بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای **صالح حمزه جواران** پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان کاربرد توابع متعامد مرتبه بالا برای بهبود دقت روش المان مرزی در حل مسائل الاستودینامیک** در تاریخ ۱۳۸۸/۱/۱۷ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر ناصر خاجی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر اسداله نورزاد	استادیار	
استاد ناظر	دکتر علی کمک پناه	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محسن کمالیان	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر علی کمک پناه	دانشیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده دررشته عمران – سازه است که در سال ۱۳۸۸ در دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر ناصر خاجی و مشاوره جناب آقای دکتر اسدا... نورزاد از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب صالح حمزه جواران دانشجوی رشته عمران - سازه مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:
صالح حمزه جواران
تاریخ و امضا:

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی

صالح حمزه جواران

امضاء

T.M.U.
دانشگاه تربیت مدرّس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران – سازه

کاربرد توابع متعامد مرتبه بالا برای بهبود دقت روش المان مرزی در حل مسائل الاستودینامیک

صالح حمزه‌جواران

استاد راهنما:

دکتر ناصر خاجی

استاد مشاور:

دکتر اسدا... نورزاد

بهار ۱۳۸۸

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

و

برادران صبورم

که مشوق و پشتیبان همیشگی من برای تحصیل بوده‌اند

تشکر و قدردانی

منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت.

شکر و سپاس خدایی را که قلم را آفرید. بدون شک، این پایان‌نامه حاصل راهنماییهای اساتید گرانقدری است که افتخار شاگردی آنان را داشته‌ام. خداوند بزرگ را بر این سعادت شاکرم و سپاس و قدردانی خود را به این سروران ابراز می‌دارم.

بر خود لازم می‌دانم از زحمات سه استاد گرانقدر، جناب آقای دکتر ناصر خاجی، جناب آقای دکتر حمید محرمی و جناب آقای دکتر اسدا... نورزاد که در طول انجام این پایان‌نامه زحمات زیادی کشیده‌اند، قدردانی کرده و از خداوند متعال برای آن سه عزیز سربلندی و سعادت آرزو کنم.

از داوران محترم جناب آقای دکتر محسن کمالیان و جناب آقای دکتر علی کمک‌پناه که متن اولیه را با دقت مطالعه کرده و پیشنهادهای خوبی ارائه نمودند، قدردانی می‌کنم.

بسیار خرسند می‌شوم که از دوستان و هم‌اتاقی‌های عزیزم بخصوص آقایان کاوه احمد زاده، سید عباس احمدی، یاسین بهروزی، مجتبی حسین‌پور، اسدا... حسینی، محمد حیاتی، خالد خادمی، پرویز رستم‌زاده، محمد علی رضایی، غلامرضا عاطفت دوست و هادی موقری تقدیر و تشکر به عمل آورم.

در پایان لازم است از زحمات بی‌شائبه پدر و مادر گرانقدرم و برادران عزیزم قدردانی و تشکر نمایم که در طول تحصیلاتم از تشویق‌های معنوی و مادی ایشان بهره‌مند شده‌ام.

چکیده

تحلیل یک سیستم مهندسی معمولاً نیازمند حل معادلات دیفرانسیل مربوطه، همراه با شرایط مرزی سیستم می‌باشد. این در حالی است که اغلب موارد با اندکی پیچیدگی در سیستم، حل معادلات دیفرانسیل به صورت تحلیلی بسیار مشکل یا حتی غیر ممکن است. بنابراین پژوهشگران به این فکر افتادند که با استفاده از روش‌های عددی، مشکل پدید آمده را رفع کنند. یکی از رایجترین روش‌های عددی، روش المان مرزی است که به عنوان یک روش قدرتمند و چندمنظوره در دهه‌های اخیر پیشرفت چشم‌گیری داشته است. اما استفاده از روش‌های عددی همواره با مقداری خطا همراست. در نتیجه دغدغه‌ی محققان همواره کاهش خطای این روش‌ها بوده است.

