



Simulation of the Effect of the Holey-Sock Drogue on the Drifter Performance

Milad Peimani¹, Nader Kharestani^{2,*}, Mohammad Reza Khalilabadi³

¹ M.Sc. of Mechanical Engineering, Faculty of Mechanic Engineering, Shiraz University of Technology, Shiraz, Iran

² M.Sc. of Electrical Engineering, Faculty of Naval Aviation, Malek Ashtar University of Technology, Iran

³ Assistant Professor, Faculty of Naval Aviation, Malek Ashtar University of Technology, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2021/05/25

Revised: 2021/12/11

Accepted: 2021/07/1

Keywords:

Drifter

Drogue

current

Lagrangian

* Corresponding author:

kharestani_n@mut.ac.ir

((0917) 8152889

ABSTRACT

Background and Objectives: The Lagrangian SVP drifter, developed by Niller, has a good non-slip flow tracking capability in a variety of atmospheric conditions due to its holey-sock drogue. An important factor in the design of drifters is the surface drag coefficient. In the design of drifters, the drag area coefficient of the drogue should be about 40 times of total drag area coefficient of the surface float and tether, and also the amount of torque applied to the tether should be low to minimize the slip of the float surface in waves and strong winds.

Methods: In this research, ANSYS-FLUENT has been used to investigate the holey-sock drogue in three-dimensional turbulent environment. Flow field around the holey-sock drogue clarified the rule of them on hydrodynamic forces. Holes on the drogue cause uniform distribution of the pressure and viscous force around the drogue.

Findings: By modeling the blade drogue, it was found that the presence of the blade on the drogue causes a significant increase in pressure force, which in turn increases the drag coefficient, but these blades cause an undesirable increase in torque on the tether.

Conclusion: It was found that if the blade width is about 10% of the drogue diameter, the drag coefficient is improved by 26%, while the torque on the tether changes by only 3%.



NUMBER OF TABLES

2



NUMBER OF FIGURES

10



NUMBER OF REFERENCES

26

مقاله پژوهشی (علوم دریایی)

شبیه سازی تأثیر حفره های دراگو در عملکرد دریفت

میلاذ پیمانی^۱، نادر خارستانی^{۲*}، محمدرضا خلیل آبادی^۳^۱ کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شیراز، ایران^۲ کارشناس ارشد مهندسی برق، مجتمع دانشگاهی هوادریا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ایران^۳ استادیار، مجتمع دانشگاهی هوادریا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۴	<p>پیشینه و اهداف: دریفت لاگرانژی حفره دار، که به همت نیلر ساخته شد، به علت وجود حفره در دراگو آن از خصوصیت خوب دنبال کنندگی جریان بدون لغزش در شرایط مختلف جوی برخوردار است. فاکتور مهم در طراحی دریفتها ضریب پسای سطح دراگو می باشد. یک دریفت خوب بایستی ضریب پسای سطح آن در حدود ۴۰ برابر مجموع ضریب پسای سطح شناور سطحی و قلاب باشد و همچنین میزان گشتاور وارد بر قلاب نیز باید کم باشد تا لغزش سطح شناوری در امواج و بادهای شدید به حداقل برسد.</p> <p>روشها: در این پژوهش با استفاده از مدل انسیس فلوئنت، دراگو دریفت دارای حفره در محیط سه بعدی با استفاده از تئوری جریان مغشوش تحلیل شده است.</p> <p>یافتهها: با مقایسه کانتورهای سرعت و فشار و بردار سرعت در حول حفره های دراگو مشخص گردید که وجود حفره ها بر روی دراگو باعث توزیع بهتر نیروهای هیدرودینامیکی حول دراگو می شود و در نتیجه عامل برتری دریفت حفره دار نسبت به سایر دریفت های لاگرانژی در شرایط متفاوت جوی می باشند.</p> <p>نتیجه گیری: نتایج نشان می دهد وجود حفره داخلی دراگو سبب افزایش نیروی لزجت و وجود حفره جانبی دراگو سبب افزایش نیروی فشاری می شود. بهترین آرایش حفره ها روی دراگو نیز به صورت آرایش یکی در میان آنها می باشد.</p>
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۹/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۰	
<p>واژگان کلیدی:</p> <p>دریفت دراگو جریان لاگرانژی</p>	
<p>* نویسنده مسئول kharestani_n@mut.ac.ir</p>	

مقدمه

دریافتهایی که در اوایل دهه ۱۹۸۰ ساخته شده بودند شامل یک سطح شناور، که حاوی باتری‌ها، یک کنترل‌کننده دیجیتالی یا آنالوگ، یک فرستنده ماهواره‌ای، یک پک سنسورهای سطحی و یک دراگو بودند. مطالعات بسیاری برای دست‌یابی به طراحی ایده آل دراگو صورت پذیرفت تا بتواند توانایی دنبال‌کنندگی آب را به حداکثر برساند. موثرترین این تحقیقات مطالعات نیلر بود (۱۶). نیلر دریافت تا زمانی که نسبت مساحت پسا (درگ) در حدود ۴۰ باشد دریفت از دنبال‌کنندگی خوب جریان بهره‌مند هست. نسبت مساحت پسا از تقسیم مساحت پسا (حاصلضرب ضریب پسا به مساحت مقطع) دراگو به مجموع مساحت پساهای دیگر اجزا از جمله سطح شناوری و قلاب بدست می‌آید. این ملاک همچنان در دریافتهای مدرن مدنظر گرفته می‌شود تا اطمینان حاصل شود که میزان لغزش دریافتها می‌تواند در حدود ۰/۹ سانتی متر در ثانیه در بادهای با سرعت حداکثر ۱۰ متر در ثانیه باشد (۱۷).

