

**الف) كليات طرح**

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

1ـ عنوان طرح:

به فارسي : توسعه روش بدون مش گالرکین در حالت سه بعدی برای انالیز سازه ای هندسه های نامنتظم و دارای گوشه های تیز

به انگليسي : **Developing of 3-D mesh-free Galerkin method for structural analysis of irregular geometries with sharp corners**

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

2ـ مجري مسئول طرح:

دانشكده مستقر: فنی و مهندسی

نام و نام خانوادگي : یعقوب طادی بنی

مرتبه علمي و سمت : استاد تمام

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

3ـ اعتبار كل طرح: 30000000 ريال اعتبار معادل طرح (حق التحقيق، هزینه پرسنلی و مسافرت): 30000000 ريال

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

4ـ زمان اجراي طرح به ماه: نه ماه سال شروع: 15/9/1397 خاتمه: 15/6/1398

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

5ـ محل اجراي طرح : دانشکده فنی و مهندسی

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

6ـ منابع تأمين كننده بودجه: دانشگاه شهرکرد (گرنت)

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

7ـ مؤسساتي كه با طرح همكاري خواهند داشت (نحوه همكاري) :

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

8ـ خلاصه طرح (حداكثر 5 سطر) :

در این پژوهش سلولهای منشوری مثلت شکل برای انتگرال گیری روش بدون مش معرفی می گردد و روش انتگرالگیری گوس برای این سلولها گسترش می یابد. این سلولهای گسترش داده شده برای بررسی ارتعاشات آزاد، خیز استاتیکی و آنالیز دینامیکی ورقهای مثلث شکل با ضخامتهای متغییر استفاده می گردد. توابع شکل حداقل مربعات متحرک (MLS) برای ساختن تقریب متغیرهای میدان استفاده می شود و از اصل همیلتون برای استخراج معادلات فرم ضعیف حرکت استفاده می شود. برای بخش دینامیکی، دستگاه معادلات دیفرانسیل با روش ویلسون حل می شود. هدف اصلی این کار توسعۀ روش بدون مش برای تجزیه و تحلیل هندسه های پیچیده با گوشه های تیز است و مهمتر از آن استفاده از سلول های مثلثی شکل و قوانین انتگرال گیری گاوسی تعمیم یافته برای یکپارچه سازی در روش های بدون مش است. سلول ها را می توان در ترکیب با سلول های سه بعدی برای گسسته سازی هر گونه هندسه پیچیده سه بعدی استفاده می شود. برای نشان دادن قابلیت این مدل، تجزیه و تحلیل ارتعاش یک صفحه پنج ضلعی نیز انجام می شود. برای همه موارد، نتایج نشان می دهد انعطاف پذیری و دقت روش های بدون مش برای هندسه های ناهموار و پیچیده بسیار مناسب می باشد.

**ب) مشخصات مجري و همكاران طرح:**

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

**1ـ مجري مسئول طرح:**

الف) نام و نام خانوادگي : یعقوب طادی بنی مرتبه علمي : استاد تمام نوع استخدام : رسمی-قطعی تاریخ استخدام : 15/1/1389

محل خدمت : دانشکده فنی و مهندسی تلفن محل كار :

ب) نشاني منزل: خیابان کاشانی- کوچه 85- پلاک 7

ج) به طور متوسط، چند ساعت در هفته به اين پروژه اختصاص مي دهيد؟

تقریبا 8 الی 10 ساعت

د) ساير طرح هاي در دست اجرا:

--

ﻫ) مدارج تحصيلي و تخصصي (در حد كارشناسي و بالاتر) :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | درجه تحصيلي/ تخصصي | رشته تحصيلي / تخصصي | مؤسسه ـ كشور | سال دريافت |
| 1  2  3 | کارشناسی  کارشناسی ارشد  دکتری | مهندسی مکانیک  مهندسی مکانیک  مهندسی مکانیک | دانشگاه صنعتی اصفهان  دانشگاه صنعتی شریف  دانشگاه صنعتی شریف | 1380  1383  1388 |

و ـ فعاليت‎هاي تحقيقاتي، پايان يافته، در حال اجرا و تأليفات در ارتباط با موضوع طرح:

**2- ساير مجريان طرح:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | نام و نام خانوادگي | درجه تحصيلي | رشته تحصيلي | مرتبه علمي | محل كار | ميزان مشاركت مالي |
| اول | - | - | - | - | - | - |
| دوم | - | - | - | - | - | - |
| سوم | - | - | - | - | - | - |

