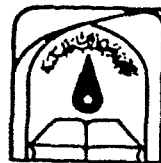


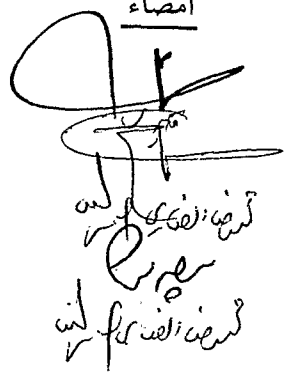
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه ترینت مدرس

تاییدیه هیات داوران

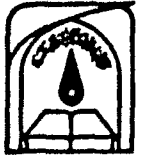
آقای حسین خوشکام پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان شبیه سازی عددی جریان مکش - تراکم دو بعدی به روش گردابه های تصادفی در تاریخ ۷۸/۴/۶ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک با گرایش تبدیل انرژی پیشنهاد می کنند. ۳۰۲۹

امضاء	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
 گروه تخصصی انرژی سرپرست گروه تخصصی انرژی	آقای دکتر حیدری نژاد	۱- استاد راهنما:
	آقای دکتر قدیری	۲- استاد مشاور:
	آقای دکتر انصاری	۳- استادان ممتحن:
	آقای دکتر راد	۴- مدیر گروه:
	آقای دکتر انصاری	(یا نماینده گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تایید است.

امضای استاد راهنما:





بسمه تعالی

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

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

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری نگارنده در رشته _____ است
که در سال _____ در دانشکده _____ دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.»

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

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت 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 شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

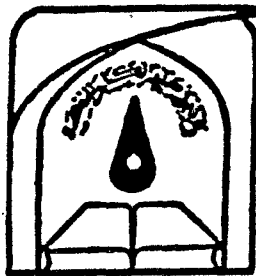
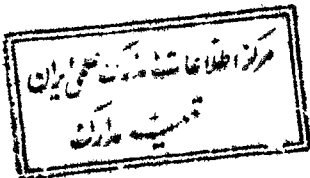
ماده ۶ اینجانب _____ دانشجوی رشته _____ مقطع _____ تعهد فوق _____ و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

۱۳۷۸ / ۸ / ۱

۱۳۷۸ / ۸ / ۲



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد
مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

شبیه‌سازی عددی جریان در محفظه مکش - تراکم دو بعدی با
استفاده از روش گردابه‌های تصادفی

حسین خوشکام

۱۴۲۸۰

استاد راهنما:

دکتر قاسم حیدری نژاد

استاد مشاور:

دکتر بهزاد قدیری

بهار ۱۳۷۸

تقديم به همسر م

تشکر و قدردانی

حمد بی پایان و سپاس بیکران خدای را که بر من منت گذاشت تا این تحقیق را به پایان برسانم. انجام این پایان نامه را مرهون راهنمایی و همکاری استادان محترم آقای دکتر حیدری نژاد و آقای دکتر قدیری می باشم. همچنین از دوست عزیز آقای مهندس دلفانی نیز تشکر می کنم.

چکیده:

شبيه‌سازی عددی جریان دو بعدی در یک محفظه مکش - تراکم صفحه‌ای با استفاده از روش گردابه تصادفی ارائه شده است. فرایند مکش ایده‌آل فشار ثابت در نظر گرفته شده است، که در قسمت ورودی و رتکس با قدرت محاسبه شده با استفاده از توزیع سرعت $1/7$ وارد جریان می‌شوند و قسمت تراکم با فرض جریان تراکم‌ناپذیر لزج نزدیک مرز و جریان تراکم‌پذیر غیرلزج در داخل میدان حل شده است.

روش گردابه تصادفی روش حل مستقیم جریان در دستگاه لاگرانژین هست و نیاز به مدل کمکی و شبکه‌بندی ندارد. اما در اینجا برای ارضا شرط سرعت عمودی صفر روی جدار بجای استفاده از قرینه‌گذاری از حل معادله پتانسیل در یک میدان شبکه‌بندی شده با روش تفاضل محدود استفاده شده است. نتایج بدست آمده قابل مقایسه با نتایج ارائه شده توسط سایر محققان می‌باشد.