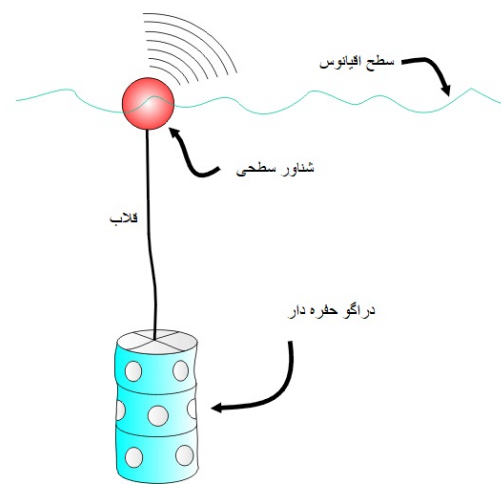
یک پیشرفت جالب، تلفیق مشاهدات دریفت و ارتفاع‌سنجی ماهواره‌ای است که توسط نیلر (۱۸) صورت پذیرفت. او توانست با ترکیب سرعت دریفت Ekman-removed با ناهنجاری‌های سرعت ارتفاع سنج Gridded نشان دهد که در نواحی‌ای به طور واضحی این دو پارامتر باهم همبستگی دارند. ماکسیمکو و همکاران (۱۹) با استفاده از یک رویکرد مشابه یک نقشه از توپوگرافی پویای اقیانوس جهان تولید کردند. در یک مطالعه مشابه ریو و هرناندز (۲۰) مدل Geoid، داده‌های عملیاتی و مشاهدات دریفتها، ارتفاع سنجی و هیدروگرافی را ادغام کردند تا یک جایگزین توپوگرافی داینامیک جهانی تولید کنند. روش‌های مشابه توسط سنتوریونی (۲۱) استفاده شد تا تقسیم بندی بین جریان‌های اکمن و ژئوستروفیک ارزیابی شوند. دریفت، باد، و اطلاعات ارتفاع سنج در مطالعه لامکینگ و گارزولی (۲۲) در سال ۲۰۱۱ ادغام شد تا نوسانات مقیاس آب و هوا در گردش آتلانتیک جنوبی بررسی شوند. همچنین اطلاعات دریفت حفره دار برای بهبود و ارزیابی محصول آنالیز جریان سطح اقیانوس در ثبت ماهواره‌ای OSCAR استفاده شد.

آلفورد و همکاران (۲۳) در سال ۲۰۱۵ با استفاده از زنجیره‌های ترمیستور متحرک، نوعی از دریفتهای گردبادی و دریفتهای حفره دار، به مطالعه ساختار بالایی و فاز سرعت امواج داخلی غیر خطی دامنه بزرگ در دریای جنوب چین پرداختند.

نیلر و ماکاس (۲۴) در پژوهشی دیگر در سال ۱۹۸۹ عملکرد دو نوع دریفت لاکرانژی را در شرایط متفاوت آب و هوایی مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها دو نوع دریفت لاکرانژی را انتخاب کردند. یک دریفت به نام TRISTAR که از نوع دریفت پره دار می‌باشد و به علت پرها از مساحت درگ بسیار بالایی نسبت به دریفت LORAN، که از نوع

بشر از دیرباز تا کنون به نوعی از دریفتها استفاده می‌کرده است، اما تنها پس از دستیابی به دریفتهای کنونی توانست به نقشه‌های جریانهای اقیانوسی در سراسر زمین دست پیدا کند. دریفتها با دنبال کردن جریان‌های اقیانوسی اطلاعاتی چون سرعت و قدرت جریان‌ها، دما، فشار و دیگر داده‌های متناظر با سنسورهای وصل شده به دریفت را به مرکز جمع‌آوری داده‌ها ارسال می‌کنند. این اطلاعات کمک قابل توجهی به پیشرفت علم‌هایی چون اقیانوس‌شناسی، هواشناسی و دریانوردی کرده است (۱-۱۱).

دریفت لاکرانژی مورد تحلیل در این پژوهش از نوع دریفتهای WOCE می‌باشد که پیروی آب خوبی دارد. دریفت WOCE تقریباً مطمئن کار می‌کند و معمولاً طول عمر آن در دریا بیشتر از یک سال است. در مارچ ۲۰۰۷ حدود ۱۳۰۰ دریفت توسط لامکینگ و همکارانش (۱۲) در اقیانوس‌ها رهگیری شدند، که جزئی از یک برنامه جهانی دریفت (GDP) بود. کنترل کیفیت و جمع‌آوری توسط مرکز جمع‌آوری داده دریفت در NOAA در میامی فلوریدا انجام شد (۱۳). دریفت SVP اولیه که در سال ۱۹۹۱ توسط نیلر و سیبرندی (۱۴) ابداع شد موفق‌ترین مدل دریفت می‌باشد که به طور گسترده در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است. مشابه شکل ۱ این دریفت از سه جز اصلی شناور سطحی، قلاب و دراگو حفره‌دار تشکیل شده است. این دریفت از سیستم ردیابی ماهواره Argos برای موقعیت یابی و بازیابی اطلاعات استفاده می‌کند (۱۵). دراگو این دریفت در عمق ۱۵ متری از سطح دریا قرار می‌گیرد و طول آن برابر با ۷ متر می‌باشد و قطری برابر با ۶۱ سانتی متر دارد. البته سایز کوچکتر این دریفت به نام mini-svp به علت مقرون به صرفه بودن و عملکرد خوب دنبال‌کنندگی جریان آن بیشتر مورد توجه می‌باشد و در این پژوهش نیز تأثیرات شکل هندسی دراگو این دریفت مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

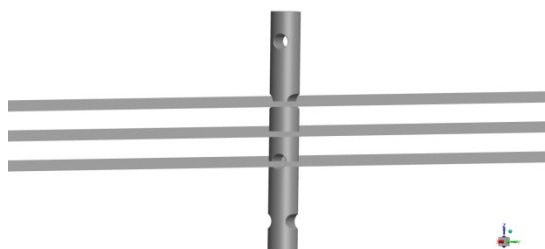


شکل ۱: اجزای دریفت SVP

هندسه، ایجاد شبکه محاسباتی، مشاهده شکل جریان ابزاری بسیار قدرتمند و کارآمد برای حل معادلات RANS در محیط آشفته و یا آرام می‌باشد. هندسه مساله مذکور توسط Desing-modeler در محیط نرم افزار انسیس فلوئنت صورت گرفته است و تولید شبکه محاسباتی نیز توسط نرم افزار ANSYS-Meshing انجام گرفته است.

