

بررسی تاثیر وزنه های رها بر غلطش عرضی کشتی

عطاء اله قره چاهی* ، اسماعیل شفیعی زاده

گروه کشتی سازی، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۰

شناسه دیجیتال (DOI) : [10.22113/jmst.2015.12027](https://doi.org/10.22113/jmst.2015.12027)

چکیده

در این پژوهش تاثیر بارهایی که در هنگام غلطش عرضی کشتی سیستم مهار خود را از دست می دهند و می توانند آزادانه بر روی شناور جابجا گردند بر غلطش عرضی کشتی بررسی شده است. فرض گردیده است که پس از پاره شدن سیستم مهار، بارها می توانند آزادانه در راستای عرض شناور حرکت نمایند، لذا از تاثیر اصطکاک و یا موانع احتمالی که مانع حرکت آزادانه بار می گردد؛ صرف نظر گردیده است. برای بررسی تاثیرات، وزنه ها با جرم های مختلف به صورت آویزان به پاندول بر روی یک مدل شناور اقیانوس پیمای ماهی گیری از نوع تراولر که در حال غلطش عرضی می باشد، به صورت تجربی مورد آزمایش قرار گرفته اند. نتایج نشان می دهد که گرچه وزن های آویزان باعث بالا رفتن مرکز ثقل شناور و کاهش تعادل عرضی شناور می گردند، لیکن همواره این بارها باعث افزایش پریود دامنه حرکات شناور گردیده و اصطلاحاً شناور نرم تر می گردد. یافته های پژوهش می تواند در طراحی سیستم های دمپ کننده غلطش عرضی نیز استفاده شود. همچنین نتایج عددی بر پایه تئوری نواری (strip theory) با نتایج آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفته اند و مشاهده گردید که انتخاب ضریب میرایی مناسب نقش مهمی در دقت نتایج عددی دارد.

واژگان کلیدی: وزنه های رها، غلطش عرضی کشتی، پریود نوسات غلطش عرضی کشتی، تئوری نواری (strip theory)

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: a.gharechahi@cmu.ac.ir

۱. مقدمه

هر شناور متناسب با جابجایی و میزان پایداری در محدوده خاصی از تلاطم دریا^۱ می تواند به طور ایمن حرکت کند. اثراتی مانند نیروی امواج، جریان های دریایی و باد باعث غلتش شناور می شوند که مشخصات مختلف غلتش از قبیل پیرو و دامنه غلتش نباید از حد مجاز تعریف شده برای شناور تجاوز کند. به عنوان یک اصل کلی، کلیه اجسام روی شناور می بایست به نحو مناسب مهار گردند. شتاب های وارده به سیستم مهار این اجسام می تواند باعث پاره شدن و حرکت آزادانه این اجسام بر روی شناور علی الخصوص حرکات عرضی آنها هنگام غلطش عرضی کشتی گردند. اجسام رها شده علاوه بر ایجاد صدمات وارده به شناور و از دست رفتن آنها به دلیل سقوط در دریا باعث ایجاد اختلالاتی در حرکت کشتی نیز می شوند.

مطالعه این پدیده از دیدگاه های مختلف نیاز به مدل مناسب دارد. از دیدگاه تعادل و پایداری معمولاً فرض می شود اجسام پس از رها شدن در بدترین حالت ممکن در راستای عرضی شناور قرار می گیرند، اما بررسی تاثیر آنها بر روی پدیده هایی مانند غلطش عرضی کشتی پیچیدگی بیشتری دارد. اما حوزه ای که توجه پژوهشگران را به خود جلب نموده است، استفاده از وزنه های متحرک برای کاهش غلطش عرضی کشتی می باشد. تاریخچه استفاده از این ایده به استفاده از وزنه های متحرک برای کاهش حرکات ساختمان های بزرگ در ژاپن بر می گردد.

در سال های اخیر وزنه های متحرک و سیستم مخازن حاوی مایع برای کنترل حرکات ساختمانها در مقابل باد، زلزله و ارتعاشات ناشی از ترافیک مورد استفاده قرار گرفته اند. اینویو، کانایاما و کانجی^۲ دو ساختمان در ژاپن را که در آنها از وزنه های متحرک برای کاهش ارتعاشات ناشی از ترافیک مورد استفاده قرار می گیرد، مورد مطالعه قرار دادند؛ یافته های آنها نشان می دهد که در یک ساختمان حدود ۶۴٪ و در ساختمان دیگر

حدود ۷۱٪ ارتعاشات کاهش یافته است (Inoue, et al, 1994).