کلمات کلیدی

۱- مکش - تراکم

۲- گردابه

۳- روش گردابه تصادفی

«فهرست مطالب»

صفحه	عنوان
۱	۱- تاریخچه
۴	۲- مقدمه
۶	۳- تئوری روش گردابه تصادفی
۶	۳-۱- چرخش سیال و گردابه
۶	۳-۱-۱- روابط اصلی گردابه‌ها
۸	۳-۱-۲- توزیع سرعت در گردابه Rankine
۹	۳-۱-۳- توزیع سرعت در گردابه Rosenhead
۱۰	۳-۱-۴- توزیع سرعت در گردابه Burgers & Odgaard
۱۰	۳-۱-۵- توزیع سرعت در گردابه گاوس
۱۰	۳-۱-۶- ورقه گردابه
۱۲	۳-۲- روش گردابه تصادفی
۱۳	۳-۲-۱- حل قسمت جابجایی با استفاده از توابع گرین
۱۶	۳-۲-۲- نفوذ
۱۸	۳-۲-۳- روش گردابه تصادفی برای جریان تراکم پذیر
۲۱	۴- الگوریتم و فرمولبندی به کاررفته
۲۱	۴-۱- الگوریتم
۲۲	۴-۲- مدل کردن قسمت ورودی جریان در هنگام مکش
۲۳	۴-۳- حل معادله پتانسیل

۲۶	۴-۳-۱- تعیین ψ در مرزهای میدان حل
۲۷	۴-۳-۲- حل معادله لاپلاس و تعیین سرعت پتانسیلی در شبکه
۲۸	۴-۳-۳- حل معادله پتانسیل برای قسمت تراکم
۳۰	۴-۴- ارضاء شرط عدم لغزش بوسیله تولید ورقه گردابه در سطح
۳۲	۴-۵- محاسبه سرعت گردابه‌ها در میدان حل
۳۲	۴-۵-۱- محاسبه سرعت پتانسیلی گردابه‌ها
۳۳	۴-۵-۲- محاسبه سرعت القایی ناشی از گردابه‌ها
۳۷	۴-۶- حل معادله جابجایی با استفاده از روش اویلر
۳۸	۴-۷- حل دیفیوژن
۳۹	۴-۸- عوامل موثر در دقت حل روش گردابه تصادفی
۴۳	۵- نتایج
۴۸	۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۴۹	۷- منابع و مراجع

«فهرست علائم»

A	مساحت سلول شبکه
d	پهنای مقطع مکش
D	پهنای پیستون
D/Dt	مشتق مادی
f_{δ}	تابع هسته ورتکس حیابی
G	تابع گرین
h	طول ورقه گردابه
h_{min}	طول کوتاهترین ورقه گردابه
H	تابع هوی ساید
i,j,k	شماره شناسه یک گردابه
K	قدرت گردابه بصورت تئوری
K_{δ}	تابع هسته
L_c	طول فضای مرده (فاصله بین سرسیلندر تا پیستون در لحظه صفر)
N	دورموتور
N_s	بیشترین تعداد ورتکس تولید شده در سطح
N_w	تعداد تقسیمات جداره در جهت طولی
P	فشار
P_i	تابع چگالی احتمال

r_i	.....	موقعیت مکانی
r_c	.....	شعاع هسته
R	.....	شعاع لنگ
\bar{u}	.....	بردار سرعت
u	.....	سرعت در جهت x
u_p	.....	سرعت پتانسیلی در جهت x
u_r	.....	سرعت شعاعی
u_θ	.....	سرعت مماسی
Δt	.....	گام زمانی
U_{inj}	.....	سرعت در مقطع ورودی
U_m	.....	ماکزیمم سرعت لغزشی
U_v	.....	سرعت ناشی از میدان ورتی سیتی
v	.....	سرعت در جهت y
v_p	.....	سرعت پتانسیلی در جهت y
V_i	.....	عدد رندم بین ۱ و ۱-
V_{piston}	.....	سرعت پیستون
Δx	.....	ابعاد شبکه در جهت x
\bar{X}	.....	موقعیت y, x
Δy	.....	ابعاد شبکه در جهت y
γ	.....	قدرت گردابه صفحه‌ای

