

## بررسی اثر تغییر پارامترهای ابعادی بر پایداری شناور SWATH

مهدی فکوری<sup>۵۶</sup>، محمد رضائی سنگتابی<sup>۱</sup>، حسن قاسمی<sup>۵۷</sup>، اکبر یزدخواستی<sup>۱</sup>

چکیده:

یکی از ویژگیهای مهم شناور SWATH داشتن تعادل بالا و پایدار مناسب در دریای متلاطم است. SWATH در واقع به نوعی شناور دوبدنه ای شبیه به کاتاماران اطلاق می شود و در گروه شناور جابجایی می باشد. هدف ما از این مقاله تحلیل تاثیر پارامترهای هندسی مختلف بدنه بر روی نمودار پایداری استاتیکی شناور (GZ) جهت افزایش پایداری عرضی آن می باشد. بدین منظور ابتدا با تعیین ابعاد شناور مورد نظر از طریق اطلاعات آماری و روابط تجربی موجود به طراحی شناور در نرم افزار Auto Ship پرداخته شده است سپس با استخراج نمودار پایداری استاتیکی، آنالیز هیدرواستاتیکی شناور انجام شده است.

کلمات کلیدی: swath، نمودار پایداری استاتیکی، استاندارد IMO

مقدمه:

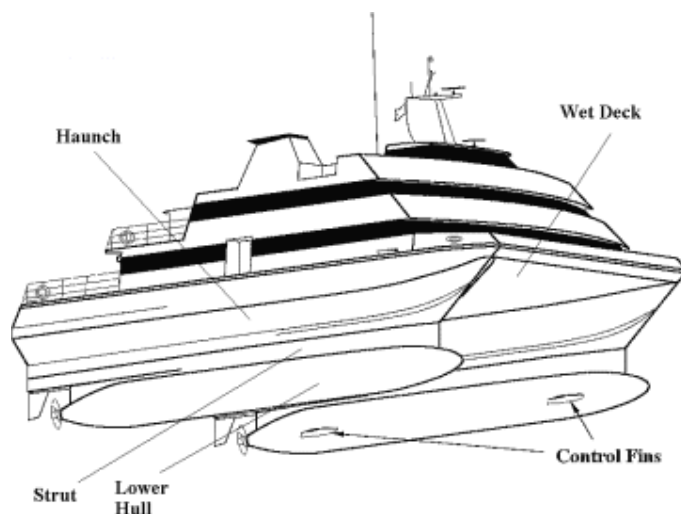
همانطور که می دانیم پایداری شناور به گشتاور ایجاد شده توسط نیروی وزن (موثر در مرکز ثقل) و نیروی بویانسی (موثر در مرکز بویانسی) بستگی دارد. از آنجائیکه نیروی وزن در تمامی زوایای غلتش ثابت فرض می شود، لذا گشتاور فوق بستگی به فاصله این نیروها دارد. (فاصله بین G و نقطه ای مانند Z که در امتداد نیروی بویانسی گذرنده از B قرار دارد). بنابراین مقدار بازوی برگرداننده GZ در زوایای مختلف می تواند مشخصه پایداری یک شناور محسوب شود لذا جهت بررسی پایداری یک شناور تغییرات GZ بر حسب زوایای غلتش (منحنی GZ) معیاری صحیح و مطلوب به شمار می آید. از جمله مشخصات نمودار GZ جهت بررسی پایداری یک شناور می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شیب اولیه نمودار GZ که تعیین کننده پایداری اولیه شناور می باشد.
- محدوده پایداری که تعیین کننده حداکثر زاویه پایداری استاتیکی شناور است.