شرح و بحث

همانطور که در بخش اول بیان گردید، دریفتر SVP به علت داشتن حفره‌های جانبی و داخلی از ضریب پستی سطح مناسبی برخوردار است و این ویژگی سبب عملکرد بهتر این دریفتر نسبت به سایر دریفترها در تمامی شرایط جوی می‌شود. از این جهت ابتدا با بررسی کانتورهای سرعت و فشار حول این حفره‌ها به چگونگی تأثیر این حفره‌ها در جریان دور دراگو پرداخته می‌شود و در ادامه به بررسی اشکال متفاوت دراگو تأثیر این مشخصه‌ها بر عملکرد دریفتر mini-SVP مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. شکل ۲ نحوه قرارگیری صفحه‌های عرضی بر حفره‌ها، که مورد بررسی قرار خواهند گرفت، را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمایی از صفحه‌های عرضی در راستای عمود بر دراگو برای ترسیم کانتورها. صفحه‌ها به ترتیب از بالا به پایین Z1 و Z0, Z2 نام دارند.

با بررسی کانتورهای سرعت و فشار رسم شده در سه مقطع متفاوت در دراگو دریفتر به سادگی می‌توان به تأثیر وجود حفره‌ها بر حرکت جریان حول دراگو پی برد. شکل ۳ کانتور بزرگی سرعت و فشار استاتیکی در مقطع گذرنده از مرکز دراگو (موقعیت Z0 در شکل ۳) را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل سرعت در جلو دراگو در مرکز برخورد جریان به دراگو صفر می‌باشد و در پشت دراگو نیز ویکی از جریان وجود دارد که در این منطقه گردابه‌ها کاملاً شکل می‌گیرند (این گردابه‌ها در کانتورهای جلوتر نشان داده خواهند شد). در طرفین دراگو سرعت در بیشترین حد خود قرار دارد و کانتور سرعت مقداری در حدود ۱/۵ متر بر ثانیه را نشان می‌دهد (سرعت جریان برخوردی ۱ متر بر ثانیه است) در نتیجه در کانتور فشار در این ناحیه حداقل فشار بر روی سطح دراگو مشاهده می‌شود. با توجه به کانتور فشار اختلاف فشار ناحیه طرفین دراگو و جلو و پشت دراگو سبب اعمال نیروی فشاری بر دراگو می‌شود و با توجه به تغییرات زیاد

دریفتر با دراگو حفره‌دار است، برخوردار است. آن‌ها مشاهده کردند که در شرایط آرام جوی دریفتر TRISTAR به علت ضریب پسا بیشتر دنبال کنندگی جریان بهتری را به همراه دارد. اما در زمان‌هایی که بادهای سطحی و امواج سطحی بیشتر باشند کارایی این نوع دریفتر به طور چشم گیری نسبت به دریفتر SVP کاهش می‌یابد و میزان لغزش سطحی در آن افزایش می‌یابد. در نتیجه علاوه بر فاکتور ضریب سطح پسا عامل دیگری در عملکرد دریفترها نیز مؤثر می‌باشد. در ادامه این تحقیقات در سال ۱۹۹۵ نیلر و پادوان (۲۵) و نیلر و پازان (۲۶) در سال ۲۰۰۱ پی بردند که در دریفترهایی که گشتاور وارده به قلاب کم‌تر باشد در شرایط سخت امواج سطحی میزان لغزش شناور سطحی کمتر می‌باشد و دریفتر از دنبال کنندگی بهتری برخوردار است. در نتیجه طراحی دریفتر ایده‌آل باید به گونه‌ای باشد که پسا سطح دراگو حدوداً ۴۰ برابر پسا سطح شناوری و قلاب باشد و علاوه بر آن هندسه دراگو باید گونه‌ای باشد که گشتاور وارد بر قلاب پایین باشد. این گشتاور حاصل گشتاور نیروی های فشاری و لزجی وارد بر دراگو حول محور در راستای قلاب می‌باشند.

روش پژوهش

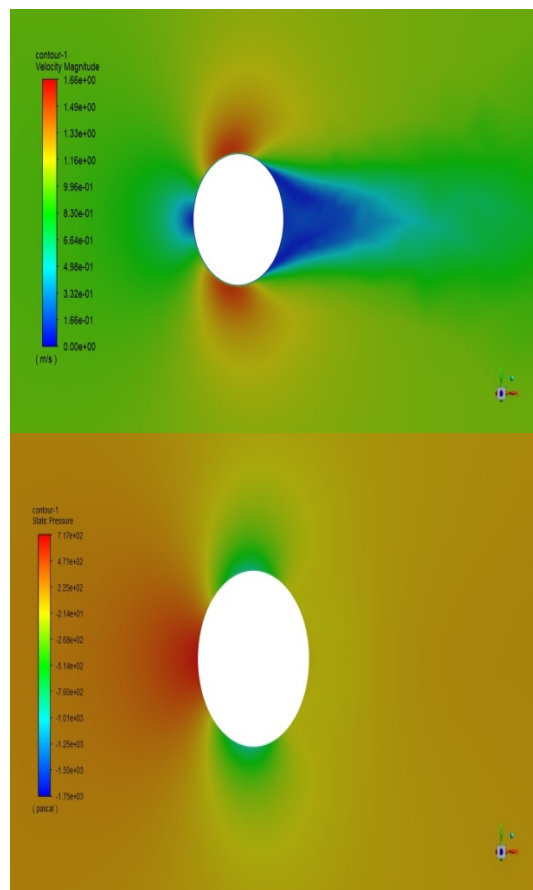
دریفترهای لاگرانژی WOCE ابتدایی دارای یک سطح زیر شناوری به قطر ۲۰ سانتی متر در عمق ۲۷۵ سانتی متری زیر سطح شناوری بودند. و از آن‌جا که نیلر و پادوان پی برده بودند که افزایش گشتاور اعمالی به قلابی که دراگو را به سطح شناوری وصل می‌کند سبب لغزش بیشتر سطح شناوری در اثر امواج سطحی می‌شود، پس از مدتی این زیرسطح شناوری از دریفترهای mini-svp حذف شد. در راستای این پیشرفت لی و سنتورینی (۲۷) در سال ۲۰۱۸ به بررسی تأثیر این زیرسطح شناوری در دریفتر SVP اصلی پرداختند. آن‌ها با مشاهده نتایج این دو مدل دریفتر دریافتند که دریفتر دارای شناور زیرسطحی در شرایط توفانی با بادهای شدید سطحی انحراف معیار سرعت بیش‌تری نسبت به دریفتر بدون شناور زیرسطحی دارد و شناور سطح آب بر اثر امواج سطحی درای لغزش بیش‌تری است. این شناور زیرسطحی علاوه بر کاهش ضریب مساحت پسا (به علت اضافه شدن مساحت پسا اضافه‌تر به مجموع مساحت پسا شناور سطحی و قلاب) سبب افزایش گشتاور وارد بر قلاب در شرایط جوی سخت نیز می‌شود و کاملاً سبب کاهش عملکرد دریفتر SVP می‌باشد. در نتیجه، حذف آن در طراحی‌های جدید دریفترهای mini-svp کاری کاملاً منطقی و صحیح بوده است.

