جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام

أثر الأمواج الداخلية على حركة القوارب والحلول التصميمية لتخفيفه
Impact of Internal Waves on Boat's Motion and Design Solutions to Reduce It

دراسة مقّدمة لنيل درجة الدكتوراه في هندسة ميكانيك الموائع

إعداد: م. علي المحمد

إشراف: أ. د. م. علي خلوف
المشرف المشارك: د. م. نسرين محمد

الملخص

دُرس في هذا البحث أثر الأمواج الداخلية على مقاومة السفن باستخدام برنامج ANSYS FLUENT حيث بُني النموذج الرقمي لنماذج سفن مختلفة ولنموذج Wigley للقوارب وتحليل الجريان حول بدن السفينة لتقييم أثر معامل الشكل ونسبة سماكة طبقة المياه العذبة الى الغاطس في مقاومة المياه لحركة السفن والقوارب عند قيم مختلفة لرقم فرود.
تشير نتائج هذا البحث الى أهمية اختيار البارامترات التصميمية للسفن المبحرة في مناطق تولد الأمواج الداخلية من حيث تخفيض معامل الشكل والتقليل من قيمة الغاطس حيث تؤكد نتائج النمذجة الرقمية زيادة قيمة مقاومة المياه لحركة القوارب بوجود الأمواج الداخلية، كما حُددت في هذا البحث قيمة الغاطس اللازمة لإلغاء أثر الأمواج الداخلية في السفينة كتابع لسماكة طبقة المياه العذبة. النموذج التجريبي الذي تم تصميمه يؤكد تولد هذه الأمواج بسبب اختلاف الكثافة بين طبقات المياه.

القسم النظري

نتيجة التطور العلمي والتكنولوجي كان لابد من المساهمة بإيجاد حلول لمشاكل الإبحار في ظروف تولد وانتشار الأمواج الداخلية، والحفاظ على حياة صحية سليمة لطاقم الإبحار، وهذا يعني التصميم الأمثل لبارامترات السفن والقوارب الذي نحن بحاجته لتخفيف أثر الظروف المختلفة للإبحار، ومنها هذا البحث الذي نحن بصدده حيث تكمن مشكلة البحث في وجود ظاهرة تؤثر في أمن الإبحار حيث تلاحظ الأمواج الداخلية في مناطق عدة ومنها البحر الأبيض المتوسط وهذا يعني أنه ستؤثر في حركة القوارب والسفن. وبالتالي قمنا باستعمال تقنية ديناميك الموائع الحسابية بمعرفة أثر ظاهرة الأمواج الداخلية في حركة القوارب والسفن وبالتالي استنتاج الحلول التصميمية التي من شأنها تخفيف هذا الأثر كما بينا أثر تغير عمق طبقة المياه العذبة في حركة القوارب والسفن.

القسم العملي

قمنا بإجراء دراسة تجريبية وذلك بهدف ملاحظة ورصد تشكل الأمواج الداخلية تحت تأثير حركة نموذج لقارب وتبين تشكل هذه الموجة على السطح الفاصل بين طبقتي المياه المختلفتين بالكثافة وهذا يعني أن هذه الأمواج يمكن أن تنشأ نتيجة لحقل الضغط الناتج عن حركة القوارب.

النتائج والمناقشة

1. ظاهرة الأمواج الداخلية تؤثر بشكل واضح في حركة السفينة وذلك نتيجة زيادة قيمة مقاومة السفينة عند نفس قيمة الغاطس للقوارب والسفن المختلفة وصولاً إلى الضعف تقريباً، عند الإبحار بوجود هذه الظاهرة مقارنة مع قيمها عند الإبحار في مناطق لا تحدث فيها هذه الظاهرة.
2. زيادة غاطس السفينة تؤدي لزيادة المقاومة نتيجة الإبحار بوجود الأمواج الداخلية الناجمة عن تحريض مقدمة السفينة للضغط على السطح الفاصل بين طبقتي المائع.
3. زيادة معامل الشكل تؤدي دوراً إضافياً لزيادة المقاومة عند الإبحار بوجود الأمواج الداخلية.
4. عند مقارنة حقل الضغط الديناميكي بوجود وعدم وجود الأمواج الداخلية للقارب wigley (كذلك الأمر بالنسبة لباقي السفن المدروسة) عند الغاطس T=0.3(m) زيادة قيمة المقاومة بسبب ظاهرة الأمواج الداخلية وهذا يعني انخفاض سرعة السفينة مما سيؤدي إلى انخفاض الضغط الديناميكي بسبب وجود ظاهرة الأمواج الداخلية.
5. انخفاض الموجة عند مقدمة القارب والسفينة ثم ترتفع عند المؤخرة حيث إن الارتفاع الكبير للموجة الداخلية من جهة المؤخرة يعمل على كبح الحركة وبالتالي زيادة المقاومة المؤثرة وهذا يتطابق مع نتائج التجربة، كما يُلاحظ زيادة سعة هذه الموجة مع زيادة الغاطس.
6. يمكن اختيار بارامترات شكل السفينة الأساسية في مرحلة التصميم بحيث يكون معامل الشكل CB أقل ما يمكن عندما تكون هذه السفن مخصصة للإبحار في مناطق متغيرة الكثافة.
7. انخفاض قيمة مقاومة السفينة مع زيادة سماكة طبقة المياه العذبة إلى درجة زوال أثر هذه الظاهرة عندما تكون هذه السماكة (4.66×T) حوالي خمسة أضعاف الغاطس.

المراجع

[1]- M. J. Mercier1,*, R. Vasseur1,**, and T. Dauxois1- 2011. Resurrecting dead-water phenomenon. Nonlin. Processes Geophys., 18, 193–208, 2011
[2]- Chen et al An investigation on internal solitary waves in a two-layer fluid: Propagation and reflection from steep slopes , 2007.
[3]- Guan-Yu Chen, Derivation of internal solitary wave amplitude in the South China Sea deep basin from satellite images, 2011.
[4]- Zaman, Hasanat; Millan, Jim, 2012. An overview of internal waves in the ocean. NRC Publications Archive .Archives des publications du CNRC.
[5] James K.E. Tunaley: SIMULATION OF INTERNAL WAVE WAKES AND COMPARISON WITH OBSERVATIONS, 2013. Defence R&D Canada – Ottawa.
[6] Grue, J., Bourgault, D., & Galbraith, P. S. (2016). Supercritical dead water: Effect of nonlinearity and comparison with observations. Journal of Fluid Mechanics, 803(2016), 436–465. https://doi.org/10.1017/jfm.2016.518
[7] Esmaeilpour, M. (2017). A ship advancing in a stratified fluid: the dead water effect revisited [The University of Iowa Iowa City, Iowa]. https://doi.org/10.17077/etd.5z2auqslFollowthisandadditionalworksat:https://ir.uiowa.edu/etd