

تحلیل هیدرودینامیکی شناور هیدروفویلی

حسن قاسمی^۱ ، ولی الله علیزاده^۲

۱ استاد یار و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی کشتی سازی و صنایع دریائی - دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۲ محقق ارشد - مرکز طراحی و پژوهشهای دریائی - سآصد

Emails: gasemi@aut.ac.ir , V_alizadehsa@yahoo.com

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی و تحلیل شناور هیدرودینامیکی است. چون یکی از عوامل مهم در طراحی اجسام متحرک و مطالعه رفتار دینامیکی آنها، بررسی مسأله پایداری می باشد. برای انجام این بررسی ها ابتداء لازم است وضعیت تعادل جسم مورد مطالعه قرار گیرد که برای این منظور از روش حجم محدود جهت گسسته سازی معادلات حاکم بر جریان و مدل ($k-\epsilon$) جهت اغتشاش جریان استفاده گردیده است. سپس با حصول اطمینان از صحت نتایج و کارآیی روش، جریان سیال غیر قابل تراکم در کف شناور با تیغه های مورب را بررسی کرده، و در نهایت توزیع فشار، تغییرات ضرایب براء و پساء در اثر تغییرزاویه Flap مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: نرم افزار فلوئنت - نیروهای هیدرودینامیکی - سیستم متعادل کننده

۱. مقدمه

در سال ۱۹۹۲، MDI یک سیستم کنترل حرکات برای شناورهای تک بدنه ارائه داد. این سیستم شامل Stabilizer هایی برای قسمت فرمان (steering)، تریم و لیست و میرا کننده های حرکات غلطش طولی، عرضی و گردش (yaw) می باشد. این سیستم کنترل بسیار عالی از حرکات شناور در آب آرام و متلاطم فراهم

می‌سازد. اولین سیستم بر روی شناور Wave Master International 40 m Monohull Super Flyte نصب شد. در ۱ تا ۲ متر فاصله از دماغه، سیستم کاهش قابل ملاحظه ۶۰ درصد حرکت غلطش عرضی و ۴۰ درصد حرکت غلتش طولی دارد. فرمان‌های ارسال شده به سکان و فلپ‌های عقب شناور در پاسخ به حرکات شناور از این سیستم کنترل کامل صادر می‌شود.

بسیاری از انواع بدنه‌های پلانینگ دارای پله^{۷۳} می‌باشند که سطح تماس بدنه قایق با آب را کمتر می‌کند. وجود پله در کف قایق باعث می‌شود که جریانی از هوا به میان کف بدنه قایق و آب راه یابد. از آنجا که بالشتک هوا دارای مقاومت نسبتاً کمتری از سطح آب است، افزایش سرعت قایق بدون اینکه نیاز به قدرت اسب بخار بیشتری وجود داشته باشد، امکان پذیر است. و با این ایده استفاده از تیغه‌ها در کف شناور مطرح گردید.

تیغه‌ها یک واژه جدید در تکنولوژی مربوط به عملکرد قایق است و روش جدیدی را در کنترل کشتی‌ها ارائه می‌دهد. آنها جایگزین فلپ‌ها می‌شوند که این فلپ‌ها گاهی اوقات با نام تیغه‌های تریم (*TrimTab*) هم شناخته می‌شوند. که در شکل زیر نمونه‌ای از این تیغه تریم آورده شده است. اما بازده تیغه‌های در کنترل تریم جلو و عقب قایق بیشتر است و آنچه که به عنوان مهمترین خصیصه آنهاست عملکرد سریع است. آنها اولین بار در بعضی کشتی‌های مسافری تک‌عرشه‌ای سریع اخیر به کار گرفته شده‌اند چرا که فلپ‌ها برای آنها خیلی بزرگ بودند و وزن زیادی را به مجموعه اضافه می‌کردند. اکنون نصب تیغه‌ها بر روی این کشتی‌های مسافری پذیرفته شده است و در حال حاضر این تیغه‌ها بر روی قایق‌های کوچکتر در حال امتحان شدن است که نتایج خوبی را به همراه داشته است.

