دانشکده مهندسی
گروه آموزشی مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی

عنوان:

تحلیل هیدرودینامیکی حرکت شناور کاتاماران به روش جریان پتانسیل غیرخطی

استاد راهنما:

دکتر محسن گودرزی

نگارش:

لیلا شامخی

29 شهریور 1391

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد.

در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

مقالات خارجی

……..……, **Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.**

مقالات داخلی

.....، گروه .....، دانشکده .....، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

تحلیل هیدرودینامیکی شناور کاتاماران به روش جریان پتانسیل غیرخطی

نام نویسنده: لیلا شامخی

نام استاد راهنما: دکتر محسن گودرزی

نام استاد/اساتید مشاور: -

دانشکده: مهندسی	**گروه آموزشی: مهندسی مکانیک**	
رشته تحصیلی: مهندسی مکانیک	**گرایش تحصیلی: تبدیل انرژی**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب: 89/08/03	**تاریخ دفاع: 91/06/29**	**تعداد صفحات: 137**

چکیده:

در این پژوهش تحلیل هیدرودینامیکی شناور دوبدنه‌ای کاتاماران، یکی از انواع شناورهای تندرو، به عنوان یکی از مهمترین سیستم‌های دریایی مورد بررسی قرار گرفته‌است. از یک روش المان مرزی بر اساس تئوری جریان پتانسیل غیرخطی برای حل میدان جریان با سطح آزاد در اطراف بدنه شناور کاتاماران که با سرعت ثابت در آب‌های ساکن در حال حرکت می‌باشد، استفاده می‌شود. بعد از بدست آوردن مقادیر پتانسیل از حل ماتریس‌های خطی و غیرخطی با اعمال شرایط مرزی مطرح شده، مقادیر پروفیل موج، مقاومت موج‌سازی و کانتورهای ارتفاع آب برای دو حل خطی و غیرخطی بدست آمده و اثرات سرعت و فاصله‌ی بین دو بدنه کاتاماران روی تداخل امواج و مشخصه‌های هیدرودینامیکی آنالیز شده است. برای اعتبارسنجی کد کامپیوتری، مقاومت موج‌سازی با نتایج عددی دیگران مقایسه شده است. در مرحله بعد به پیش‌بینی رفتار شناور کاتاماران و عملکرد سیالاتی آن با استفاده از هوش مصنوعی پرداخته شده‌است. نتایج عددی این پایان نامه می‌تواند به طور مستقیم در طراحی شکل بدنه شناور کاتاماران به منظور کاهش مقاومت شناور و افزایش کارآیی آن استفاده شود، بعلاوه از برنامه کامپیوتری شبکه عصبی که بوسیله الگوریتم ژنتیک آموزش داده شده می‌توان جهت پیش‌بینی عملکرد هیدرودینامیکی شناور در سایر مقادیر سرعت و فاصله نیم-بدنه‌های شناور استفاده کرد. نتایج عددی نشان می‌دهد حل خطی و غیرخطی ضریب مقاومت موج‌سازی و پروفیل موج، روندی مشابه اما با مقادیر متفاوت دارند و نتایج حل غیرخطی از دقت بالاتری برخوردار هستند. نکته قابل توجه در مقایسه پروفیل‌های موج در سطح داخلی و خارجی بدنه، در حالت حل خطی و غیرخطی، این است که با افزایش عدد فرود و سرعت جریان، اندازه‌ی قله‌های پروفیل موج کاهش و فاصله‌ی بین اولین قله و فرورفتگی افزایش می‌یابد. پروفیل موج در سطح داخلی بدنه شناور کاتاماران، بزرگ‌تر از سطح بیرونی بدنه می‌باشد. این تفاوت به طور کلی ناشی از اثرات تداخل امواج در بین دو نیم‌بدنه شناور کاتاماران می‌باشد. حداکثر ضریب مقاومت موج سازی با افزایش فاصله بین دو بدنه کاهش یافته و در سرعت‌های جریان کمتر به وقوع می‌پیوندد.

واژه‌های کلیدی: کاتاماران، تحلیل هیدرودینامیکی، جریان پتانسیل غیرخطی.