دریفتر mini-svp در سال ۲۰۰۳ توسط نیلر (۱۸) به منزله افزایش ضریب پسای سطح و هم‌چنین کمتر شدن وزن و کاهش هزینه‌های تولید ساخته شد.

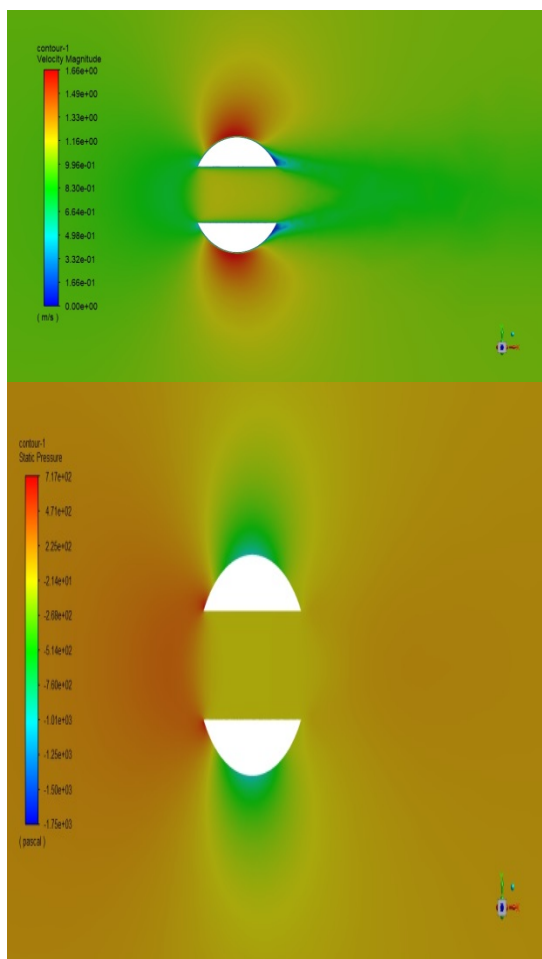
برای مدل‌سازی عددی از برنامه ANSYS-Fluent استفاده شده است. برنامه انسیس فلوئنت با دارا بودن برنامه‌های کمکی برای تولید

شود و همچنین با افزایش نیروی پسا سبب افزایش ضریب پسای سطح و در نتیجه کاهش لغزش دریا می‌شود. شکل ۵ این کانتورها را در مقطع دیگر نشان می‌دهد که حفره‌ها در قسمت جانبی دراگو قرار دارند. با توجه به این شکل مشاهده می‌شود که مجدد سهم نیروی فشاری به علت افزایش اختلاف فشار، و همچنین افزایش مساحت مؤثر این اختلاف فشار، بیش‌تر شده است. از طرفی به علت کاهش مساحتی که در آن تغییرات سرعت بالا مشاهده شود سبب کاهش نیروی لزجت وارد بر دراگو در این قسمت شده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که نحوه قرارگیری حفره‌ها، به این گونه‌ای که در دریا SVP طراحی شده‌اند، سبب توزیع یکنواخت‌تری از بر نیروهای فشاری و لزجی نسبت به یک سیلندر صاف و بدون حفره می‌شود و این نحوه توزیع نیرو خود عامل کاهش لغزش دراگو در زمانی می‌باشد که دراگو در گردابه‌های اقیانوسی با تغییرات سرعت بالا (گرادیان‌های بالای سرعت نیروی لزجت را افزایش می‌دهند) گرفتار می‌شود و در نتیجه عامل عملکرد بهتر دریافتهای SVP نسبت به دیگر دریافتهای هم‌سین ویژگی خاص هندسی می‌باشد.

فشار، نیروی فشاری بیش‌ترین سهم نیروی پسا وارد بر دراگو را به خود اختصاص می‌دهد. از طرفی سهم کوچک نیروی لزجت را نیز می‌توان با دقت به کانتور سرعت پی برد، زیرا در این کانتور تنها در ناحیه کوچک طرفین دراگو میزان بزرگی از تغییرات سرعت مشاهده می‌شود در نتیجه تنش حاصل از این گرادیان سرعت در ناحیه کمی اعمال شده و میزان جزیبی‌تری از نیروی پسا کل وارد بر دراگو را در برمی‌گیرد.