⁷³ Step

۲. معادلات حاکم

برای تمام جریانها، نرم افزار FLUENT معادلات بقای جرم و مومنتوم را حل می کند . برای جریانهای شامل انتقال حرارت یا تراکم پذیری ، معادلات بقای انرژی حل می شود . برای جریانهای شامل مخلوط های شیمیایی یا واکنش کننده ها ، معادلات بقای نوع و گونه حل می شود . معادلات انتقال اضافی نیز زمانی که جریان مغشوش باشد حل می گردد.

- معادله بقای جرم

معادله بقای جرم زیر که یک شکل کلی از معادله بقای جرم برای جریانهای قابل تراکم و غیر قابل تراکم می باشد، به صورت زیر نوشته می شود:

$$D_p/D_t + \partial/\partial x_i (\rho u_i) = 0 \quad (1)$$

- معادلات بقای مومنتوم

معادلات بقای مومنتوم در جهت 1 به صورت زیر نوشته می شود :

$$\partial(\rho u_i)/\partial t + \partial/\partial x (\rho u_i u_j) = -\partial p/\partial x_i + \partial/\partial x_j [\mu(\partial u_i/\partial x_j + \partial u_j/\partial x_i) + \delta_{ij} \lambda \nabla \cdot V] + \rho g_i \quad (2)$$

با توجه به اینکه $\nabla \cdot V$ در جریان سیالات تراکم ناپذیر صفر می شود و همچنین با مغشوش شدن جریان نیاز به حل معادلات لحظه ایی مومنتوم می باشد ابتداءً برای تبدیل معادلات لحظه ای به معادلاتی که قابل مدل کردن باشند، روش تجزیه رینولدز لازم است.

- معادله انرژی جنبشی اغتشاش:

برای اعمال اثر های اغتشاش، از مدل های اغتشاش که مقادیر نوسانی را با استفاده از ثابت های تجربی به مقادیر متوسط مرتبط می کنند استفاده می شود.

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i k) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_i}{\mu_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] + \mu_i \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right)^2 - \rho \varepsilon \quad (3)$$

۳. مشخصه های ضرایب هیدرودینامیکی بدنه و فویل

پره های که در منطقه Transom قرار می گیرند را تیغه های تریم می نامیم که آنها برای تغییر در رفتار از حرکت شناور های تندروی بزرگ مورد استفاده قرار می گیرند تاثیر آنها در رفتار از حرکت و مقاومت با اندازه گیری از نیروهای هیدرودینامیکی در یک مدل با تیغه های تریم و بدون تیغه های تریم مشخص می شود. نیروهای لیفت و درگ عمل کننده در یک مدل با تیغه های تریم در شکل های (۱)، (۲)، (۳)، (۴) و جداول (۱)، (۲)، (۳۲)، (۴) نشان داده شده است با افزایش زاویه تیغه های تریم، نیروی لیفت هم افزایش می یابد. ضریب درگ برای این وسیله به پارامتر t بستگی دارد. و این تیغه های تریم تغییر می دهد فشار را در کف بدنه از مدل که این اختلاف فشار در کف بدنه ایجاد نیروی لیفت هیدرو دینامیکی در تیغه های تریم می کند. مشخصات نیروهای هیدرودینامیکی ایجاد شده بوسیله این سیستم متعادل کننده به صورت زیر بیان می گردد:

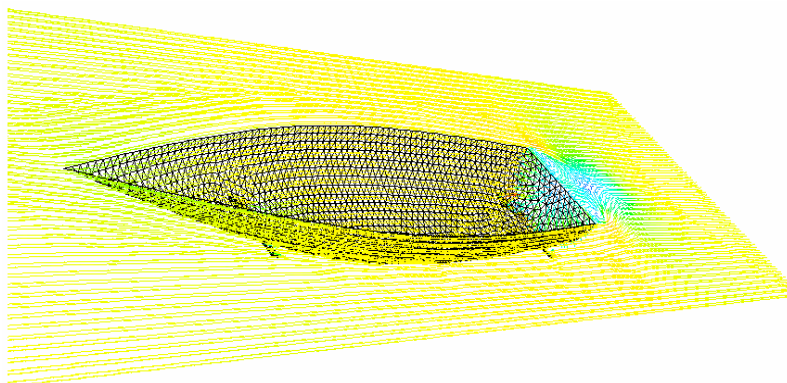
$$C_d = \frac{F_d}{.5 \rho U^2 b t} \quad (4)$$

$$C_l = \frac{F_l}{.5 \rho U^2 b t} \quad (5)$$

قبل از بیان کردن این ضرایب F_D و F_L نیروهایی هستند که بوسیله این تیغه ها تولید شده اند.