در این پایان‌نامه بر حل مسائل الاستودینامیک به کمک روش عددی المان مرزی/تقابل دوگانه تمرکز شده است و با به کاربستن دو راهکار پیشنهادی استفاده از سه تابع پایه‌ای شعاعی مناسبتر و المان‌های مرتبه‌ی بالا، سعی شده است که خطای حاصل از روش تقابل دوگانه کاهش یابد. برای کمینه کردن این خطا از روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. روش‌هایی همچون تغییر پارامترها و تبدیل لاپلاس در پیدا کردن حل خصوصی معادله دیفرانسیل شامل توابع پایه‌ای شعاعی به کار گرفته شده است. برای تعیین مکان گره‌های المان‌های طیفی از چندجمله‌ای‌های چبیشف و لژاندر استفاده شده است. چندین مثال عددی با استفاده از روش‌های پیشنهادی حل شده است. نتایج حاصل از آنها در مقایسه با نتایج موجود در پیشینه‌ی تحقیقات علمی، حاکی از آن است که روش‌های پیشنهادی، نتایج دقیق‌تر و پایدارتری را ارائه می‌دهند. لازم به ذکر است که نتایج حاصل از روش‌های پیشنهادی اغلب از درجه آزادی‌های کمتر و عدم استفاده از نقاط داخلی بدست آمده‌اند.

کلید واژه: روش المان مرزی، روش تقابل دوگانه، توابع پایه‌ای شعاعی، الگوریتم ژنتیک، المان‌های طیفی، چندجمله‌ای‌های چبیشف و لژاندر

فهرست مطالب

صفحه | **عنوان**

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

مقدمه

تحلیل یک سیستم مهندسی معمولاً نیازمند حل معادلات دیفرانسیل مربوطه، همراه با شرایط مرزی سیستم می‌باشد. این در حالی است که اغلب موارد با اندکی پیچیدگی در سیستم، حل معادلات دیفرانسیل به صورت تحلیلی بسیار مشکل یا حتی غیر ممکن است. بنابراین محققین به این فکر افتادند که با استفاده از روش‌های عددی، مشکل پدید آمده را رفع کنند. بطوریکه این روش‌ها در دهه‌های اخیر کاربرد فراوانی یافتند. از رایجترین روش‌های عددی می‌توان به روش اجزاء محدود (FEM[1])، روش تفاضل محدود (FDM[2]) و روش المان مرزی (BEM[3]) اشاره کرد. اما استفاده از روش‌های عددی همواره با مقداری خطا همراست. در نتیجه دغدغه‌ی محققان همواره کاهش خطای این روش‌ها بوده است.

یکی از روش‌هایی که در دهه‌های اخیر پیشرفت چشم‌گیری داشته روش المان مرزی است بطوریکه برای آشنایی بیشتر با این روش، مزایا و معایب آن در مقایسه با روش عددی معروف دیگر یعنی روش المان محدود در ادامه آورده شده است.

مزیت‌های BEM نسبت به FEM:

اکثر امتیازات روش المان مرزی مربوط به اساس ریاضی نسبتاً پیچیده‌ی آن است که این اساس ریاضی، دقت و انعطاف‌پذیری بسیار بالای این روش را به همراه دارد. در زیر برخی از این مزیت‌ها آورده شده است:

۱.

FEM: مش‌بندی برای کل حوزه احتیاج می‌باشد.

BEM: مش‌بندی فقط روی مرز احتیاج می‌باشد.

بنابراین BEM یک بعد از مش‌بندی مسئله کم می‌کند و این مزیت باعث می‌شود که برای یک دقت معین، BEM حافظه‌ی کمتری از کامپیوتر نسبت به FEM اشغال کند.

۲.

FEM: در کل حوزه تقریب و خطا وجود دارد.

BEM: فقط روی مرز تقریب و خطا وجود دارد در حالی که درون حوزه جواب‌ها دقیق هستند به همین علت است که BEM را جزء روش‌های نیمه تحلیلی می‌آورند. این مزیت BEM باعث شده است در مدل-سازی مسائلی که در آنها تغییرات زیاد تنش وجود دارد استفاده از BEM بسیار مناسب‌تر باشد. بنابراین کاربرد روش المان مرزی در مسائل تمرکز تنش و مکانیک شکست از اهمیت بالایی برخوردار است.

---

[1] Finite Element Method
[2] Finite Difference Method
[3] Boundary Element Method