Δs	فاصله لازم برای تبدیل ورقه گردابه به حباب
ϕ	تابع پتانسیل
Γ	سیرکولاسیون، قدرت گردابه حبابی
Γ_{\max}	ماکزیمم قدرت گردابه
Γ_{\min}	می نیمم قدرت گردابه
η	عدد تصادفی گوسی
η_x	عدد تصادفی گوسی در جهت x
η_y	عدد تصادفی گوسی در جهت y
μ	لزجت
σ	واریانس
ν	لزجت سینماتیک
θ	زاویه لنگ
ρ	چگالی
ω	ورتی سیتی
ψ	تابع جریان

«فهرست اشکال و نمودارها»

شکل ۱-۲- ارتباط بین انتگرال خطی و سطحی

شکل ۲-۲- میدان جریان اطراف یک هسته مدور صلب که با سرعت ω می‌چرخد

شکل ۳-۲- سرعت القایی در یک نقطه مطابق قانون بیوساوارت

شکل ۳-۴- طرح ورقه گردابه و سرعت القایی آنها

شکل ۱-۴- قسمت مکش

شکل ۲-۴- میدان حل شبکه‌بندی شده برای حل معادله پتانسیل

شکل ۳-۴- طرح وزنی برای محاسبه سرعت پتانسیلی گردابه‌ها

شکل ۴-۴- موقعیت ورقه گردابه‌ها و محاسبه سرعت القایی آنها

شکل ۱-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (الف) در زوایای

لنگ ۴۵ و ۹۰ درجه

شکل ۲-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (الف) در زوایای

لنگ ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۳-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (الف) در زوایای لنگ

۴۵ تا ۱۸۰ درجه

شکل ۴-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ب) در زوایای لنگ

۴۵ و ۱۳۵ درجه

شکل ۵-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ب) در زاویه لنگ

۹۰ درجه

شکل ۶-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ب) در زاویه لنگ ۱۸۰ درجه

شکل ۷-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (ب) در زوایای لنگ ۴۵ و ۱۳۵ درجه

شکل ۸-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (ب) در زاویه لنگ ۹۰ درجه

شکل ۹-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (ب) در زاویه لنگ ۱۸۰ درجه

شکل ۱۰-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۱۱-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۲۲۵، ۲۷۰، ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۱۲-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای بصورت بزرگ شده برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۱۳-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۱۴-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۲۲۵، ۲۷۰، ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۱۵-۵- طرح خطوط جریان برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۱۶-۵- طرح خطوط جریان برای حالت (ج) در زوایای لنگ ۲۲۵، ۲۷۰، ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۱۷-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (د) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۱۸-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (د) در زوایای لنگ ۲۲۵، ۲۷۰، ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۱۹-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای بصورت بزرگ شده برای حالت (د) در زوایای لنگ ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۲۰-۵- بردار سرعت در میدان حل شبکه‌بندی شده برای حالت (د) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۲۱-۵- بردار سرعت در میدان حل شبکه‌بندی شده برای حالت (د) در زوایای لنگ ۲۲۵، ۲۷۰، ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۲۲-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ه) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه

شکل ۲۳-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای برای حالت (ه) در زوایای لنگ ۲۲۵، ۲۷۰، ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۲۴-۵- موقعیت و بردار سرعت اجزاء گردابه‌ای بصورت بزرگ شده برای حالت (ه) در زوایای لنگ ۳۱۵ و ۳۶۰ درجه

شکل ۲۵-۵- بردار سرعت در میدان شبکه‌بندی شده برای حالت (ه) در زوایای لنگ ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ درجه