



تحلیل نتایج تست هاورکرافت یونس ۲۲ در مسیر جزیره کیش - بندر چارک

مهندس علی دهقانیان^۱ - مهندس حمید جوادی^۲ - مهندس کامبیز عالمپور^۳
دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع دانشگاهی علوم و فناوری دریایی، پژوهشکده هوادریا-شیراز
ali_dehghanian@yahoo.com

چکیده

هاورکرافت یونس ۲۲ اولین نسل هاورکرافتهای کلاس متوسط ایرانی است که به صورت موفق کلیه تستهای محیطی خود را پشت سر گذاشته است. ادامه تستهای هاورکرافت یونس ۲۲ در خلیج فارس و ارزیابی شاخص های طراحی این شناور در محیط واقعی عملکرد از مهمترین مباحث تست و تحویلگیری شناور به شمار می آید و بر این اساس و برابر هماهنگی های به عمل آمده این شناور در ماههای تیر - مرداد و شهریور (شرایط گرم منطقه) و در ماههای دی و بهمن (شرایط معتدل منطقه) مورد تست و آزمون عملی قرار گرفت. در این مقاله شرایط محیطی منطقه و وضعیت آب و هوایی تشریح گردیده تا درک و شناخت بهتری نسبت به نتایج بدست آمده حاصل گردد. مطالعه روند تکمیلی تست و آزمون استاتیکی و دینامیکی هاورکرافت یونس ۲۲ در منطقه خلیج فارس دارای نتایج بسیار موثری در زمینه تطابق شاخص های طراحی و موارد بدست آمده در تست می باشد.

کلمات کلیدی: هاورکرافت - تست محیطی - خلیج فارس - hump-پسای موج سازی



۲- کارشناس ارشد مکانیک-ریاست پژوهشکده هوادریا

۳- کارشناس ارشد هوا دریا - عضو هیئت پژوهشی موسسه آموزشی و تحقیقاتی

مقدمه

هوانایونس ۲۲ باقابلیت حمل ۱۸ نفریکی دیگر از طرحهای عمده این پژوهشکده میباشدکه بااستفاده ازسازه پوسته ای - اسکلتی طراحی شده است .استفاده ازداکت فایبرگلاس راندمان این هواناورا نسبت به هاورکرافت یونس ۲۱ تا ۲۰ درصدافزایش میدهد. استفاده ازسیستم انتقال قدرت با شافت بلندتا حدود زیادی مشکلات قبلی را برطرف نموده وکاهش ارتفاع سازه سخت از وزن کلی آن کاسته است. تقسیم سازه به کمپارتمانهای آببندی و وجود تانکهای شناوری در زیر بالک ها از غرق شدن هواناو در زمان بروز صانه جلوگیری می کنند[۱].

تست هاورکرافت یونس ۲۲ (شکل ۱) و مرحله اجرایی آزمونهای تست به صورت یک برنامه خلاصه به مرحله اجرا گذاشته شد و در ظرف مدت یکسال کلیه تستهای آن به صورت عملی محقق گردیدو نکته حائز اهمیت در ان بود که در فرایند تست نحوه عملکرد تیم پروژه به گونه ای بود که بدون اخلال در روند سیستماتیک پروژه به کلیه اهداف مورد نظر دست یافته شد. به صورت خلاصه می توان برنامه کاری هاورکرافت یونس ۲۲ را در خلیج فارس به شرح زیر تقسیم نمود.

استفاده از ملخ هوایی با گام متغیر کنترل حرکتی و سرعت هواناو را در شرایط مختلف کنترل نموده و حتی با کاهش میزان نیروی جلوبری (thrust) از حرکت هواناو جلوگیری میکند[۲]. استفاده از بالشتکهای باز با ایجاد حرکت نرم و راحت هواناو بر روی موانع شرایطی را بوجود آورده است تا در اسرع وقت و کمترین هزینه نسبت به تعمیر آن اقدام شود. این هواناو با استفاده از یک موتور دیزل هوایی نیروی مورد نیاز خود را تامین کرده و با بکار گیری فن سانترفیوژ هاور شده و با استفاده از ملخ گام متغیر حرکت نموده و سرعت حرکتی خود را کنترل می نماید. سیستمهای کلی هواناو یونس ۲۲ مناسب شرایط بومی بوده و بهینه سازی قسمتهای اساسی آن راندمان کلی را افزایش داده است . مقاله حاضر در برگیرنده بخشی از نتایج تستهای ایستگاهی و آزمایشگاهی هاورکرافت یونس ۲۲ می باشد که در آذرماه سال ۱۳۸۲ در جزیره کیش صورت پذیرفته است .