تشکر و قدردانی

منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت. هر نفسی که فرو میرود، ممّد حیات است و چون برمی‌آید مفرح ذات. پس در هر نفسی، دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکری واجب.

حمد و سپاس بی پایان پروردگار را که با الطاف همیشگی، همواره مرا در پناه باعظمت کبریایی‌اش جای داده است و هرچه دارم و خواهم داشت از اوست.

شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر محسن گودرزی که همواره، همراه و حامی بنده بودند تشکر و قدردانی کنم. سپاس بیکران از مساعدت های بی دریغشان.

با تشکر و سپاس فراوان از تمامی اساتید معظم دانشگاه بوعلی سینا که در طی دوره های کارشناسی و کارشناسی ارشد از محضر پر فیض و پرمغزشان ، بهره‌های فراوان برده‌ام.

سپاس بی‌دریغ خدمت دوستان خوبم آقایان حامد دهقانی، فواد نظری و امیربصیری پارسا که مرا صمیمانه و مشفقانه یاری داده‌اند و در فعالیتهای پژوهشی مختلف در دوران تحصیل همراهم بوده‌اند.

تقدیم به **مادرم** که پاره تن من است

او که پل تمامی موفقیت‌های من است

او که همیشه خداگونه است

تقدیم به **پدرم** که الگوی من است

اولین آموزگار من است

و من هنوز و همیشه شاگرد اویم

با تقدیر و درود فراوان خدمت شما پدر و مادر بسیار عزیزم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت شما بوده‌ام و همواره چراغ وجودتان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است.

با تشکر از محبت‌ها و حمایت‌های زیبای برادر بی‌نظیرم.

تقدیم به همدلی که مرا در راه رسیدن به اهداف عالی یاری می‌رساند

تقدیم به **همسرم،** عزیز و مهربانم که صبورانه در کنار من و حامی من است

به پاس قدردانی با قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده‌است.

فهرست مطالب

فصل اول - انواع شناورهای دریایی و ویژگی‌های آنها.....2

1-1- مقدمه.....3

1-2- تاریخچه مسائل دریا و کشتی.....4

1-3- تقسیم بندی شناورها بر اساس شکل بدنه.....9

1-3-1- شناورهای تک بدنه‌ای.....10

1-3-2- شناورهای چند بدنه‌ای.....10

1-4- عملکرد شناورها و عوامل موثر بر آن.....17

1-4-1- نیروهای مقاوم وارد بر شناور و درگ ویسکوز.....18

1-4-2- اهمیت فرم بدنه و طراحی سیالاتی.....19

1-5- چگونگی طراحی هندسه‌ی بدنه کاتاماران.....22

1-6- ویژگی‌های کاتاماران.....23

1-7- تقسیم‌بندی کاتاماران‌ها از نظر شکل هندسی.....24

1-8- انواع دماغه و پاشنه‌ی شناور و رابطه‌ی آن با نوع سامانه‌ی رانش.....26

1-9- فرم‌های بدنه کاتاماران و مشخصه‌های آنها.....27

1-9-1- مقایسه بدنه گرد و تیز در کاتاماران‌ها.....29

1-10- خصوصیات شناور کاتاماران مورد بررسی در پروژه.....29

1-11- برخی از کارهای مرتبط انجام شده 30

فصل دوم- تئوری حاکم بر مسئله..... 34

2-1- مقدمه 35

2-2- اصول روش‌های المان مرزی 36

2-2-1- معرفی روش المان مرزی 36

2-2-2- نقاط ضعف و قوت روش المان مرزی 38

2-2-3- تاریخچه روش المان مرزی 42

2-2-4- کاربرد روش المان مرزی در تئوری پتانسیل 43

2-3- روش پنل بندی 43

2-4- تئوری پتانسیل 45

2-4-1- تاریخچه روش جریان پتانسیل 47

فصل سوم- تعریف مسئله و روابط حاکم بر مسئله..... 49

3-1- مقدمه 51

3-2- تعریف مسئله 52

3-3- فرمول هندسه‌ی بدنه 53

3-4- مدل ریاضی مسئله 54

3-5- تئوری پتانسیل بر اساس روش المان مرزی 56

3-6- معادله حاکم بر مسئله با استفاده از تئوری گرین 68
3-7- شرایط مرزی حاکم بر مسئله 74
3-7-1- شرایط مرزی روی بدنه..... 74
3-7-2- شرط مرزی در سطح آزاد..... 74
3-7-3- شرط کوتا..... 75
3-7-4- شرط تابش 78
3-8- پرفیل موج و پایداری 78