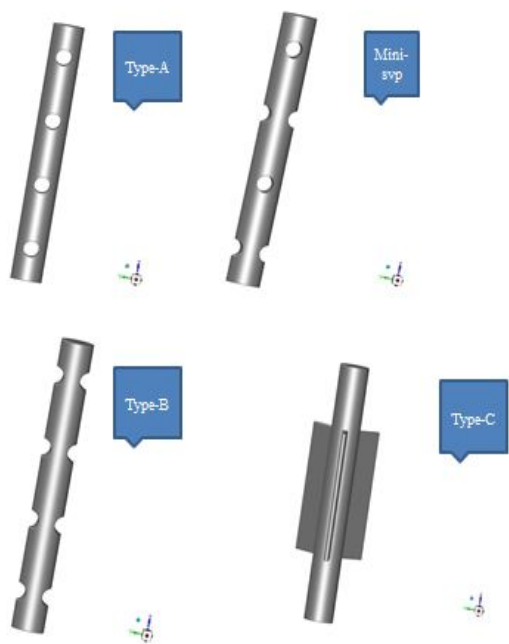


شکل ۳: کانتور بزرگی سرعت و فشار استاتیکی در صفحه x-y در موقعیت Z0

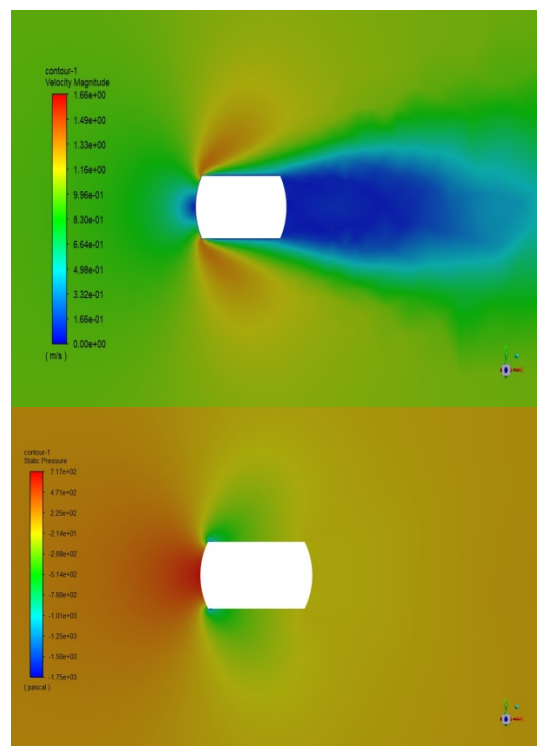


شکل ۴: کانتور بزرگی سرعت و فشار استاتیکی در صفحه x-y در موقعیت Z1

شکل ۴ نیز کانتور سرعت و فشار در ناحیه حفره داخلی دراگو (صفحه Z1) را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل مشاهده می‌شود که این حفره به علت این که به جریان اجازه گذر کردن می‌دهد از تغییرات کمتر فشار نسبت به شک ۳ بر خوردار است ولی گرادیان سرعت در طرفین دراگو بیش‌تر است. به نوعی می‌توان تعبیر نمود که وجود حفره در وسط دراگو سبب برقراری نوعی تعادل در نیروی فشاری و لزجت وارد بر دراگو می‌شود و به نوعی سهم نیروی لزجت از نیروی پسا کل را افزایش می‌دهد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که وجود حفره در دراگو سبب برقراری نوعی تعادل در تقسیم نیروی فشاری و لزجی اعمالی بر دراگو می‌شود و این امر با افزایش سرعت جریان و بزرگ‌تر شدن گرادیان‌های سرعتی سبب دنبال کنندگی بهتر جریان در اثر نیروی اصطکاک وارد بر سطح دراگو می‌شود.



شکل ۶: هندسه‌های متفاوت طراحی شده برای بررسی تاثیرات هندسه دراگو در عملکرد دریفت‌ر.



شکل ۵: کانتور بزرگی سرعت و فشار استاتیکی در صفحه x-y در موقعیت Z2

در جدول ۱ گشتاور کل و نیروهای هیدرودینامیکی وارد بر دراگو و جدول ۲ ضریب پسا، مساحت مقطع پسا و حاصلضرب این دو که عامل بررسی میزان لغزش توسط نیلر می‌باشد نشان داده شده‌اند.

جدول ۱: گشتاور کل و نیروهای هیدرودینامیکی وارد بر دراگو.

مدل	F_p [N]	F_v [N]	F_t [N]	M_t [N/m]
Mini-SVP	662.6	26.08	688.69	1712.08
Type-A	565.63	29.82	595.46	1451.7
Type-B	749.99	22.38	772.38	1885.76
Type-C	802.08	23.32	824.4	2011.57
Type-D	590.95	25.55	616.5	1504.4

جدول ۲: ضریب پسا، مساحت مقطع پسا و حاصلضرب این دو.

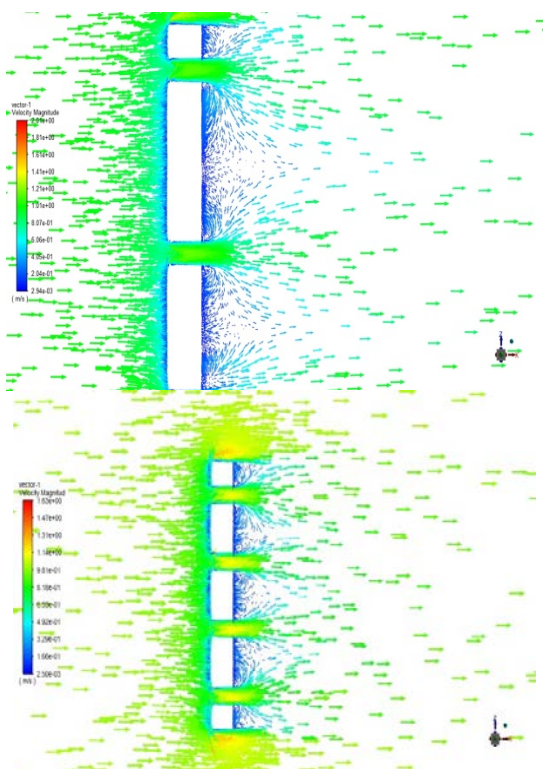
مدل	C_d $\left[\frac{N \cdot s^2}{kg \cdot m} \right]$	A_z [m ²]	$C_d \cdot A_z$
Mini-SVP	425.77	0.3721	158.43
Type-A	368.14	0.3721	136.98
Type-B	477.52	0.3721	177.68
Type-C	510.29	0.555	283.21
Type-D	381.14	0.3721	141.82

در بالا مشاهده شد که وجود حفره‌ها بر روی دراگو سبب می‌شود که نیروهای فشاری و لزجتی در شرایط متفاوت جریان به گونه‌ای بر روی سطح دراگو توزیع شود که سبب شود که دراگو بهترین دنبال کنندگی جریان را داشته باشد. با توجه به کانتورهای ترسیم شده مشخص شد که وجود حفره داخلی سبب افزایش نیروی لزجت و وجود حفره کناری سبب تقسیم نیروی لزجتی و فشاری می‌شود. در این قسمت با توجه به مشاهدات قسمت پیش چهار حالت شکلی دراگو دریفت‌ر mini-svp در سرعت جریان یک متر بر ثانیه مورد تحلیل قرار گرفته است. در این طراحی‌ها تعداد طبقات دراگو (دراگو شده است. ارتفاع طبقات، ارتفاع کلی دراگو، قطر دراگو و قطر حفره‌ها تماماً مطابق دریفت‌ر mini-svp می‌باشد و تنها اشکال قرار گیری حفره‌ها متفاوت شده است.