جزیره کیش و ویژگیهای آن

تست هاورکرافت در جزیره کیش و قرار گرفتن ان در شرایط دریایی واقعی و در از ساحل از اهمیت زیادی بر خوردار بود. کیش به نسبت وسعت خود دارای یکی از وسیع ترین ساحل هاست و در دنیا کمتر ساحلی را می توان یافت که در وسعت سواحل کیش قابل استفاده باشد (شکل ۲). سواحل کیش برخلاف بسیاری از سواحل دنیا که از ماسه خاکستری پوشیده شده است، پوشش مرجانی دارد آب دریا در سواحل کیش شفاف و زلال، کف آن تا عمق چند متری به راحتی قابل رویت است. جزیره کیش در ناحیه میانی و حاشیه بالایی خلیج فارس می باشد. این جزیره به سرزمینهای بخش انتهایی زاگرس نزدیک بوده و دارای خطوط کشتیرانی به بندر لنگه و چارک و بندر عباس می باشد.

درجه حرارت جزایر در تابستان از (۲۲) تا (۵۰) درجه و در زمستان از (۸) تا (۲۸) درجه سانتی گراد می رسد. جزیره کیش، در تابستان دارای گرمائی تا (۴۵) درجه سانتی گراد است (شکل ۳) ولی در قسمت شمالی بعلت وجود



درختان زیاد هوا نسبتاً بهتر و قابل تحمل تر است. جزایر ایرانی خلیج فارس در حقیقت دارای دوفصل می باشند. تست هاورکرافت یونس ۲۲ و بررسی نتایج تحلیلی ناشی از تست دارای اهمیت فراوان می باشد.

بررسی تحلیلی مسائل حرکتی هاورکرافت یونس ۲۲

در راستای تحلیل نتایج عددی، تستهای هاورکرافت در جزیره کیش با هدف دستیابی به نتایج میدانی صورت گرفت. در جریان این تستها هاورکرافت تستهای عبور از hump و تست شتاب عبور از hump انجام گرفت [۳]. یکی از مهمترین رفتارهای شناور بررسی سرعت HUMP در هاورکرافت یونس ۲۲ و تحلیل وضعیت شناور در این حالت می باشد. توجه این حالت به این صورت است که در زمانی که شناور بر روی سطح آب بالا می آید. مقداری آب را بالا می زند و یک گودال در آب تولید می نماید [۴]. زمانی که شناور آهسته به جلو می رود این گودال نیز با آب جلو می رود و آب در جای گودال قبلی آمده و آن را پر می کند و این دقیقاً مانند حرکت کشتی می باشد. با این وجود اگر سرعت شناور افزایش پیدا کند، شرایطی به وجود می آید که آب نمی تواند به سرعت گودال را پر کند و شناور می تواند که از برآمدگی جلوی گودال بالا رود. این سرعت را سرعت هامپ (Hump Speed) گویند و اگر قدرت شناور زیاد باشد، شناور می تواند این برآمدگی را رد نماید. ارتفاع شناور عامل مهمی است و آزمایش جهت یافتن مقدار سرعت یونس ۲۲ در مسیر جزیره کیش و بندر چارک به دفعات انجام گردید که با بدست آمدن این سرعت بهترین حالت جهت تحلیل حرکت شناور بدست می آید. از آنجاییکه پسای آب سریعاً در برخورد آب با شناور یا دامن افزوده می شود بنابراین یکی از محدوده های عملکرد رابطه سرعت به ارتفاع موج می باشد.