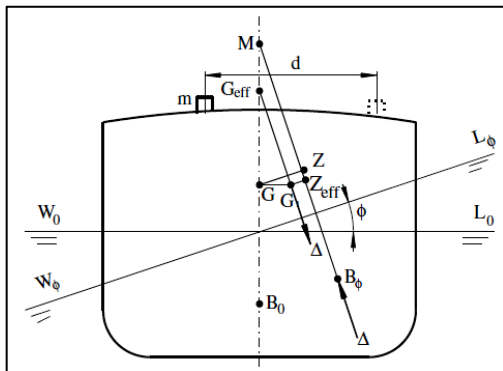
تامورا و همکاران، برج کنترل و مراقبت فرودگاه ناکازاکی را که در آن از مخازن تعادل دمپ کننده موسوم به TLD^۳ برای کاهش ارتعاشات ناشی از باد استفاده شده بود، را مورد مطالعه قرار دادند؛ یافته های آنها نشان می دهد که بستگی به سرعت و جهت باد در بالای برج مراقبت بین ۳۵ تا ۵۰٪ حرکات و ارتعاشات کاهش یافته است (Tamura, et al, 1995). اطلاعات بیشتر در مورد سیستم های فعلی و آینده برای سیستم های کنترل فعال و غیرفعال^۴ برای ساختمانها در پژوهش های هوسنر و همکاران شرح داده شده است (Housner, et al, 1997).

در حوزه کاهش غلطش عرضی شناورها کویکی و همکاران، یک سیستم هیبریدی از اجسام در حال حرکت را طراحی و بر روی یک فروند شناور نصب نمودند. این سیستم منجر به کاهش قابل توجه در غلطش عرضی شناور گردید، از یافته های قابل توجه دیگر آنها تطابق بسیار خوب بین کاهش غلطش عرضی پیش بینی شده و نتایج عملی است (Koike, et al, 1997).

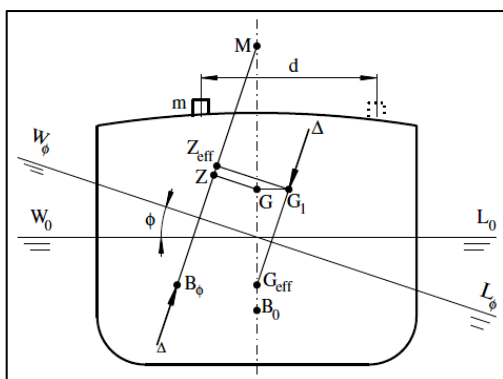
توماس و همکاران به مدل سازی تئوری سیستم وزنه های جابجا شونده فعال برای کاهش غلطش عرضی شناور پرداختند. آنها کشتی و وزنه های جابجا شونده را اجزاء یک سیستم واحد دینامیکی در نظر گرفتند و با حل معادلات حاکم، عملکرد سیستم را تشریح نمودند. محاسبات آنها پیش بینی می نماید که سیستم وزنه های جابجا شونده تاثیر بسیار خوبی بر کاهش غلطش عرضی شناور دارد. نقطه امیدبخش یافته های این پژوهش این است که جرم کل وزنه ها کمتر از ۱٪ وزن کل شناور و حداکثر جابجایی عرضی مورد نیاز وزنه ها کمتر از ۱۵٪ عرض شناور می باشد (Thomas, et al, 2000).

^۲ tuned liquid-column damper^۴ Active & Passive^۱ sea force^۲ Inoue, Kanyama and Kanaji

جسم، حرکت جسم با کمی تاخیر نسبت به کشتی رخ خواهد داد. این امر باعث می‌گردد که حرکت جسم نسبت به حرکت کشتی دارای اختلاف فاز باشد و در واقع جسم در خلاف جهت حرکت کشتی دارای جابجایی نسبی می‌باشد. اگر زاویه غلطش عرضی شناور در حال افزایش باشد و حرکت جسم در جهت حرکت شناور باشد، حرکت جسم باعث کاهش بازوی برگرداننده موثر می‌گردد. هم چنین، اگر زاویه غلطش عرضی شناور در حال کاهش باشد و حرکت جسم در جهت غلطش عرضی شناور باشد باعث افزایش بازوی برگرداننده موثر می‌شود. عکس این قضیه نیز صادق است. (Thomas, et al, 2000)