با توجه به شکل ۶ دریفت‌ر Type-A مدلی است که تنها شامل چهار حفره داخلی می‌باشد. دریفت‌ر Type-B از چهار ردیف حفره کناری تشکیل شده است. دریفت‌ر Type-C از دراگو بدون حفره با سه پره به عرض ۰/۱ متر که معادل با ۱۶ درصد قطر دراگو تشکیل شده است. دریفت‌ر Type-D نیز تنها یک سیلندر بدون حفره در ابعاد دریفت‌ر mini-svp می‌باشد.

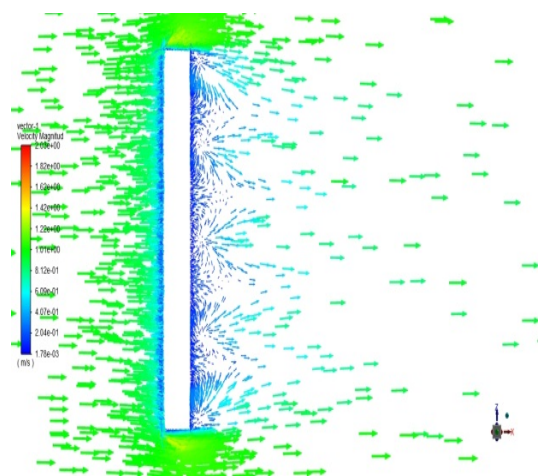
یافته‌ها

صورتی که گردابه‌های تشکیل شده در پشت مدل Type-A بسیار کوچکتر می‌باشد. این گردابه‌ها خود عامل افزایش نیروی فشاری و همچنین گشتاور اعمالی بر دراگو می‌باشند.



شکل ۷: بردار بزرگی سرعت برای مدل اصلی و مدل Type-A در صفحه x-z گذرنده از مرکز دراگو.

در شکل ۸ نیز مشاهده می‌شود که دراگو بدون حفره مانند سدی در جلوی جریان قرار گرفته است و در پشت دراگو الگوی چرخشی صحیحی از جریان شکل نگرفته است و می‌تواند سبب لغزش دراگو در سرعت‌های بالای ناگهانی شود. در شکل ۱۰ الگوی مسیر خطوط جریان برای نوع دریفت mini-svp ترسیم شده است.



شکل ۸: بردار بزرگی سرعت برای دو مدل Type-B و Type-C در صفحه x-z گذرنده از مرکز دراگو.

در بخش پیش مشاهده شد که حفره داخلی سبب افزایش نیروی لزجت و کاهش نیروی فشاری می‌شود. با توجه به جدول ۵ با مقایسه مدل Type-A با مدل اصلی (mini-svp) کاملاً صحت مطلب بیان شده اثبات می‌شود و مشاهده می‌شود که در این دراگو میزان نیروی فشاری از مدل اصلی کمتر و میزان نیروی لزجی بیشتر است. اما در برآیند کلی میزان نیروی درگ کاهش یافته است و در نتیجه مقدار ضریب مساحت پسا نسبت به مدل اصلی کاهش یافته است. در نتیجه تنها اعمال حفره نمی‌تواند سبب افزایش عملکرد دراگو شود. نکته جالب توجه در این مدل دراگو این است که میزان گشتاور درگ نیز نسبت به مدل اصلی کاهش یافته است. از این جهت می‌توان نتیجه گرفت که وجود حفره در دراگو سبب کاهش گشتاور اعمالی بر قلاب نیز می‌شود.

با مقایسه مدل Type-B با مدل اصلی مشاهده می‌شود که وجود حفره‌های کناری سبب افزایش نیروی فشاری و کاهش نیروی لزجی نسبت به مدل اصلی می‌شود. هم‌چنین برآیند نیروی درگ و در نتیجه ضریب پسای سطح نیز بهبود یافته است. اما نکته منفی این مدل دراگو در افزایش گشتاور وارد بر قلاب می‌باشد که سبب می‌شود این طراحی نیز در زمانی که سرعت باد و امواج سطحی زیاد است سبب لغزش زیاد سطح شناوری در نتیجه خطای اندازه‌گیری شود. از این مدل می‌توان این نتیجه را گرفت که وجود حفره‌های کناری دراگو سبب افزایش نیروی فشاری و کاهش نیروی لزجی و در نتیجه افزایش گشتاور وارد بر دراگو می‌شود. با بررسی و مقایسه نیروهای فشاری و اصطکاکی بر مدل Type-C مشاهده می‌شود که ایجاد پره بروی دراگو سبب تقویت هر دو نیرو شده است و هم‌چنین گشتاور وارد بر قلاب نیز به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. هم‌چنین با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌گردد که وجود پره‌ها علاوه بر افزایش ضریب نیروی پسا سبب افزایش ضریب C_d به علت افزایش میزان مساحت مقطع شده است.

با مقایسه Type-D، که تنها یک سیلندر است، با مدل اصلی مشاهده می‌شود که انتخاب سیلندری بدون حفره برای دراگو باعث کاهش نیروی فشاری و لزجت و برآیند آن دو می‌شود. در نتیجه دراگو از ضریب مساحت پسا کوچک‌تری برخوردار می‌شود و دنبال‌کنندگی جریان پایین‌تری را به طبع به همراه خواهد داشت.

برای دستیابی به فهمی بهتر از چگونگی عملکرد حفره‌ها و تاثیر آن‌ها بر نیروهای هیدرودینامیکی در بالا بردارهای بزرگی سرعت برای این چهارمدل ترسیم شده است. با توجه به شکل ۷ مشاهده می‌شود که در مدل Type-A به علت بیشتر بودن تعداد حفره‌ها میزان مساحتی که تحت سرعت با گردان بالاتر هست نیز بیشتر می‌شود و این امر سبب افزایش نیروی لزجی در این مدل دراگو هست. هم‌چنین مشاهده می‌شود که در دراگو اصلی به علت بیشتر بودن فاصله دو حفره از هم گردابه چرخشی پشت محفظه ایجاد شده است در

نتیجه گیری

در این پژوهش با مدل سازی اشکال مختلف دراگو و شبیه سازی کانتورهای سرعت و فشار، چگونگی تأثیر حفره های دراگو بر عملکرد دریفتر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش را می توان در قالب عبارات زیر دسته بندی نمود:

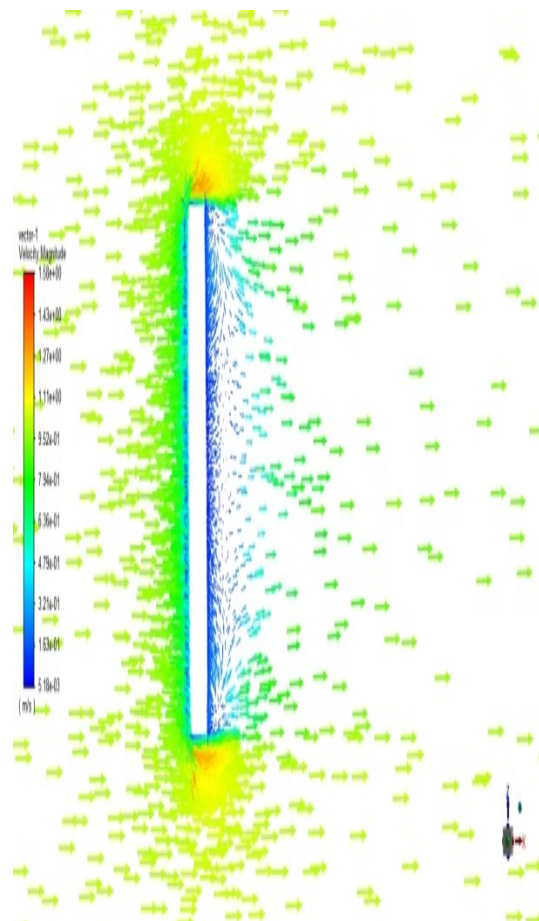
- انتخاب سیلندری بدون حفره برای دراگو باعث کاهش نیروی فشاری و لزجت و برآیند آن دو می شود. در نتیجه دراگو از ضریب مساحت پسا کوچک تری برخوردار می شود و دنبال کنندگی جریان پایین تری را به طبع به همراه خواهد داشت.
- وجود حفره بر روی دراگو سبب توزیع یکنواخت نیروهای فشاری و لزجی بر روی دراگو می شود.
- افزایش نیروی لزجت و حفره داخلی سبب افزایش نیروی فشاری می شود
- بهترین آرایش برای حفره ها به صورت آرایش یکی در میان حفره داخلی و جانبی می باشد.
- در اثر افزایش فاصله دو حفره از هم، گردابه چرخشی پشت محفظه ایجاد می شود، در صورتی که کاهش این فاصله باعث می شود گردابه های تشکیل شده در پشت دریفتر بسیار کوچکتر شود. این گردابه ها خود عامل افزایش نیروی فشاری و هم چنین گشتاور اعمالی بر دراگو می باشند.

مشارکت نویسندگان

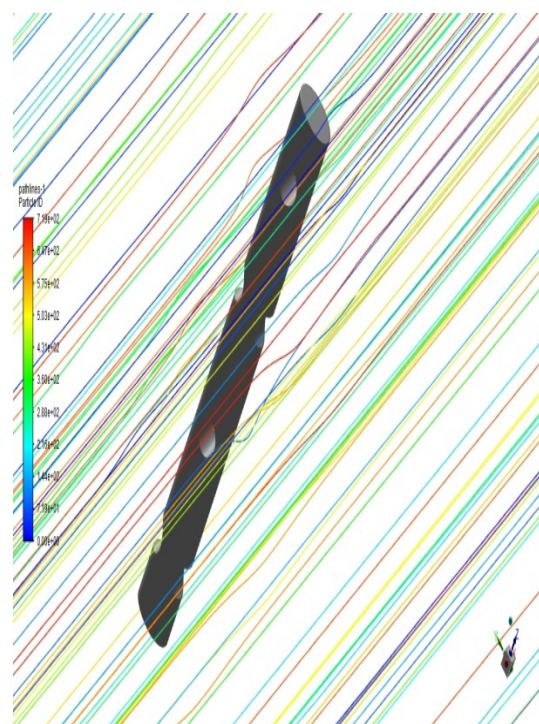
این مقاله حاصل پروژه دانشجویی نویسنده اول است. نویسندگان دوم و سوم به ترتیب اساتید مشاور و راهنمای این پژوهش می باشند.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»



شکل ۹: بردار بزرگی سرعت برای مدل Type-D در صفحه x-z گذرنده از مرکز دراگو.