<sup>56</sup> دانشگاه صنعتی مالک اشتر

<sup>57</sup> دانشگاه صنعتی امیرکبیر

- سطح زیر نمودار که بیانگر پایداری دینامیکی شناور می باشد .
  - ماکزیمم مقدار GZ که بیشترین ممان برگرداننده شناور را نشان می دهد .
- از طرفی طراح می تواند با تغییر در فرم هندسی و ابعاد شناور و چیدمانی اقلام وزنی میزان پایداری را با افزایش هر خصوصیت نمودار GZ بهبود ببخشد . شناور SWATH دارای حداقل دو بدنه موازی به شکل پانتون بیضیگون به نام GANDOLA در زیر آب است که تامین کننده بویانسی مورد نیاز شناور می باشد . هر یک از GANDOLA بوسیله ستون STRUT به بدنه اصلی بر روی آب متصل می شود . همچنین در محل اتصال STRUT با بدنه روی آب سازه ای به نام ماهیچه HAUNCH وجود دارد که ذخیره بویانسی مورد نیاز را تامین می کند به طوریکه در هنگام غلتش شناور با ورود ماهیچه به درون آب ، با افزایش ناگهانی سطح آبخور موجب افزایش پایداری شناور می شود .



شکل ۱- اجزای بدنه swath

به طور کلی سه هدف مهم طراحان برای طراحی فرم بدنه شناورها به صورت SWATH را می توان به صورت زیر بیان کرد :

۱. کاهش حرکت نوسانی Heave ، Roll ، Pitch شناور در ضمن حفظ سرعت بالا به منظور کاهش مشکلات دریازدگی .
۲. طراحی هیدرودینامیکی بهینه تر جهت کاهش مقاومت موج سازی و افزایش سرعت شناور .
۳. افزایش پایداری شناور در امواج به خاطر ایجاد نیروی هیدرودینامیکی بدنه های زیر آب .

بنابراین با توجه به مزیت هایی که این نوع از فرم بدنه ها ایجاد می کنند بسیاری از دست اندرکاران حوزه دریایی از این شناور در زمینه های مختلفی از جمله مسافری ، تفریحی ، کاربرد های تحقیقاتی ، کاربردهای خدماتی و نظامی استفاده می کنند .

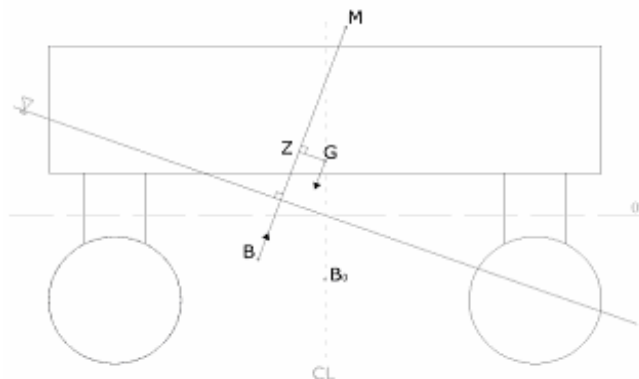
نحوه استخراج منحنی **GZ** شناور :

در ابتدا با توجه به اطلاعات آماری موجود ، ابعاد اصلی شناور را با در نظر گرفتن یک وزن جابجایی مشخص استخراج شده است و سپس در محیط نرم افزار Auto Ship بدنه اصلی شناور (بدون تجهیزات) طراحی شده است . و سپس از طریق غلتش شناور طراحی شده در زوایای غلتش مختلف و در نظر گرفتن مقدار  $KG = 1.2 \text{ m}$  نمودار **GZ** شناور استخراج شده است .