شکل ۱. بازوی بازگردان موثر در غلطش عرضی پادساعت‌گرد



شکل ۲. بازوی بازگردان موثر در غلطش عرضی ساعت‌گرد

۲. مواد و روش‌ها

با شبیه سازی حرکات جسم رها بر روی شناور می‌توان در راستای طراحی یک سیستم کاهش غلتش نیز بهره

در پژوهش حاضر برای مدل سازی تاثیر وزنه (های) متحرک از سیستم وزنه آویزان به پاندول استفاده شده است لذا جسم می‌تواند در راستای عرضی کشتی آزادانه حرکت نمایند و هیچ گونه مانعی از قبیل اصطکاک در مسیر حرکت آنها وجود ندارد. حرکت کشتی تنها به حرکت غلتش عرضی محدود شده است و موقعیت جسم در هر لحظه از زمان بر روی عرشه در حال تغییر است. در ادامه به تشریح بیشتر مساله از دیدگاه تئوری می‌پردازیم و در بخش‌های بعدی به نحوه مدل سازی این جسم رها که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته، پرداخته خواهد شد.

هنگامی که جسم با وزنی قابل توجه در برابر وزن کشتی به شکل عرضی در کشتی جابجا می‌شود، این جابجایی باعث تغییر مکان مرکز جرم کشتی می‌شود و این تغییر در محل مرکز جرم، باعث تغییر اندازه بازگردان کشتی خواهد شد. اما این تغییر در اندازه بازوی بازگردان می‌تواند مفید و یا در عین حال مضر باشد. (Thomas, et al, 2000)

فرض می‌شود کشتی در حال غلتش عرضی است. در این صورت می‌توان دو حالت برای کشتی متصور شد: کشتی در حال غلطش عرضی پاد ساعت‌گرد است و جسم از سمت چپ به سمت راست منتقل می‌شود. بنابراین با توجه به فرمول زیر مقدار GZ کاهش می‌یابد، که این شرایط برای کشتی می‌تواند خطرناک باشد. (شکل ۱)

$$GZ_{eff} = GZ - \frac{d \times m}{\Delta} \cos \phi$$

کشتی در حال غلطش عرضی ساعت‌گرد است و جسم از سمت چپ به سمت راست منتقل می‌شود. در این حالت با توجه به فرمول بالا، مقدار GZ افزایش می‌یابد. (شکل ۲) دوران پاد ساعت‌گرد، مثبت در نظر گرفته شده است. حالتی را در نظر می‌گیریم که جسم بر روی خط مرکزی کشتی، روی عرشه قرار دارد. کشتی بر اثر نیروی باد و یا موج شروع به غلطش عرضی می‌کند. با توجه به وجود اصطکاک بین جسم و صفحه عرشه و غلبه بر اصطکاک ایستایی و اینرسی سکون



شکل ۴. نحوه قرار گرفتن وزنه و آونگ روی مدل



شکل ۵. نحوه مهار مدل



شکل ۶. نحوه قرار گرفتن صفحه مدرج روی مدل

روند کلی آزمایش

ابتدا مدل در حالت بدون وزنه متصل به آونگ از زوایه غلطش عرضی اولیه رها گردیده و شروع به نوسان می کند. حرکت غلطش عرضی مدل با دوربین فیلمبرداری ثبت شده است. در مراحل بعدی آزمایش با وزنه های مختلف متصل به آونگ تکرار و غلطش عرضی مدل توسط دوربین ثبت گردید. برای اندازه گیری و تحلیل داده ها، فیلم های ضبط شده فریم به فریم بررسی شده و زاویه ی مدل را در هر لحظه زمانی از روی صفحه مدرجی که روی عرشه نصب شده

گرفت. برای درک بهتر موضوع، به بررسی تجربی این پدیده در آزمایشگاه پرداخته شد. بدین منظور مدل شناور اقیانوس پیمای ماهیگیری از نوع تراولر که مشخصات هیدرواستاتیکی آن از منبع (Townsin, 1997; Armfield, 2014) استخراج گردیده است؛ انتخاب شد. مکانیزم آزمایش شامل آونگی است که در مقطع میانی کشتی مدل که مشخصات آن در جدول ۱ نشان داده شده است؛ قرار گرفته است. آونگ و وزنه فقط می توانند در راستای عرض کشتی حرکت رفت و برگشت را انجام دهند. نحوه مهار شناور و مکانیزم حرکت جسم در شکل های ۳ تا ۶ نشان داده شده اند. کشتی هنگام غلطش عرضی حول محوری تقریباً برابر با محور طولی گذرنده از مرکز ثقل غلتش می کند و آزمایش ها در آب آرام انجام شده اند.