شکل ۱۰: الگوی مسیر خطوط جریان برای دریفتر mini-svp

References

- Centurioni L, Horányi A, Cardinali C, Charpentier E, Lumpkin R. "A global ocean observing system for measuring sea level atmospheric pressure: Effects and impacts on numerical weather prediction,". *Bullet America Meteorol Soc.* 2017;**98**(2):231-238. doi: [10.1175/BAMS-D-15-00080.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00080.1)
- Hosseini SH, Akbarinasab M, Khalilabadi MR. "Numerical simulation of the effect internal tide on the propagation sound in the Oman Sea,". *J Earth Space Physic.* 2018;**44**(1):215-225. doi: [10.22059/jesphys.2018.221834.1006867](https://doi.org/10.22059/jesphys.2018.221834.1006867)
- Ghorbani A, Khalilabadi MR. "Positioning Using Classification and Regression: Case study of Oman Sea," (in eng), *International Journal of Coastal and Offshore Engineering, Res.* 2020;**4**(3):35-41.
- Khalilabadi MR. "Underwater Terrain and Gravity aided inertial navigation based on Kalman filter," (in eng), *International Journal of Coastal and Offshore Engineering, Res.* 2020;**4**(3):15-21.
- Khalilabadi MR, Shojaezadeh SA, Dehghani Ashkzari G. "Estimation of Flow Velocity Using Entropy Theory and Verification by Experimental Flume and Natural Rivers Data," *Hydrophysic.* 2020;**6**(1):21-34.
- Khalilabadi MR. "The effect of meteorological events on sea surface height variations along the northwestern Persian Gulf,". *Curr Sci.* 2016;**110**(11):00113891. doi: [10.18520/cs/v110/i11/2138-2141](https://doi.org/10.18520/cs/v110/i11/2138-2141)
- Khalilabadi MR, Sadrinassab M, Chegini V, Akbarinassab M. "Internal Wave Generation in the Gulf of Oman (Outflow of Persian Gulf)," 2015.
- Mahpeykar O, Khalilabadi MR. "Numerical modelling the effect of wind on Water Level and Evaporation Rate in the Persian Gulf,". *Int J coastal offshore engineer.* 2021;**5**(1):47-53. doi: [10.52547/ijcoe.5.2.47](https://doi.org/10.52547/ijcoe.5.2.47)
- Mollaesmaeilpour S, Mohammad Mahdizadeh M, Hasanzade E, Khalilabadi MR. "The Study of Hydrophysical Properties of the Northern Arabian Sea During Monsoon: a Numerical Study,". *Hydrophysic.* 2019;**5**(1):47-59.
- Khalilabadi MR, Sadrinasab M, Chegini V, Akbarinasab M. "Three Dimensional Modeling of Nonlinear Internal Waves in the Gulf of Oman Shelf Region,". *J Oceanograph Res Original Regular.* 2015;**6**(22):19-28.
- Mollaesmaeilpour S, Khalilabadi M, M., Khalilabadi MR. "3D Modeling of Wind-Driven Circulation In The Northern Indian Ocean During Monsoon,". *J Oceanograph Res Original Regular.* 2019;**10**(38):17-28. doi: [10.29252/joc.10.38.17](https://doi.org/10.29252/joc.10.38.17)
- Lumpkin R, Pazos M. "Measuring surface currents with Surface Velocity Program drifters: the instrument, its data, and some recent results,". *Lagrangian anal predict coastal ocean dynamic.* 2007;**2**:39.
- Niiler P. "The world ocean surface circulation," in *International Geophysics Elsevier.* 2001;**77**:193-204. doi: [10.1016/S0074-6142\(01\)80119-4](https://doi.org/10.1016/S0074-6142(01)80119-4)
- Niiler P, Paduan J, Sybrandy A, Sombardier L. "The WOCE/TOGA Lagrangian surface drifter," in *OCEANS 91: ocean technologies and opportunities in the Pacific for the 90's*, October 1-3, 1991, Honolulu HI1991.
- Lumpkin R, Ozgokmen T, Centurioni L. *Advances in the Application of Surface Drifters.* *Ann Rev Mar Sci.* 2017;**9**:59-81. doi: [10.1146/annurev-marine-010816-060641](https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060641) pmid: [27575739](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27575739/)
- Niiler PP, Paduan JD. Wind-driven motions in the northeast Pacific as measured by Lagrangian drifters. *Journal of Physical Oceanography.* 1995;**25**(11):2819-2830.
- Niiler PP, Paduan JD. "Wind-driven motions in the northeast Pacific as measured by Lagrangian drifters,". *J Physic Oceanograph.* 1995;**25**(11):2819-2830. doi: [10.1175/1520-0485\(1995\)025<2819:WDMITN>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1995)025<2819:WDMITN>2.0.CO;2)
- Niiler P. "A brief history of drifter technology," in *Workshop on Autonomous and Lagrangian Platforms and Sensors*2003.
- Maximenko N, Hafner J, Niiler P. Pathways of marine debris derived from trajectories of Lagrangian drifters. *Mar Pollut Bull.* 2012;**65**(1-3):51-62. doi: [10.1016/j.marpolbul.2011.04.016](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.04.016) pmid: [21696778](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21696778/)
- Rio MH, Hernandez F. "High-frequency response of wind-driven currents measured by drifting buoys and altimetry over the world ocean,". *J Geophysic Res Ocean.* 2003;**108**(C8). doi: [10.1029/2002JC001655](https://doi.org/10.1029/2002JC001655)
- Centurioni L. "Observations of large-amplitude nonlinear internal waves from a drifting array: Instruments and methods,". *J Atmospheric Oceanic Technol.* 2010;**27**(10):1711-1731. doi: [10.1175/2010JTECHO774.1](https://doi.org/10.1175/2010JTECHO774.1)
- Lumpkin R, Garzoli S. "Interannual to decadal changes in the western South Atlantic's surface circulation,". *J Geophysic Res Ocean.* 2011;**116**(C1). doi: [10.1029/2010JC006285](https://doi.org/10.1029/2010JC006285)
- Alford MH, Peacock T, MacKinnon JA, Nash JD, Buijsman MC, Centurioni LR, et al.

- Corrigendum: The formation and fate of internal waves in the South China Sea. *Nature*. 2015;**528**(7580):152. doi: 10.1038/nature16157 pmid: 26580017
24. Mackas DL, Crawford WR, Niiler PP. "A performance comparison for two Lagrangian drifter designs," *Atmosphere-Ocean*. 1989;**27**(2):443-456. doi: 10.1080/07055900.1989.9649346
25. Paduan JD, Rosenfeld LK. "Remotely sensed surface currents in Monterey Bay from shore-based HF radar (Coastal Ocean Dynamics Application Radar)," *Journal of Geophysical Research: Ocean*. 1996;**101**(C9):20669-20686. doi: 10.1029/96JC01663
26. Pazan SE, Niiler PP. "Recovery of near-surface velocity from undrogued drifters," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technol.* 2001;**18**(3):476-489. doi: 10.1175/1520-0426(2001)018<0476:RONSVF>2.0.CO;2
27. Lee DK, Centurioni L. "Water following characteristics of Global Drifter Program drifters with and without subsurface float," *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Paper*. 2018;**137**:20-29.

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Peimani, M., M.Sc. of Mechanical Engineering, Faculty of Mechanic Engineering, Shiraz University of Technology, Shiraz, Iran (Peimani.milad@gmail.com)

 0000-0002-8540-9619

Kharestani, N., M.Sc. of Electrical Engineering, Faculty of Naval Aviation, Malek Ashtar University of Technology, Iran

(kharestani_n@mut.ac.ir)

 0000-0002-0764-4226

Khalilabadi, M. R., Assistant Professor, Faculty of Naval Aviation, Malek Ashtar University of Technology, Iran

(khalilabadi@mut.ac.ir)

 0000-0002-7000-1848



HOW TO CITE THIS ARTICLE

Citation (Vancouver) Peimani, M. Kharestani, N. Khalilabadi, M. R. *Simulation of the Effect of the Holey-Sock Drogue on the Drifter Performance. J Oceanography*. 2022, 13(50): 107-116

 <http://doi.org/10.52547/joc.13.50.107>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1668-fa.html>

 <https://orcid.org/0000-0002-8311-5238>



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.