نیروی پسا یا Drag به هر نوع نیروی مقاوم و بازدارنده در مقابل حرکت هاورکرافت گفته می شود. نیروهای پسا به دلیل ماهیت پیچیده ای که دارند با دشواریهای زیادی مورد بررسی قرار گرفته اند، به همین دلیل تخمین مقدار واقعی آنها دارای دقت زیادی نبوده و از این نظر هاورکرافتها بسیار پیچیده تر از وسایل پروازی دیگر مثل هواپیما و هیلکوپترها هستند. پس از بررسی های بنیادی از سال ۱۹۶۳ بر روی نیروهای درگ هاورکرافت این نیروها به مولفه های مختلفی تقسیم بندی گردیده است که مهمترین این مولفه ها عبارتند از: پسای جانبی - پسای اندازه حرکت - پسای توازن - پسای خیس شوندگی - پسای اصطکاکی دامن - پسای موج و پسای تولید موج. بر اساس نتایج حاصل از مدل تست بیشترین نیروی پسا وارده به شناور پسای موج سازی (Wave Making Drag) می باشد که در طراحی هاورکرافتها مد نظر قرار می گیرد [۴]. زمانی که شناور در حالت سکون بر روی سطح آب ایستاده است، در اثر فشار هوای موجود در زیر بالشتک سطح آب از حالت سکون خارج شده و به مقدار d گود می شود. مقدار گودی یا فرورفتگی H[m] از رابطه زیر قابل محاسبه است

$$H = \frac{P_c}{g\rho_w} \quad (1)$$

که در آن P_c فشار بالشتک برحسب نیوتن بر متر مربع، ρ_w دانسیته آب برحسب کیلوگرم بر متر مکعب و g شتاب جاذبه می باشد زمانی که شناور شروع به حرکت می نماید، این حرکت امواجی را بر روی سطح آب تولید می کند که باعث افت پیوسته انرژی می گردد. مقدار این افت انرژی را پسای تولید موج می نامند. این نوع نیروی پسا را می توان برخلاف سایر انواع پسای وارد به هاورکرافتها به صورت کاملاً تحلیلی از طریق تئوریهای هیدرودینامیکی موجود محاسبه نمود. نتایج حاصله از چنین روشهایی تاکنون انطباق خوبی را با نتایج حاصل از آزمایشات نشان داده اند.



$$\frac{R_W}{l_c} = \frac{h}{l_c} = \frac{2P_c}{l_c \rho_w g} \left(1 - \cos\left(\frac{gl_c}{v_w^2}\right) \right) \quad (2)$$

$$\frac{R_W l_c}{P_c^2 S} = \frac{2}{\rho_w g} \left(1 - \cos\left(\frac{gl_c}{v_w^2}\right) \right) \quad (3)$$

h/l_c شیب موج تحت توزیع فشار بوده و v_w سرعت موج بر حسب متر بر ثانیه و l_c طول بالشتک بر حسب متر می باشد. میزان پسای تولید موج بدون بعد با توجه به فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$R_c = \frac{R_W \rho_w g l_c}{2WP_c} = \left(1 - \cos\left(\frac{gl_c}{v_w^2}\right) \right) \quad (4)$$

که در این رابطه W وزن کل شناور بر حسب نیوتن و R_W پسای موج شناور می باشد [۵].

بررسی قابلیت عبور از Hump و اثر شتاب بر پسای تولید موج

بررسی میزان شتاب شناور در کاهش پسا و عبور از hump هاور کرافت در جریان تستها مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۴). اثر شتاب بر پسای تولید موج بدین صورت است که هرچه شتاب کاهش یابد مقدار نیروی مقاومت موج افزایش خواهد یافت. این بدان معناست که از لحاظ فیزیکی هرچه قدر زمان بیشتری برای سرعت گیری تلف گردد، مقدار آب بیشتری جلوی هاور کرافت جمع می شود که باعث افزایش پسای تولید موج می گردد [۶].