$\Delta$	L	B m	D	d	B1
28.26 t	15 m	7 m	4 m	2 m	5 m

L g	D g	B s	L s	L E	L R
13.5 m	1 m	0.5 m	11.5 m	1.6 m	3 m

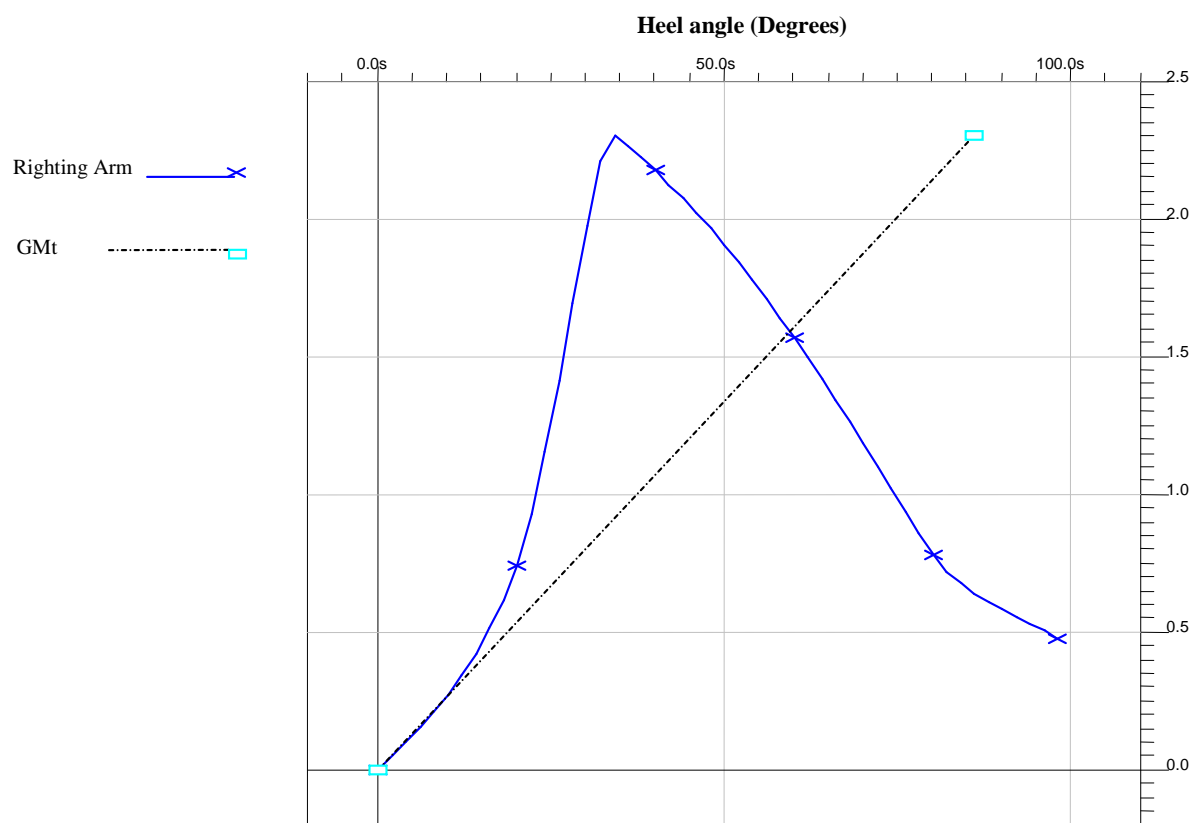
جدول (۱): ابعاد هندسی شناور



شکل ۲- نحوه استخراج **GZ** به کمک غلتش شناور



شکل ۳- شناور طراحی شده در AUTO SHIP



شکل ۴ - منحنی پایداری استاتیکی شناور

و نیز الزامات استاندارد IMO را در این محیط می توان بر روی نمودار GZ شناور اعمال کرد که در زیر مشاهده می شود