فصل چهارم- چگونگی حل عددی مسئله..... 82

4-1- مقدمه..... 83
4-2- پنل بندی مرزهای میدان جریان 84
4-3- بیان روش عددی 86
4-4- بدست آوردن ضرائب نفوذ..... 86
4-5- اعمال شرط فشار کوتا 89
4-6- الگوریتم حل عددی 92

فصل پنجم- پش‌بینی رفتار شناور کاتاماران با استفاده از شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک... 97

5-1- مقدمه..... 99
5-2- شبکه عصبی مصنوعی 100

5-2-1- ساختار شبکه عصبی مصنوعی 101
5-2-2- پرسپترون 102
5-2-3- روش آموزش پس انتشار خطا 103
5-3- الگوریتم بهینه سازی ژنتیک 104
5-4- شناسایی مقاومت موج‌سازی شناور کاتاماران در اعداد فرود و نسبت جدایش مختلف . 106

فصل ششم - نتایج عددی..... 109

6-1- مقدمه 111
6-2- اعتبارسنجی نتایج حل عددی 112
6-3- پروفیل موج 113
6-4- مقاومت موج سازی 120
6-5- کانتورهای ارتفاع آب در سطح آزاد از نمای بالا 124
6-6- پیش‌بینی رفتار و عملکرد سیالاتی شناور کاتاماران 128
6-7- نتیجه گیری 129
6-8- پیشنهادها 131

مراجع 133

فهرست جدول‌ها

جدول(6-1): نتایج شبکه عصبی پرسپترون آموزش دیده بوسیله الگوریتم ژنتیک.....128

فهرست شکل‌ها

شکل(1-1): مدل‌هایی از شناور کاتاماران [33]. 11

شکل(1-2): مدل‌هایی از شناور تریماران [26]. 12

شکل (1-3): مدل‌هایی از شناور اسواس [26]. 13

شکل (1-4): مدل‌هایی از شناور اسلایس [26]. 14

شکل (1-5): مدل‌هایی از شناور کاتاماران هیدروفویلی [26]. 15

شکل (1-6): شناور اثر سطحی [26]. 16

شکل (1-7): مدل‌هایی از شناور اکرانوپلن [26]. 17

شکل (1-8): سطح مقطع بدنه شناور جابجایی [29].....20

شکل (1-9): شناور لوماک [29]. 21

شکل (1-10): نمونه ای از یک بدنه هموار [29]. 21

شکل (1-11): نیم بدنه‌های متقارن [32]. 25

شکل (1-12): نیم بدنه یک طرف نامتقارن [32]. 25

شکل (1-13): نیم بدنه دو طرف نامتقارن [32]. 25

شکل (1-14): سه نوع مختلف از آرایش نیمبدنه‌های شناور کاتاماران [31].....26

شکل (1-15): نمایش صفحات بدنه شناور [32]. 28

شکل (1-16): بدنه گرد شده [32]. 28

شکل (1-17): بدنه تیز [32]، 28
شکل (1-18): نمایش فرم استاندارد بدنه [32]، 29
شکل (2-1): نمایش نقاط معرف پنل‌ها در روش المان مرزی، 43
شکل (2-2): نمونه ای از تقریب بدنه با روش پنل گردشی، 45
شکل (2-3): مرزهای آنالیز میدان جریان..... 46
شکل (3-1): نماهای مختلف بدنه کاتاماران [58]، 54
شکل (3-2): شکل تک بدنه استاندارد..... 54
شکل (3-3): تعریف مختصات مسئله..... 55
شکل (3-4): تعریف میدان حجم و سطح 58
شکل (3-5): مختصات کروی، 59
شکل (3-6): محدوده استفاده شده جهت تخمین ضرائب حل اساسی [59]..... 63
شکل (3-7): نمایش شماتیک محدوده هنگامیکه نقطه منفرد روی مرز باشد [59]..... 66
شکل (3-8): زاویه انتگرالی α [59]..... 67
شکل (3-9): ناحیه هم بند و صفحه برش منطبق بر سطح آزاد..... 69
شکل (3-10): بدنه شناور کاتاماران در میدان مرزی، 71
شکل (3-11): دنباله جریان در هنگام ترک لبه فرار..... 76
شکل (4-1): چگونگی پنل‌بندی در سطح آزاد..... 84
شکل (4-2): نقاط مورد نیاز در سطح بدنه و دنباله کاتاماران، 85
شکل (4-3): نقاط مورد نیاز در سطح بدنه، سطح آزاد و دنباله کاتاماران..... 85
شکل (4-4): مختصات محاسباتی، 87
شکل (4-5): الگوریتم حل عددی، 96