در راستای اندازه گیری شتاب شناور و سرعت عبور از hump شناور در سه مرحله مورد تست قرار گرفت. و در هر مرحله پس از استقرار کامل بر روی آب مجدداً شتاب گرفته و به حرکت در می آمد. در هر مرحله حرکت شناور بوسیله دوربین ثبت می گردید. ضمن آنکه پس از تماس با خلبان و سرعت گیری شناور مدت زمان عبور از hump شناور بوسیله ناظران تست ثبت می گردید. در سه مرحله تست نتایج زیر در خصوص شتاب عبور از hump در رابطه با هاور کرافت یونس ۲۲ بدست آمد. (جدول ۳-۲-۱)

در رابطه با تست مرحله سوم مشاهده اسپری به احتمال زیاد در خصوص باد محیطی بوده است. بر اساس نتایج هاور کرافت قادر است در شرایط دریایی بین یک تا دو بین ۱۰ تا ۱۴ ثانیه از ایستایی کامل به مرحله عبور از hump برسد.

اثر عمق آب بر پسای تولید موج

نتایج حاصل از مدل تست نشان می دهد که با افزایش عمق آب پسای تولید موج کاهش می یابد بدین معنی که در آبهای کم عمق (Shallow Water) میزان پسای تولید موج فوق العاده افزایش می یابد [۷]. شکل (۵) نشان دهنده این موضوع می باشد. تجربه نشان داده است که هنگامی که نسبت عمق آب به طول هاور کرافت برابر ۰.۱ باشد بیشترین پسای تولید موج رخ می دهد. در رابطه با هاور کرافت یونس ۲۲ بیشترین تسها پسا در عمق های کم و آبهای کرانه ساحلی صورت پذیرفت تا اعداد بدست آمده نشان دهنده ماکزیمم مقدار پسای تولید موج باشد. برابر شرایط تست عمق مورد نظر در هر سه تست برابر ۱/۵ تا ۲ متر بوده و تست در کرانه ساحلی جزیره صورت پذیرفت.

تراست مورد نیاز در زمان عبور از شیب های کرانه ساحلی



زاویه شیب عبوری هاورکرافت مسئله مهمی در زمینه جابجایی شناور از محیط دریایی به محیط آبی و بالعکس می‌باشد اگر بپذیریم که شناور هاورکرافت تنها شناور منحصر به فردی است که قادر به عبور از مناطق آبی - خاکی بوده و خود را به محیط خشکی می‌رساند در آن صورت بررسی شیب زمین عبوری شناور حائز اهمیت است. ماکزیمم زاویه عبوری شناور از محیط دریایی به محیط خشکی به میزان توان نصب شده بر روی شناور بستگی دارد و به میزان افزایش سرعت ورودی می‌توان با شیب بیشتری از منطقه دریا به خشکی وارد شد [۸]. البته باید توجه داشت که سرعت ورودی به خشکی خود مسئله مهمی است و در صورت عدم کنترل مشکلات زیادی به وجود می‌آورد. اندازه گیری تراست شناور و سرعت حرکتی آن در زمان عبور از شیب های ساحلی از تستهای میدانی دیگری بود که در این مرحله صورت گرفت. امکان چنین تستهایی به راحتی مقدور نبوده و منوط به ویژگیهای محیط می باشد. در حاشیه ساحل شرقی کیش این شیب با زاویه ای در حدود ۳۰ الی ۴۰ درجه (شکل ۶) و در طولی معادل ۱۰ تا ۱۵ متر وجود دارد که انجام این تستها را مقدور می سازد. بر اساس حرکت هاورکرافت در کرانه ساحلی نتایج زیر در زمان عبور از شیب های ساحلی بدست آمد. (جدول ۳).

نتیجه گیری

برنامه تست هاورکرافت یونس ۲۲ و مرحله اجرایی آزمونهای تست به صورت یک برنامه جامع در سال ۱۳۸۲ به مرحله اجرا گذاشته شد و در ظرف مدت یکسال کلیه تستهای آن به صورت عملی محقق گردید. در این مقاله به تشریح عملکرد هاورکرافت در خصوص قابلیت عبور از hump و شتابگیری شناور پرداخته شد. همچنین وضعیت حرکت شناور در آب کم عمق shallow water مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت وضعیت شناور در زمان ورود به ساحل با شیب نسبتاً زیاد مرود ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان میدهد که این هاورکرافت با توجه به شرایط محیطی منطقه و خصوصاً وضعیت دما و رطوبت دارای راندمان مناسبی بوده و سیستم تامین انرژی هاورکرافت (متشکل از یک موتور هواخنک) قادر به تامین نیروی لازم جهت شتابگیری مناسب و تامین تراست شناور می باشد. گزارشات ارائه شده در این مرحله نشان دهنده وسعت کار انجام شده و روند تستهای محیطی می باشد. نتایج بدست آمده در این تستها به جهت ادامه کار و تصمیم گیری در رابطه با طرحهای مشابه آینده حائز اهمیت بوده و لازم است تا به لحاظ کمی و کیفی به بررسی ابعادی کلیه نتایج پرداخته شود. از نتایج بدست آمده می توان در رابطه با تحلیل هاورکرافتهای کلاس متوسط و روشهای تست استفاده نمود.