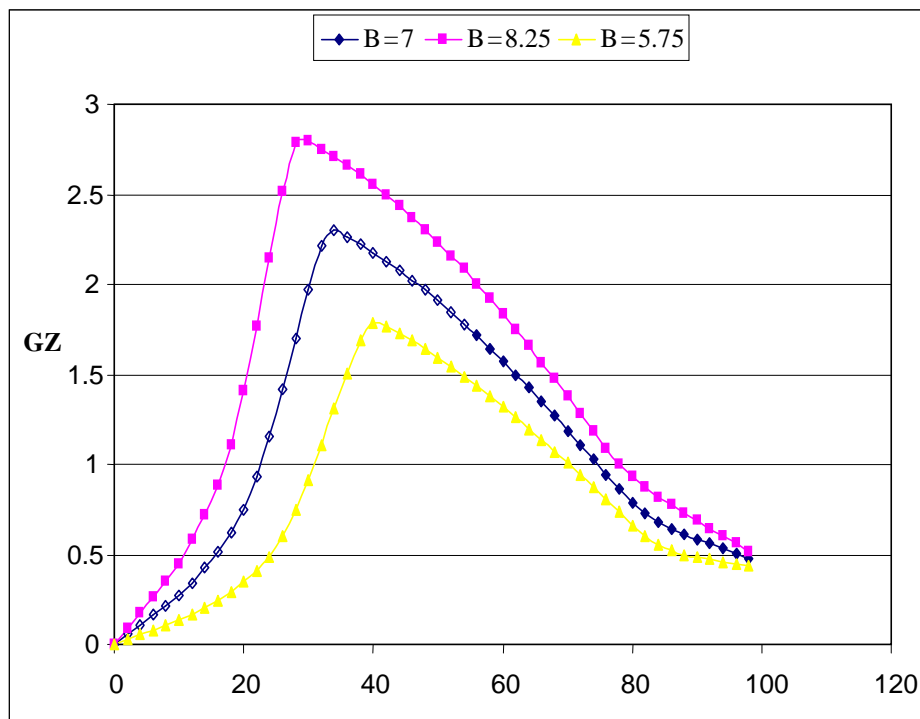
مشخصات پایداری	محدودیت	مقدار محاسبه شده
GM اولیه	$>0.150$ m	1.535
حداقل زاویه مورد نیاز برای MAX-GZ	$>30.00$ deg	34.00
حداقل مساحت بین ۰ تا ۴۰ درجه	$>0.0900$ m-R	0.724
حداقل مساحت بین ۳۰ تا ۴۰ درجه	$>0.0300$ m-R	0.387
حداقل مساحت بین ۰ تا ۳۰ درجه	$>0.0550$ m-R	0.337

تأثیر ابعاد و فرم بدنه بر روی پایداری شناور :

همان طور که می دانیم یک طراح می تواند با داشتن فرم بدنه و شرایط باری مشخصات پایداری شناور را ارزیابی کند و از طرفی هم کمتر پیش می آید کخ تمام ملزومات پایداری در همان انتخاب اول فرم بدنه ارضا شود . مثلا در یک شرایط خاص پایداری اولیه ، ماکزیمم مقدار GZ ، محدوده پایداری و ... می تواند خیلی بزرگ و یا خیلی کوچک باشد و یا ممکن است یک مشخصه به تنهایی نیاز به اصلاح داشته باشد . بنابراین یک طراح بایستی در طی یک فرآیند سعی و خطا در هر مرحله از تغییرات ، دوباره مشخصات پایداری شناور را ارزیابی کند . لذا با توجه به گسترش تعداد داده های پایداری در مراحل مختلف تغییرات تنها به کمک محاسبات کامپیوتری و نرم افزار می توان به یک نتیجه مطلوب رسید . اما به طور کلی برای کوتاه کردن دامنه محاسبات می توان با تغییر هر یک از ابعاد بدنه به یک سری از نتایج کلی دست یافت . بدین منظور با ثابت فرض کردن جابجای شناور، بر روی هر یک از پارامترها ی بدنه حدود ۲۰ درصد تغییرات اعمال شده است، سپس با رسم دوباره نمودار GZ، اثر این تغییرات بر روی پایداری شناور مورد تحلیل قرار گرفته شده است.