**2ـ همكاران:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | نام و نام خانوادگي | درجه تحصيلي | رشته تحصيلي | مرتبه علمي | محل كار | نوع همكاري | میزان همکاری (ساعت) |
| 1 | جابر علی همتی | دانشجوی دکتری | مهندسی مکانیک |  |  |  | 100 |
|  | فروغ خیبری | دانشجوی دکتری | مهندسی مکانیک |  |  |  | 100 |

**ج) اطلاعات تفصيلي طرح**

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

1ـ عنوان و نوع طرح پژوهشي

عنوان به فارسي: توسعه روش بدون مش گالرکین در حالت سه بعدی برای انالیز سازه ای هندسه های نامنتظم و دارای گوشه های تیز

به انگليسي : S **Developing of 3-D mesh-free Galerkin method for structural analysis of irregular geometries with sharp corners**

نوع طرح : ◼ بنيادي (گسترش مرزهاي دانش) 🞎 كاربردي (در چارچوب اولويت هاي پژوهشي/حل مسئله)

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

2ـ تشريح جزئيات طرح:

**تعريف مسئله:**

روش های عددی نقش مهمی در مهندسی مدرن، با توسعه مشکلات مهندسی از جنبه های کیفی و کمی دارند، روش های سنتی تحلیلی و تجربی دارای مشکلات زیادی می باشند. روش های تجربی در بسیاری از شرایط قابل استفاده نیستند، زیرا صرف زمان و هزینه زیادی را می طلبد. روش های تحلیلی نیز کاربردهای کمی دارند و به رغم دقت آنها در مدلهای عملی قابل اجرا نیستد. با توجه به مشکلات زیادی که در طیف وسیعی از مهندسی وجود دارد. بنابراین اهمیت روش های عددی مشخص شده است. آنها پدیده های فیزیکی را با حل عددی معادلات حاکم دیفرانسیل شبیه سازی می کنند و در نتیجه نقش مهمی در تمامی حوزه مهندسی و حتی در بیشتر شاخه های علوم بازی می کنند.

روش های بدون مش، با روشهای شناخته شده ای همانند روش عنصر محدود (FEM)، روش جزء محدود (FDM) و روش حجم محدود (FVM) قابل مقایسه می باشد. در مقایسه با این روش ها، در روش بدون مش، محیط پیوسته با فقط یک مجموعه از نقاط گره، گسسته می شود و تقریب متغیرهای میدان در دامنه بر اساس این گره ها ساخته می شود. در روش بدون مش، هیچ مشی استفاده نمی شود و قبل از شروع تجزیه و تحلیل هیچ ارتباطی بین گره ها تعریف نمی شود و نقاط گره ها در طول تجزیه و تحلیل با توجه به دامنه نفوذ آنها با یکدیگر متصل می شوند. دامنه نفوذ هر نقطه با شعاع نفوذ آن مشخص می شود، که یک پارامتر مهم در روش های بدون مش است، این پارامتر نشان می دهد که کدام گره ها به ساختن تقریب برای یک نقطه خاص کمک می کنند.

روشهای بدون مش به دو کلاس طبقه بندی میشوند، روشهای بدون مش بر اساس فرم قوی و روشهای بدون مش بر اساس فرمهای ضعیف. روشهای فرم قوی بدون مش دارای الگوریتم ساده هستند و هیچ یکپارچگی در تحلیل ندارند زیرا به طور مستقیم به معادلات دیفرانسیل و در برخی از گره های پراکنده اعمال می شود. عدم نیاز به انتگرال گیری در این روش، باعث عدم نیاز به سلول های پس زمینه که کارایی محاسباتی خوبی را به آنها می دهد، ایجاد می کند. جدی ترین معضل این روش ها در بسیاری موارد، به ویژه در شرایط مرزی طبیعی، اشتباه و بی ثباتی آنها هستند. در مقابل، روش های آزاد بدون مش بر اساس فرم های ضعیف، پیچیدگی و محاسبات بیشتری دارند و نه تنها آنها نیاز به انتگرال گیری در تحلیل دارند، بلکه انتگرال گیری ساختار اصلی محاسبات آنهاست. برای انتگرال گیری، آنها نیاز به سلول های پس زمینه ای دارند که ادغام بر آنها انجام می شود، اما دقت و ثبات خوبی دارند.

امروزه روشهای بدون مش استفاده زیادی در مطالعات بسیاری از مسائل مکانیک جامد را دارند و مورد توسعه قرار می گیرند و از این جهت به عنوان روش عددی مناسب در حوزه مهندسی مکانیک شناخته می شود.