۴. نتیجه گیری

- ۱- بعنوان نمونه نیروی درگ شناور مالک با افزایش سرعت ، افزایش می یابد.
 - ۲- همچنین نیروی لیفت نقش مهمی را در عملکرد شناور تندرو در سرعت بالا بازی می کند چون باعث شناور ماندن بدنه بر روی سطح آب می گردد به همین دلیل با توجه به نسبتی که بین مقاومت و سینکج وجود دارد نیروی مقاومت کاهش می یابد در نتیجه شناور با سرعت بیشتری می تواند حرکت کند. بعنوان مثال نیروی لیفت شناور مالک هم با افزایش سرعت زیاد می شود.
 - ۳- انتخاب پارامتر t (ارتفاع تیغه تریم) و زاویه تیغه تریم نقش مهمی را در کاهش ضریب درگ دارد که در این پروژه ارتفاع تیغه تریم را در حدود $0/2$ و زاویه تیغه تریم را 20 درجه در نظر گرفته ایم.
- در اینجا نمونه ای از محاسبات استخراج شده برای شناور تندروی مالک با و بدون تیغه تریم نشان داده شده است.



شکل (۱) شبکه سازی بدنه و توزیع فشار

جدول (۱) ابعاد هندسی شناور مالک بدون سیستم متعادل کننده

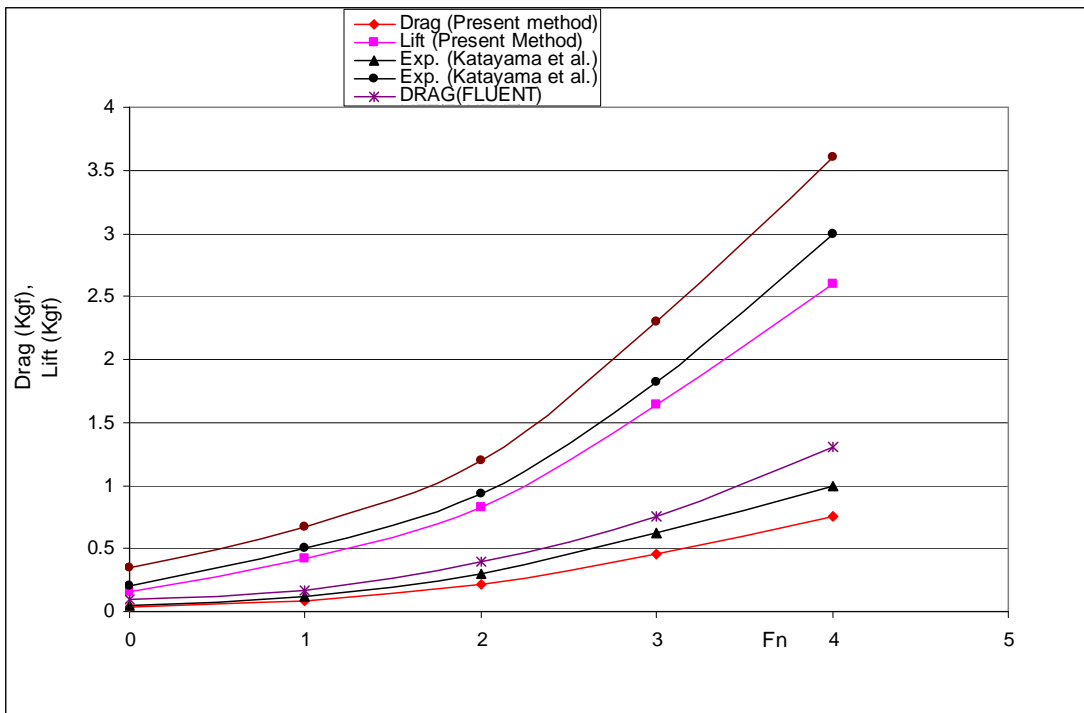
مقادیر	پارامتر
۱۵	طول [m]
۳	عرض [m]
۰،۵	آبخور [m]