جدول ۱: دور موتور هاورکرافت در زمان عبور از hump

سرعت عبور از hump	دور موتور	جهت حرکت شناور	مرحله تست
۱۴ km/h	۱۹۰۰ rpm	شمالی - جنوبی	تست اول
۱۵٫۲ km/h	۱۸۰۰ rpm	شمالی - جنوبی	تست دوم
۱۴٫۵ km/h	۱۹۰۰ rpm	شمالی - شمالغربی	تست سوم



جدول ۲: مراحل شتابگیری هاورکرافت و مدت زمان عبور از hump

وضعیت عبور از hump	مدت زمان شتابگیری	جهت حرکت شناور	مرحله تست
کامل	۱۴ ثانیه بدون هاورینگ	شمالی - جنوبی	تست اول
کامل	۱۰ ثانیه بدون هاورینگ	شمالی - جنوبی	تست دوم
کامل همراه با اسپری	۱۴ ثانیه بدون هاورینگ	شمالی - شمالغربی	تست سوم

جدول ۳: نتایج تست هاورکرافت و سرعت ورود به ساحل

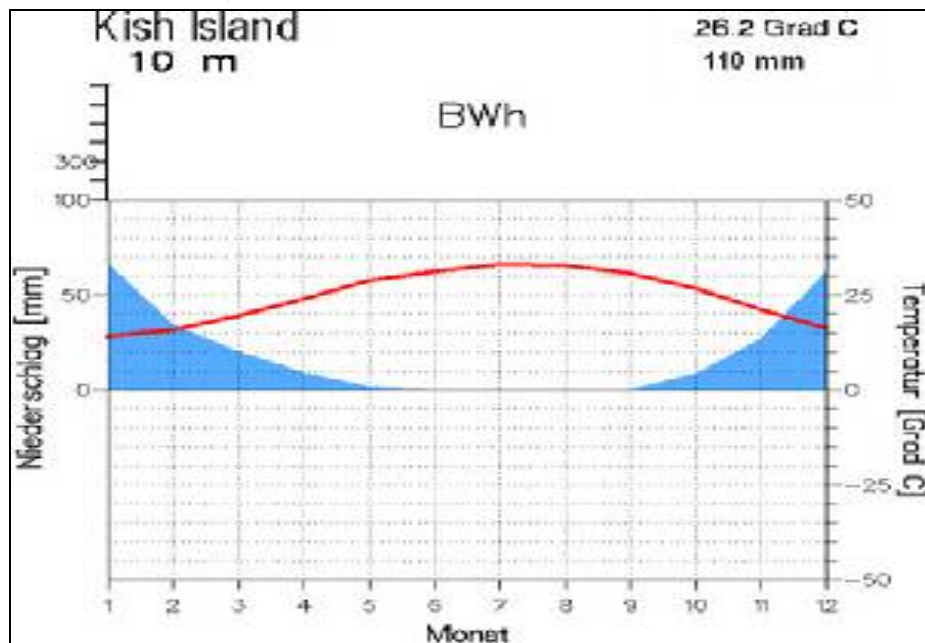
سرعت ورود به ساحل	دور موتور	جهت حرکت شناور به سمت ساحل	مرحله تست
۱۲ km/h	۱۵۰۰ rpm	مستقیم	تست اول
۱۳ km/h	۱۶۰۰ rpm	مستقیم	تست دوم
۱۱ km/h	۱۵۰۰ rpm	مایل	تست سوم
۱۱ km/h	۱۴۰۰ rpm	مایل	تست چهارم
۱۱ km/h	۱۳۰۰ rpm	مستقیم	تست پنجم
۱۱ km/h	۱۴۰۰ rpm	مستقیم	تست ششم
۱۱ km/h	۱۴۰۰ rpm	مایل	تست هفتم