**فرضيات:**

1. تغییر شکل بصورت الاستیک فرض شده است.
2. ورق همسانگرد می باشد.

**اهداف اصلی:**

1. استخراج معادلات گسسته شده با روش بدون مش.
2. حل استاتیکی، دینامیکی و ارتعاشات ورق های جند ظلعی غیر منتظم.

**روش و تكنيك‎هاي اجرايي:**

1. استفاده از روش انرژی و معادله همیلتون جهت استخراج معادلات حرکت.
2. استفاده از روشهای بدون مش برای حل معادلات استخراج شده.

منابع:

1. Y. Chen, J. D. Lee, A.Eskandarian, Meshless Methods in Solid Mechanics, Springer Science+Business Media, New York, 2006.
2. G. R. Liu, S. S. Quek, The Finite Element Method: A Practical Course, Butterworth-Heinemann, Burlington, 2003.
3. G. R. Liu, Mesh free methods: moving beyond the finite element method. CRC Press, Boca Raton, 2003.
4. G.R. Liu, Y.T. Gu, An Introduction to Meshfree Methods and Their Programming, Springer, Dordrecht, 2005.
5. Y. T. Gu, G. R. Liu, A Meshless Local Petrov-Galerkin (MLPG) method for free and forced vibration analyses for solids. Comput. Mech. 27(2001) 188-198.
6. X. L. Chen, G. R. Liu, S. P. Lim, An element free Galerkin method for the free vibration analysis of composite laminates of complicated shape. Compos.Struct. 59(2003) 279-289..
7. P. Xia, S. Y. Long, H. X. Cui, G. Y. Li, The static and free vibration analysis of a nonhomogeneous moderately thick plate using the meshless local radial point interpolation method, Eng. Anal. Bound. Elem. 33 (2009)770–777.
8. A. J. M. Ferreira, R. C. Batra, C. M. C. Roque, L. F Qianc, R. M. N. Jorge, Natural frequencies of functionally graded plates by a meshless method. Compos.Struct. 75 (2006)593-600.
9. H. R. Mollarazi, M. Foroutan, R. Moradi-Dastjerdi, Analysis of free vibration of functionally graded material (FGM) cylinders by a meshlessmethod, [J. Compos. Mater](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fjcm.sagepub.com%2F&ei=IjziVOj2I4TyUIe8gLAP&usg=AFQjCNGp-E3GuVLJx96lOIIagHTiZ4FPvA). 46(5) (2012) 507-515.
10. A. Soltanimaleki, M. Foroutan, J. Alihemmati, Free vibration analysis of functionally graded fiber reinforced cylindrical panels by a three dimensional mesh-free model, J. Vib. Control, 22(19) (2016) 4087-4098.

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

3ـ كلمات كليدي:

روش بدون مش گالرکین- مدل سه بعدی

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

توضيحات:

ـ طرح بنيادي، پژوهشي است كه عمدتاً در جهت گسترش مرزهاي دانش بدون در نظر گرفتن استفاده عملي خاص براي كاربرد آن انجام مي‎گيرد. اگرچه ممكن است اين كاربرد در آينده تعريف شود.

ـ طرح كاربردي، پژوهشي است كه استفاده عملي خاص براي نتايج حاصل از آن در نظر گرفته مي‎شود و غالباً جنبه تجربي دارد.

4ـ ساير توضيحات لازم:

1ـ4ـ دلايل ضرورت و توجيه انجام طرح

گسترش روشهای عددی برای بررسی مسایل مهندسی و رفع مشکلات موجود در مهندسی مکانیک ضروری می باشد.

2ـ 4ـ نتايج طرح پاسخگوي كداميك از نيازهاي علمي ـ صنعتي جامعه مي‎باشد؟

3ـ 4ـ چه مؤسساتي مي‎توانند از نتايج طرح استفاده نمايند؟ (در صورت نياز توضيح دهيد)

4ـ4ـ سابقه علمي طرح و پژوهشهاي انجام شده با ذكر مأخذ به ويژه در ايران؟

وجود ندارد

5ـ4ـ آيا پيشنهاد طرح پژوهشي حاضر ارتباطي با پايان نامه هاي تحصيلات تكميلي كارشناسي ارشد/دكتري كه با راهنمايي جنابعالي انجام پذيرفته / در حال انجام است دارد؟ بلی 🞏 خیر ◼

در صورت مثبت بودن پاسخ، ضمن ذكر عنوان پاياننامه هاي مربوطه لطفاً ميزان انطباق را مشخص فرمائيد.