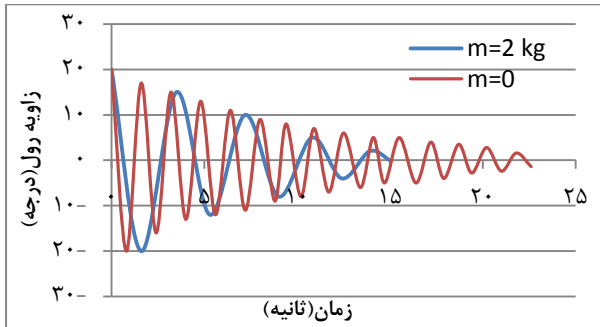
جدول ۱: مشخصات شناور اصلی و شناور مدل

شناور ماهیگیری اقیانوس پیمای از نوع تراولر		نوع شناور
مدل	کشتی	
جنس بدنه	کامپوزیت با الیاف شیشه	فولاد
مقیاس	۱:۲۵	۱:۱
L_{BP}, m	۱/۸۹۲	۴۵/۷۲
D, m	۰/۱۶۲	۴/۰۶
B, m	۰/۳۲۱	۸/۰۳
D, m	۰/۲۰	۵/۰
∇, m^3	۰/۰۵۳۷۲	۸۳۹/۵
CB	۰/۵۶۴	۰/۵۶۴

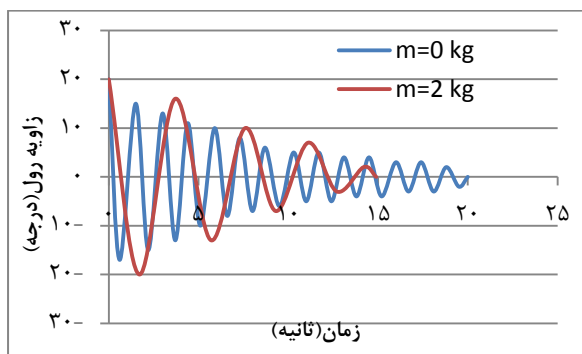


شکل ۳. آماده سازی مدل برای آزمایش

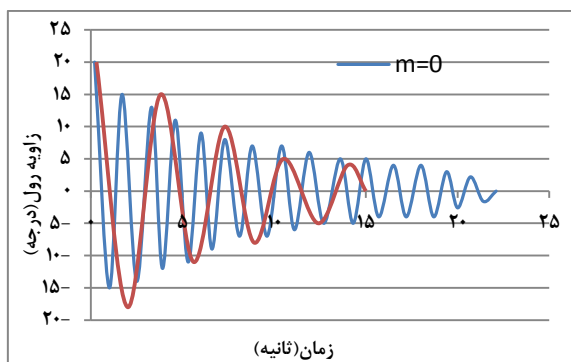
نوسان می‌کند. پریود غلطش عرضی به $3/5$ ثانیه افزایش می‌یابد. این بدان مفهوم است که وزنه های آویزان باعث افزایش پریود غلطش عرضی شناور می‌گردد و در صورت نصب میرا کننده نیز زمان رسیدن به پایداری و میرایی غلطش عرضی سریع تر انجام می‌گردد، لذا می‌توان از این روش برای دمپینگ غلطش عرضی شناور در دریا نیز استفاده نمود.



شکل ۷. تاریخچه میرایی غلطش عرضی برای آبخور
 $D_f=9.0$ cm , $D_a=10.0$ cm (مورد ۱)



شکل ۸. تاریخچه میرایی غلطش عرضی برای آبخور
 $D_f=10.0$ cm , $D_a=11.0$ cm (مورد ۲)



شکل ۹. تاریخچه میرایی غلطش عرضی برای آبخور
 $D_f=12.0$ cm , $D_a=13.0$ cm (مورد ۳)

قرائت گردید و نمودار میرایی غلطش عرضی برحسب زمان رسم شد. همچنین نتایج تجربی برای بررسی اعتبار تئوری نواری در خصوص دمپینگ غلطش عرضی نیز مورد استفاده قرار گرفت، که در بخش مربوطه بدان پرداخته خواهد شد.

