در بر گرفته است، زمینه (رزین) نامید می شود. جزء دیگر را که معمولاً برای تقویت زمینه است، تقویت کننده می نامند.

ساندویچ پانل: صفحات ساندویچی از دو پوسته زیرین و روین و یک هسته ضخیم تشکیل شده‌اند. پوسته‌های زیرین و روین خود صفحات چندلایه‌ای محسوب می شوند که وظیفه انتقال نیرو را به بخش هسته را به عهده دارند.

خیز: تغییر شکل ساختار تحت بارگذاری مشخص.

## ۵- روش شناسی تحقیق:

الف- شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده ها و نحوه اجراء (شامل مواد، تجهیزات و استانداردهای مورد استفاده در قالب مراحل اجرایی تحقیق به تفکیک):  
تذکر: درخصوص تفکیک مراحل اجرایی تحقیق و توضیح آن، از به کار بردن عناوین کلی نظیر، «گردآوری اطلاعات اولیه»، «تهیه نمونه‌های آزمون»، «انجام آزمایش‌ها» و غیره خودداری شده و لازم است در هر مورد توضیحات کامل در رابطه با منابع و مراکز تهیه داده‌ها و ملزومات، نوع فعالیت، مواد، روش‌ها، استانداردها، تجهیزات و مشخصات هر یک ارائه گردد.

ج - شرح کامل روش (میدانی، کتابخانه‌ای) و ابزار (مشاهده و آزمون، پرسشنامه، مصاحبه، فیش‌برداری و غیره) گردآوری داده‌ها:

۱. استفاده از منابع علمی کتابخانه‌ای

۲. استفاده از مقالات از طریق سایتهای معتبر علمی نظیر الزویر، ساینس دایرکت، اشپرینگرو سایر منابع

۳. استفاده از خروجی نرم افزار

د - جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه (در صورت وجود و امکان):

ه - روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها:

۱. استفاده از نرم افزارهای مهندسی

۲. استفاده از مراجع موجود



1. P. BORKOWSKI, P. MAREK, G. KRZESIŃSKI, J. RYSZKOWSKA, B. WAŚNIEWSKI, P. WYMYSŁOWSKI, T. ZAGRAJEK, , “Finite element analysis of artificial disc with an elastomeric core in the lumbar spine”, Acta of Bioengineering and Biomechanics, Vol. 14, No. 1, 2012
2. Mehrdad Shahmohammadi Hadi Asgharzadeh Shirazi Alireza Karimi Mahdi Navidbakhsh, “Finite element simulation of an artificial intervertebral disc using fiber reinforced laminated composite model”, 2014
3. Hamad M.H1, F. Tarlochan, “AN AXISYMMETRIC BENDING ANALYSIS OF FUNCTIONALLY GRADED ANNULAR PLATE UNDER TRANSVERSE LOAD VIA GENERALIZED DIFFERENTIAL QUADRATURE METHOD”, International Journal of Research in Engineering and Technology, 2013
4. Ma, L.S., Wang, T.S. Relationships between axisymmetric bending and buckling solutions of FGM circular plates based on third-order plate theory and classical plate theory. International Journal of Solids and Structures 2004, 41: 85-101.
5. Prakesh Y, Genepethi M. Axisymmetric flexural vibration and thermoelastic stability of functionally graded material circular plate using finite element method. Compos Part B: Engineering 2008, 371:4901-4910.
6. Malekzadeh P, Atashi MM, Karami G. In-plane free vibration of FG circular arches with emperaturedependent properties under thermal environment. Journal Sound Vibration 2009, 326: 837-851.
7. Saidi A.R, Rasouli A. ,Sahraee S. Axisymmetric bending and buckling analysis of FG circular plates using thirdorder shear deformation theory. Composite Structures. 2009, 89:110-119.
8. Sahraee,S. , Saidi,A. R. Ax symmetric bending analysis of thick functionally graded circular plates using fourthorder shear deformation theory. European journal of mechanics A/solids 2009, 28: 974-984.
9. Sepahi O., Forouzan M. R., Malekzadeh P. Large deflection analysis of thermo-mechanical loaded annular FGM plates on nonlinear elastic foundation via DQM. Composite Structures. 2010, 92: 2369-2378.
10. Nosier A., Fallah F. Nonlinear analysis of functionally graded circular plates under asymmetric transverse loading. International Journal of Non-Linear Mechanics 2009. 44: 928-942
11. V. S. Deshpande ,N. A. Fleck, “Dynamic Response of a Clamped Circular Sandwich Plate Subject to Shock Loading”, 2004
12. Anand P.Gupta, Kameshwar P.Sharma, Asymmetric bending of circular sandwich plate including transverse shear in facings, 1982
13. Lajos Pomázi, “Stability of asymmetrically built circular sandwich plate”.
14. C.Prasad, A.P.Gupta, “Asymmetric vibration of circular sandwich plates”, 1979.
15. 1 iu Ren-huai, “Nonlinear Bending of Circular Sandwich Plates”, Applied Mathematics and Mechanics, 1981
16. DU Guo-jun, MA Jian-qing, “Nonlinear vibration and buckling of circular sandwich plate under complex load”, Applied Mathematics and Mechanics (English Edition), 2007, 28(8):1081–1091.
17. M. Jabbari, E. Shahryari, H. Haghghat, M.R., “An Analytical Solution for Steady State Three Dimensional Thermoelasticity of Functionally Graded Circular Plates Due to Axisymmetric Loads”, 2014