5ـ زمان بندي

مدت زمان لازم براي اجراي طرح (به ماه): تاريخ شروع: 15/9/1397 تاريخ خاتمه:15/6/1398 مدت زمان: 9 ماه

جدول مراحل اجراي پروژه و پيش بيني زمان هر مرحله:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | شرح مختصر مراحل | جدول زماني به ماه | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ملاحظات\* | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | تحقیقات اولیه و برسی منابع | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | فرمولاسیون و استخراج معادلات حرکت | - | - | - | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | تحلیل ورق |  |  | - | - | - | - | - | - | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | جمع | - | - | - | - | - | - | - | - | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

توضيحات:

\* ـ براي شرايط خاص دلايل توجيهي بايد ذكر شود.

6ـ براي اين طرح از سازمانهاي ديگر نيز درخواست اعتبار شده است؟ 🞎بلي ◼ خير

در صورت مثبت بودن جواب لطفاً نام سازمان، نوع و ميزان همكاري را مرقوم فرمايند؟

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

7ـ هزينه پرسنلي پيش بيني شده با ذكر مشخصات كامل، ميزان اشتغال و حق‎الزحمه:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| نوع مسئوليت | ميزان ساعت كار | حق‎التحقيق\* و حق‎الزحمه به ساعت | جمع كل |
| مجري مسئول | 100 | 260000 ریال | 26000000 ریال |
| ساير مجريان | - | - | - |
| ساير مجريان | - | - | - |
| ساير همكاران | 100 | 40000 | 4000000 |
| ساير همكاران |  |  |  |
| ساير همكاران | - | - | - |
| جمع |  |  | 30000000 |

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

توضيحات:

\*ـ بر اساس حداكثر تا ميزان مقرر در آئين نامه مصوب هيأت وزيران مورد عمل در دانشگاه و مؤسسات آموزش عالي محاسبه وپرداخت خواهد شد.

8ـ فهرست وسائل و مواد مورد نياز طرح كه مي‎بايد از اعتبار طرح از داخل يا خارج كشور خريداري شود:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| نام دستگاه/ مواد | شركت دارنده و يا فروشنده | كشور سازنده | مصرفي يا غير مصرفي | آيا در ايران موجود است | تعداد/مقدار | قيمت ريال يا ارز | قيمت كل ريال يا ارز | در چه مرحله از طرح مورد نياز است؟ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| جمع هزينه‎هاي وسايل و مواد به ريال  جمع هزينه‎هاي وسايل و مواد به دلار | | | | | | | | |

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

توضيحات:

ـ در صورتيكه اين مواد و يا دستگاه در ايران موجود باشد دلايل انتخاب نوع خارجي را ذكر نماييد.

ـ در صورتي كه مواد و يا دستگاهها در دانشكده ها و يا مراكز تحقيقاتي دانشگاه جهت بهره‎گيري در دسترس باشد، دلايل خريد آنرا مشخص كنيد.

10ـ پيش بيني هزينه مسافرت داخل (در صورت لزوم)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| مقصد | تعداد مسافرت در مدت اجراي طرح و منظور آن | نوع وسيله نقليه | تعداد افراد | هزينه به ريال |
| - | - | -- | - | - |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| جمع هزينه‎هاي مسافرت | | |  | |

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

11ـ هزينه‎هاي ديگر مربوط به طرح

1ـ 11ـ هزينه‎هاي چاپ و تكثير - ريال

2 ـ11ـ هزينه‎هاي تهيه نشريات و كتب لازم - ريال

3 ـ11ـ ساير هزينه‎ها (لطفاً نام ببريد) پيش بيني نشده ريال

جمع هزينه‎هاي ديگر ريال

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

12ـ كل اعتبار طرح

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| جمع هزينه‎ها | ريال | ارز |
| جمع هزينه‎هاي پرسنلي | 30000000 |  |
| جمع هزينه‎هاي وسايل و مواد | 0 |  |
| جمع هزينه‎هاي مسافرت | 0 |  |
| جمع هزينه‎هاي ديگر | 0 |  |
| جمع هزينه‎هاي سالانه | 0 |  |
| جمع كل هزينه‎هاي طرح ريال | ارزي | دلار |
| ريالي  30000000 | ريال |

مبلغي كه از منابع ديگر كمك خواهد شد و نحوه مصرف آن:

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

نام و امضاء مجري مسئول طرح: امضاء تاريخ:

نام و امضاء همكار طرح: امضاء تاريخ:

نام و امضاء همكار طرح: امضاء تاريخ:

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