مشخصات هیدرواستاتیکی مدل بر اساس آبخورهای قرائت شده در زمان تست و از دفترچه محاسبات هیدرواستاتیکی مدل استخراج شده است. برای پیدا کردن مقدار GM و KG مطابق شیوه نامه مورد تائید IMO بر روی شناور تست کجی^۱ انجام شد. (Tawnsin, 1997; IMO, 2008) خلاصه نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. در مورد ۱ آبخور متوسط شناور 9.5 cm ، برای مورد ۲ آبخور متوسط 10.5 cm و برای مورد ۳ آبخور متوسط شناور 12.5 cm می باشد. سایر مشخصات هیدرواستاتیکی مدل در جدول ذیل آمده است. در ادامه، آزمایش تاثیر وزنه های رها بر غلطش عرضی شناور در هر حالت مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲: شرایط شناور در زمان تست

مشخصات هیدرواستاتیکی	مورد ۱	مورد ۲	مورد ۳
D_f , cm	۹	۱۰	۱۲
D_a , cm	۱۰	۱۱	۱۳
∇ , [dm ³]	۲۵/۶۵	۲۹/۴	۳۷/۲۱
KM , cm	۸/۶۴	۸/۰۵	۶/۹۲
VCB , cm	۵/۵۸	۸/۱۴	۷/۲۷
KG , cm	۹/۶	۹/۶	۹/۶
GM , cm	۴/۶۲	۴/۵۹	۴/۵۹

نتایج

در نمودارهای ذیل نتایج آزمایش در آبخورهای مختلف و با وزنه های متفاوت نشان داده شده است. با مطالعه نمودارها در شکل های ۷، ۸ و ۹ مشاهده می‌شود که برای هر سه مورد پریود غلطش عرضی در حالت اینکه شناور بدون وزن آویزان می‌باشد، حدود $1/5$ ثانیه و برای حالتی که وزنه ۲ کیلوگرمی برای روی شناور

^۱ Inclining test

برای پیش بینی پریود نوسانات غلطش عرضی پس از نصب وزنه آویزان از فرمول تصحیح شعاع ژیراسیون به شرح ذیل استفاده شده است:

$$K^2 = \frac{m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots + m_n r_n^2}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = \nabla_0}$$

$$\begin{aligned} K_2^2 &\cong K_1^2 + \frac{\nabla_0 \times r_1^2 + m_2 r_2^2}{\nabla_0 + m_2} \\ &= 0.16^2 \\ &+ \frac{37.21 \times (0.1166 - 0.096)^2 + 2 \times (0.5 - 0.1166)^2}{37.21 + 2} \\ &= 0.0336 \end{aligned}$$

$$K_2 = 0.183 \text{ m}$$

$$T_2 = \frac{2\pi K_2}{\sqrt{gGM_2}} = \frac{2\pi \times 0.183}{\sqrt{9.81 \times 0.0253}} = 2.3 \text{ sec.}$$

ملاحظه می شود که نتایج بدست آمده از فرمول های فوق برای پریود غلطش عرضی شناور ۲/۳ ثانیه است که با نتایج تجربی (۳/۵ ثانیه) در تضاد می باشد. لذا مدل های استاتیکی نمی توانند پیش بینی درستی از پریود غلطش عرضی شناور ارائه دهند و باید در مدل سازی غلطش عرضی شناور در زمان تاثیر وزنه های رها از مدل های دینامیکی استفاده کرد.

در این قسمت نتایج آزمایش یعنی نمودار دمپینگ غلطش عرضی با زمان برای حالت بدون وزنه با نتایج استخراج شده از نرم افزار مکسرف^۱ (Bentley Systems Incorporated, 2013) که مبنای آن تئوری نواری می باشد با هم مقایسه گردیدند. نتایج در شکل های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ برای ضرائب دمپینگ و آبخورهای مختلف رسم شده اند. همان طور که مشاهده می شود ضریب دمپینگ فاکتور تعیین کننده در تطابق نتایج عددی و نتایج تجربی است و نمی توان به مقادیر پیش فرض نرم افزار اکتفاء نمود. پیشنهاد می گردد مطالعه بیشتری در این خصوص صورت پذیرد.