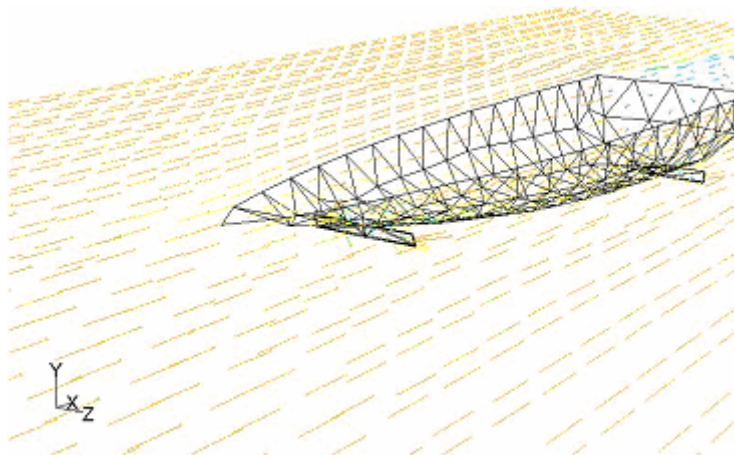
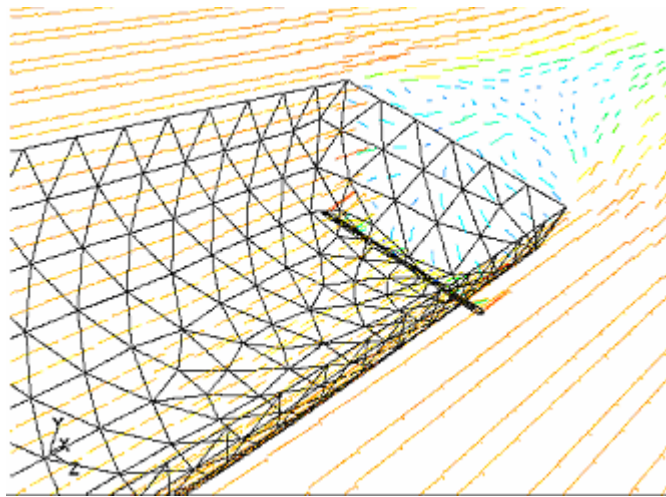
جدول

(۴) نیروها ی لیفت ودرگ برحسب ب سرعت برای	سرعت			نیروی هیدرودینامیکی
	۳۰m/s	۲۰m/s	۱۰m/s	
	۴۷/۹۵۴	۲۱/۲۸۴	۵/۳۱	F_D تیغه تریم (کیلونیوتن)
	۱۱۰/۰۵۸	۴۸/۸۰۲	۱۲/۱۵	F_L تیغه تریم (کیلونیوتن)
	۲۲۷/۲۱۸	۱۰۱/۰۴۷	۲۵/۳۵۲	F_D بدنه (کیلونیوتن)
	۷۰۹/۴۴۱	۳۴۹/۲۵۲	۸۶/۷۰۶	F_L بدنه (کیلونیوتن)

شناور مالک با سیستم متعادل

شکل (۳) نیروهای لیفت و درگ هیدرودینامیکی شناورمالک با تیغه های مورب در کف شناور





مقادیر						پارامتر
۲	۲	۲	۰	۰	۰	تربیم (درجه)
۳۰	۲۰	۱۰	۳۰	۲۰	۱۰	سرعت (m/s)
۳۹۳,۶۱۵۰	۱۷۵,۸۲۴	۴۴,۴۴۲	۲۹۶,۲۰۸	۱۳۱,۵۴۴	۳۲,۸۸۹	درگ (KN)
۴۷۰,۴۰۰	۲۱۷,۶۸۰	۵۸,۶۴۰	۷۴۱,۰۳۵	۳۲۷,۴۶۷	۸۰,۷۳۵	لیفت (KN)