شکل ۱) هاورکرافت یونس ۲۲ در حال حرکت به سمت جزیره کیش



شکل ۲) موقعیت محل تست در جزیره کیش



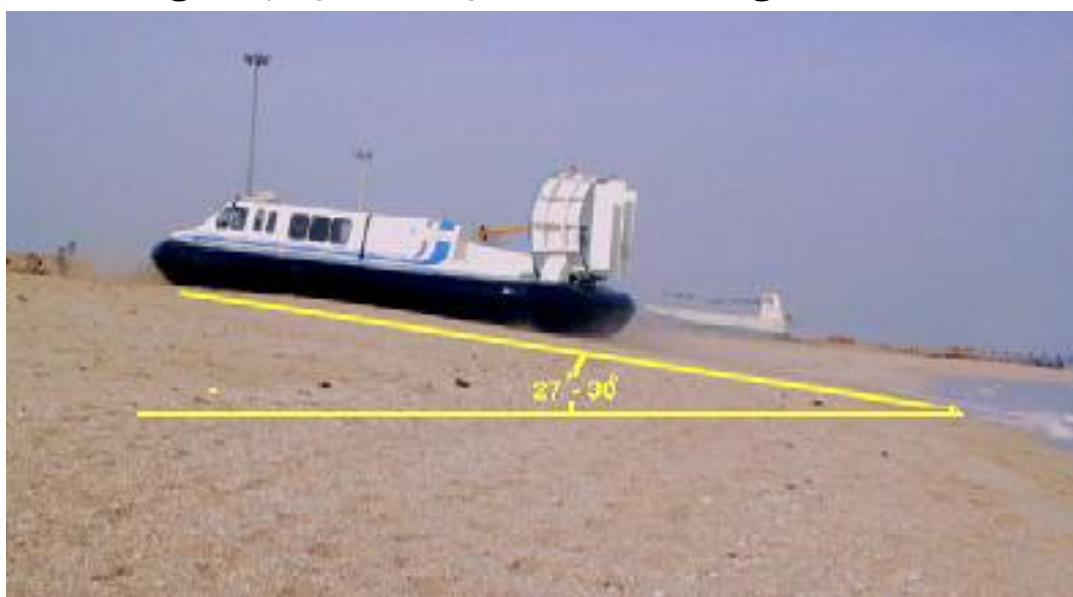
شکل ۳) نمودار دما در جزیره کیش



شکل ۴) تست هاورکرافت یونس ۲۲ در زمان عبور از HUMP



شکل (۵) نمایی از منطقه تست هاورکرافت در عمق کم ساحلی



شکل (۶): هاورکرافت در زمان عبور از شیب ساحلی

مراجع :

- [۱] K.Alempour & A.Deaghanian /Hovercraft Construction design / Malek ashtar University/Tehran/۲۰۰۲
- [۲] G.H.Elesey/ Hovercraft Construction and Design/ Newton ABBOT, British Hovercraft corporation /England /۱۹۶۸
- [۳] J.G.Wraith/ British hovercraft safty requirments /CAP ۴۵۸ Issue ۶/Civil Aviation Authority/January ۱۹۹۱
- [۴] John Barham/Priliminary Design of Hovercraft Air Cushion Vehicles Vol /Canada December ۱۹۸۵
- [۵] N.B Plisov, Hovercraft Motion on The Sea / Leningrad State Marine University/۳ Edition/ ۱۹۹۴
- [۶] Doctors, L. J. and Sharma, S. D. (۱۹۷۰)"The wave Resistance Of An Air-cushion Vehicles in Accelerated " Motion". the University of Michigan, Rept. ۰۹۹



[۷] Peter J.Mantel/ Air Cushion Craft Development

first Revision, /Bethesda / Maryland/ January ۱۹۸۰

[۸] B.A .Kolyzayev/Speravochnik(hand book of hovercraft)/ pirove publication/

۲ Edition/leningrad/۱۹۸۰