در این قسمت با تحلیل فرمول عمومی پریود نوسانات مدل (برای مورد ۳) به این مساله پرداخته می شود که آیا تغییر پریود نوسانات ناشی از تغییر در شعاع ژیراسیون و ارتفاع متاسنتر مدل است و یا اینکه دلیل دیگری دارد. برای رسیدن به این هدف به شرح ذیل اقدام شد:

برای پیدا کردن مقدار شعاع ژیراسیون در حالتی که شناور بدون وزنه های آویزان غلطش عرضی می نماید می توان از فرمول عمومی ذیل استفاده نمود.

$$T = \frac{2\pi k}{\sqrt{gGM_0}}$$

با جاگذاری مقادیر مورد نیاز از جدول ۲:

$$K = \frac{T \sqrt{gGM_0}}{2\pi} = \frac{1.5 \times \sqrt{9.81 \times 0.0459}}{2\pi} = 0.16 \text{ m}$$

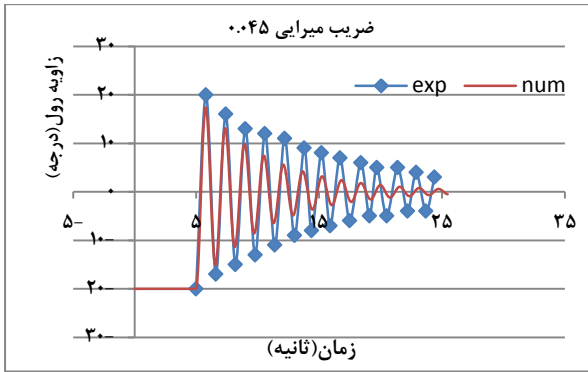
با داشتن شعاع ژیراسیون می توان با استفاده از فرمول شعاع ژیراسیون، شعاع ژیراسیون جدید شناور را پس از گذاشتن وزنه آویزان بر روی شناور نیز محاسبه نمود. با داشتن شعاع ژیراسیون جدید و مرکز ثقل جدید شناور و محاسبه شعاع متاسنتر مقدار پریود نوسانات شناور بخاطر تاثیر وزنه های آویزان محاسبه می شود.

$$\begin{aligned} KG_2 &= \frac{\nabla_0 \times KG_0 + m \times vcg}{\nabla_0 + m} \\ &= \frac{37.21 \times 9.6 + 2 \times 50}{37.21 + 2} \\ &= 11.66 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GM_2 &= KM - KG = BM + VCB - KG \\ &= 6.92 + 7.27 - 11.66 \\ &= 2.53 \text{ cm} \end{aligned}$$

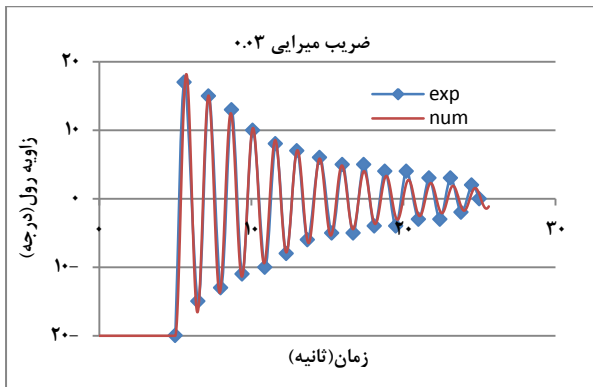
در رابطه فوق m جرم وزنه بر حسب کیلوگرم، و vcg ارتفاع مرکز ثقل قائم از خط مبنا می باشد. GM_2 مقدار ارتفاع متاسنتر جدید شناور است. در محاسبات فوق برای در نظر گرفتن بیشترین تاثیر منفی جرم m در نقطه تعلیق خود در نظر گرفته شده است.

^۱ Maxsurf



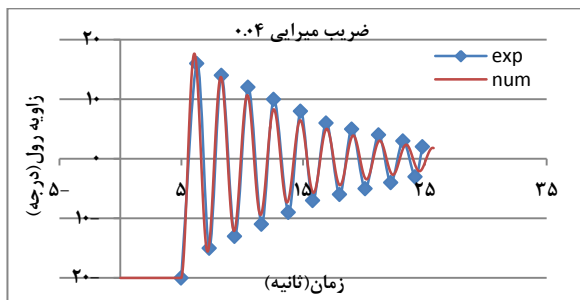
شکل ۱۰-۳

شکل ۱۰. مقایسه نتایج تجربی و عددی تاریخچه میرایی غلطش عرضی برای آب‌خور $D_f=9.0$ cm، میرایی $D_a=10.0$ cm (مورد ۱)



شکل ۱۱-۱

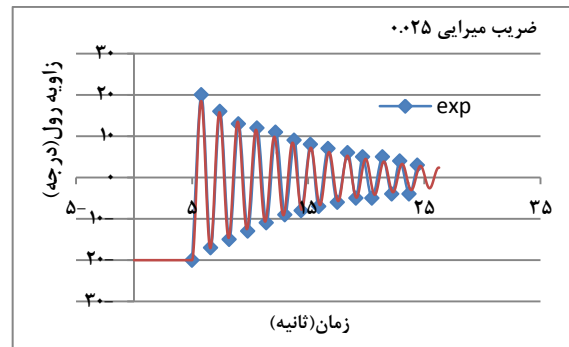
شکل ۱۱. مقایسه نتایج تجربی و عددی تاریخچه میرایی غلطش عرضی برای آب‌خور $D_f=11.0$ cm، میرایی $D_a=10.0$ cm (مورد ۲)