شکل (5-1): نواحی اصلی یک سلول عصبی بیولوژیک [61]. 100
شکل (5-2): شماتیک دیاگرام شبکه عصبی پرسپترون چند لایه. 103
شکل (6-1): مقایسه مقاومت موج‌سازی با نتایج شاهجادا بر حسب عدد فرود برای حل غیر خطی در حالت جدایش 2/. 112
شکل (6-2): مقایسه مقاومت موج‌سازی با نتایج شاهجادا بر حسب عدد فرود برای حل غیر خطی در حالت جدایش 4/. 113
شکل (6-3): مقایسه پروفیل موج در سطح داخلی و خارجی بدنه کاتاماران برای حل غیر خطی در حالت جدایش 2/. و عدد فرود 267/. 114
شکل (6-4): مقایسه پروفیل موج در سطح داخلی و خارجی بدنه کاتاماران برای حل غیر خطی در حالت جدایش 2/. و عدد فرود 316/. 115
شکل (6-5): مقایسه پروفیل موج در سطح داخلی و خارجی بدنه کاتاماران برای حل غیر خطی در حالت جدایش 2/. و عدد فرود 350/. 115
شکل (6-6): مقایسه پروفیل موج در سطح داخلی و خارجی بدنه کاتاماران برای حل غیر خطی در حالت جدایش 2/. و عدد فرود 400/. 116
شکل (6-7): پروفیل موج در سطح داخلی بدنه کاتاماران در اعداد فرود متفاوت (غیر خطی)..... 117
شکل (6-8): پروفیل موج در سطح خارجی بدنه کاتاماران در اعداد فرود متفاوت (غیر خطی)..... 118
شکل (6-9): پروفیل موج در سطح داخلی بدنه کاتاماران در حالت خطی و غیر خطی در عدد فرود 350/. 119
شکل (6-10): پروفیل موج در سطح خارجی بدنه کاتاماران در حالت خطی و غیر خطی در عدد فرود 350/. 119
شکل (6-11): مقاومت موج سازی برای حل غیر خطی در نسبتهای جدایش متفاوت 121

شکل (6-12): مقایسه مقاومت موج سازی حالت غیر خطی با حالت خطی برای نسبت جدایش 2/۰ 123

شکل (6-13): مقایسه مقاومت موج سازی حالت غیر خطی با حالت خطی برای نسبت جدایش 4/۰ 123

شکل (6-14): کانتورهای ارتفاع آب برای حالت خطی و غیر خطی در عدد فرود 5/۰.....125

شکل (6-15): کانتورهای ارتفاع آب برای حالت خطی و غیر خطی در عدد فرود 6/۰.....125

شکل (6-16): کانتورهای ارتفاع آب برای حالت خطی و غیر خطی در عدد فرود 7/۰.....126

شکل (6-17): کانتور ارتفاع آب در سطح آزاد برای حالت غیر خطی در دو عدد فرود 5/۰ و 6/۰ 127

شکل (6-18): کانتور ارتفاع آب در سطح آزاد برای حالت غیر خطی در دو عدد فرود 5/۰ و 7/۰ 127