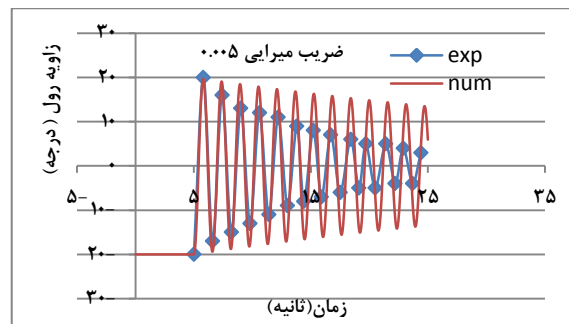
شکل ۱۲-۱

فهرست علائم

B	عرض شناور، m
C_B	ضریب بلوکی
D	عمق شناور، m
d	جابجایی وزنه در راستای عرض مدل، m
d_f	آب‌خور سینه شناور، m
d_a	آب‌خور پاشنه شناور، m
GM	شعاع متاستر، m
GZ	بازوی برگرداننده، m
GZ_{ef}	بازوی برگرداننده موثر، m
$g=9.81$ m/sec^2	شتاب جاذبه، m/s^2
K	شعاع زیراسیون، m
KG	مرکز ثقل شناور، m
L_{BP}	طول بین دو عمودین، m
T	پریود غلطش عرضی، ثانیه S
VCB	مرکز قائم بویانسی، m
φ	زاویه غلطش عرضی شناور



شکل ۱۰-۱

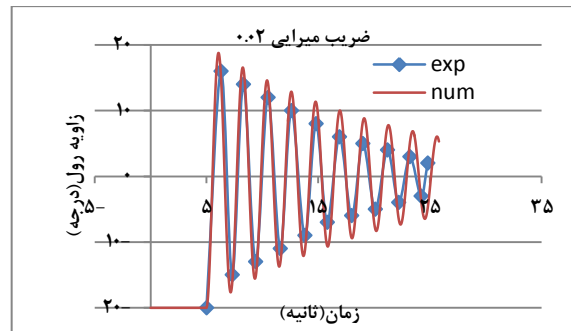


شکل ۱۰-۲

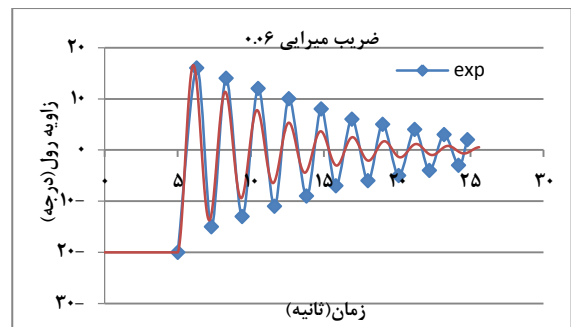
همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تئوری نواری در پیش بینی تاریخچه و میرایی غلطش عرضی شناور وابستگی زیادی به ضریب دمپینگ و محل مرکز جرم دارد، لذا مقادیر پیش فرض نرم افزار نمی‌تواند میرایی غلطش عرضی شناور را به درستی پیش بینی نماید.

منابع

- Biran A. B., "Ship Hydrostatics and Stability", 2014, Second Edition, Butterworth-Heinemann.
- Bentley Systems Incorporated, 2013, "Maxsurf Motions Windows Version 20 Program & User Manual".
- Housner, G.W., Bergman, L.A., Caughey, 1997, T.K., Chassiakos, A.G., Clause, R.O., Masri, S.F., Skelton, R.E., Soong, T.T., Spencer, B.F., Yao, J.T.P., "Structural Control; Past, Present, and Future", Journal of Engineering Mechanics 123(9).
- IMO, Annex 2, Resolution Msc.267(85), 2008, "Adoption of the International Code on Intact Stability".
- Inoue, R., Kanyama, T., Kanaji, H., 1994, "Vibration Control of Existing Buildings Under Motion Excited by Moving Vehicles", Proc. of First World Conference on Structural Control 2.
- Koike, Y., Tanida, K., Mutaguchi, M., Murata, T., Imazeki, M., Hiroshige, E., 1997, "Development of hybrid anti-rolling device for ships and test at sea", Recent Progress on Science and Technology IHI, 6, 20-26.
- Tamura, Y., Fujii, K., Ohatsuki, T., 1995, Wakaham, T., Koshaka, R., "Effectiveness of Tuned Liquid Dampers Under Wind Excitations", Engineering Structures 17.
- Thomas W. Treacle III, Dean T. Mook, Stergios I. Liapis, Ali H. Nayfeh, 2000, "A time-domain method to evaluate the use of moving weights to reduce the roll motion of a ship", Ocean Engineering 27 1321-1343.
- Townsin R.L., 1997, "Trawler Model NA 8-14 for use with large angle ship stability dynamometer", School of Marine Technology, University of Newcastle Upon Tyne, England. <http://discoverarmfield.com>, "Ships Vibrations Test Model, Ships Stability Apparatus, NA 8 & NA 14"



شکل ۱۲-۲



شکل ۱۲-۳

شکل ۱۲. مقایسه نتایج تجربی و عددی تاریخچه

میرایی غلطش عرضی برای آب‌خور $D_f=13.0$ cm

(مورد ۳) $D_a=12.0$ cm

وزنه هایی که تحت تاثیر غلطش عرضی شناور از موقعیت اولیه خود خارج شده اند، گرچه بطور عمومی باعث جابجایی مرکز ثقل عرضی شناور و کاهش مقدار بازوی برگرداننده می‌شوند. ولی اگر مانعی در مسیر حرکت آنها وجود نداشته باشد با اختلاف فازی که با مدل پیدا می‌کنند سبب می‌گردند پریود نوسانات مدل افزایش یافته و اصطلاحاً کشتی نرم تر گردد. در این پژوهش بصورت ویژه وزنه‌های رها متصل به پاندول، که اصطلاحاً سکون مانع حرکت آنها نمی‌گردد و نقطه تعلیق آنها در موقعیتی بالاتر از مرکز ثقل شناور می‌باشند؛ مورد مطالعه قرار گرفتند. اگر این وزنه‌ها با یک سیستم دمپینگ همراه گردند (از قبیل فنر و میراکننده)، می‌توانند جهت کاهش غلطش عرضی شناور نیز مورد استفاده قرار گیرند.

The Effect of Moving Weights on Ship Roll Motions

A. Gharechahi*, M. Shafizadeh

Department of Shipbuilding, Faculty of marine engineering, Chabahar Maritime University

ABSTRACT

In this research, the effect of weights that lose their lashing systems and can move freely in line with vessel breadths is investigated on ship roll motions. Therefore, the effect of friction and possible barriers that impeded on free movement of weights are neglected.

To study the effects; weights with different masses are hung on pendulum which is installed on an ocean going trawler model and vessel roll motions is being experimentally tested.

The results show that whoever hanging weights can increase the center of gravity of vessel and decrease the vessel stability; but caused increase the period of roll motions. The findings of research also can be used in design of damping systems of roll motions.

In addition, the experimental results are compared with numerical results based on the Strip Theory. The results show that the damping coefficient has important role in the accuracy of numerical results.

KEYWORDS: MOVING WEIGHTS, SHIP ROLL MOTIONS, SHIP ROLL MOTION PERIOD, STRIP THEORY

List of tables & figures

Figure 1: The effective righting arm in counter clockwise roll motion

Figure 2: The effective righting arm in clockwise roll motion

Figure 3: the assembled model - ready for testing

Figure 4: The model, pendulum and test weightings

Figure 5: The model lashing arrangements

Figure 6: the assembled scaled plate on model for riding the roll angle

Figure 7: the history of roll damping for draft $D_f=9.0$ cm and $D_a=10.0$ cm

Figure 8: the history of roll damping for draft $D_f=10.0$ cm and $D_a=11.0$ cm

Figure 9: the history of roll damping for draft $D_f=12.0$ cm and $D_a=13.0$ cm

Figure 10: comparing the experimental and numerical of damping history for draft $D_f=9.0$ cm and $D_a=10.0$ cm

Figure 11: comparing the experimental and numerical of damping history for draft $D_f=11.0$ cm and $D_a=10.0$ cm

Figure 12: comparing the experimental and numerical of damping history for draft $D_f=13.0$ cm and $D_a=12.0$ cm

Table 1: The particulars of vessel and it's model

*Corresponding Author's, E-mail: a.gharechahi@cmu.ac.ir