فهرست علائم انگلیسی

a_1	بردار نرمال روی پنل‌ها
a_2	بردار نرمال روی پنل‌ها و عمود بر a_1
B	عرض شناور
C_W	ضریب موج‌سازی
C_P^+	ضریب فشار در بالای پنل
C_P^-	ضریب فشار در زیر پنل
d_j	خروجی هدف شبکه عصبی
e_j	تابع خطای شبکه عصبی
F_n	عدد فرود
G	تابع گرین
g	شتاب گرانش زمین
$I_{HD}, I_{HS}, I_{FS}, I_{WD}$	ضرایب تاثیر (نفوذ)
$I_{HDx}, I_{HSx}, I_{FSx}, I_{WDx}$	مشتق اول ضرایب تاثیر (نفوذ) در راستای محور x
$I_{HDxx}, I_{HSxx}, I_{FSxx}, I_{WDxx}$	مشتق دوم ضرایب تاثیر (نفوذ) در راستای محور x
J	ماتریس ژاکوبین
K_0	عدد موج
L	طول شناور
L	تعداد کل نورونها در لایه خروجی شبکه عصبی

M	تعداد کل نورونها در لایه ورودی شبکه عصبی
N	تعداد کل نورونها در لایه میانی شبکه عصبی
N_H	شمارنده المان‌ها روی بدنه
N_F	شمارنده المان‌ها روی سطح آزاد
N_W	شمارنده المان‌ها روی سطح دنباله
n_x	بردار نرمال در راستای محور x
n_y	بردار نرمال در راستای محور y
n_z	بردار نرمال در راستای محور z
n	بردار نرمال روی پنل‌ها
o_j	خروجی شبکه عصبی
$P(x,y,z)$	نقاط میدان
P^+	مقدار فشار در بالای پنل
P^-	مقدار فشار در زیر پنل
$q(\zeta,\eta,\varsigma)$	نقاط تکین
q_i	بردارهای نقاط چهار گوشه پنل‌ها
q_0, q_a, q_b, q_c	بردارهای موقعیت پنل‌ها
R	فاصله‌ی بین نقاط میدان و نقاط تکین
S	فاصله بین دو نیم بدنه شناور کاتاماران
S_H	سطح بدنه
S_F	سطح آزاد

S_W	سطح دنباله
S_∞	سطح کنترل
S/L	نسبت فاصله بین دو بدنه به طول شناور (نسبت جدایش)
T	ارتفاع شناور
U	سرعت شناور
u_j	ورودی شبکه عصبی
V	ناحیه کل میدان شامل، سطح بدنه، آزاد، دنباله و کنترل
w	وزن شبکه عصبی
x	مختصات در راستای محور x
y	مختصات در راستای محور y
z	مختصات در راستای محور z

فهرست علائم یونانی

ΔC_p	اختلاف ضریب فشار در بالا و پایین پنل
ΔP	اختلاف فشار در بالا و پایین پنل
$\Delta\varphi$	اختلاف پتانسیل سرعت ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها
δ	تابع دلتای دیراگ
γ	اختلاف پتانسیل کل در بالا و پایین پنل‌ها
ε	پارامتر اختلالی

ζ	ارتفاع موج
ζ_x	مشتق ارتفاع موج در راستای محور x
ζ_y	مشتق ارتفاع موج در راستای محور y
ζ_z	مشتق ارتفاع موج در راستای محور z
σ	سرعت نرمال در پنل‌های سطح آزاد
ϕ	پتانسیل سرعت کل
ϕ_1	پتانسیل سرعت کل مرتبه اول (خطی)
ϕ_x	مشتق پتانسیل سرعت کل در راستای محور x
ϕ_y	مشتق پتانسیل سرعت کل در راستای محور y
ϕ_z	مشتق پتانسیل سرعت کل در راستای محور z
φ	پتانسیل سرعت ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها
φ	تابع فعال‌ساز شبکه عصبی
φ_1	پتانسیل سرعت مرتبه اول ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها
φ^+	پتانسیل سرعت ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها در بالای پنل
φ^-	پتانسیل سرعت ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها در پایین پنل
φ_{1xx}	مشتق دوم پتانسیل سرعت مرتبه اول ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها
φ_{1z}	مشتق اول پتانسیل سرعت ناشی از آشفتگی جریان به دلیل وجود نیم بدنه‌ها در راستای محور z
η	نرخ آموزش شبکه عصبی

فصل اول

انواع شناورهای دریایی

و ویژگی‌ها آن‌ها