تأثیر عرض بر روی نمودار GZ :

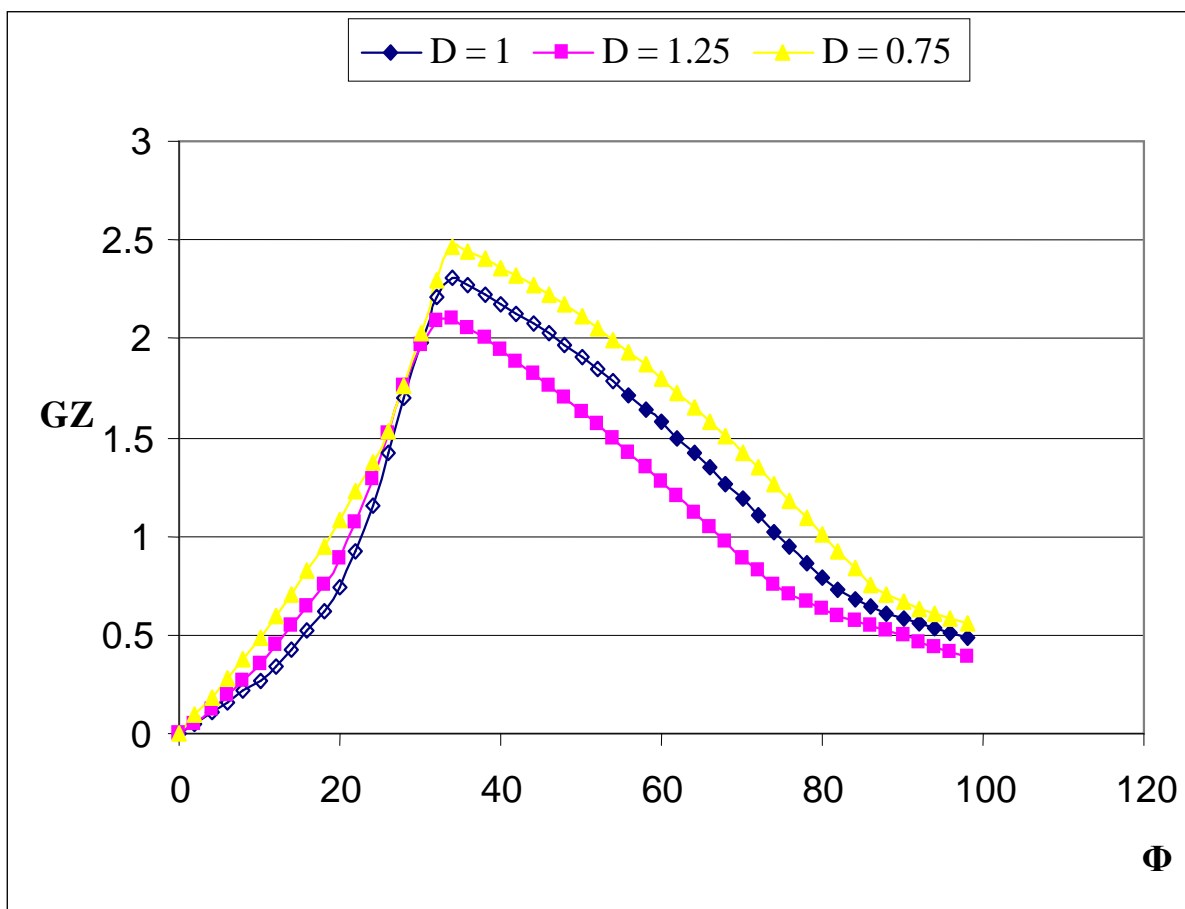
یکی از پارامترهایی که طراح می تواند با تغییر آن مشخصات پایداری را بهبود ببخشد ، عرض بدنه شناور می باشد . در واقع همان طور که در نمودار مشاهده می شود افزایش عرض بیشترین تأثیر را روی مشخصات پایداری شناور دارد . لذا طبق رابطه  $BM \propto \frac{B^2}{d}$  می توان با افزایش عرض شناور به خوبی تمام مشخصات پایداری شناور را افزایش داد (شکل ۵).



شکل ۵ - مقایسه تغییرات عرض بر روی پایداری

تاثیر قطر بدنه های زیر آب بر روی نمودار  $GZ$  :

با کاهش قطر بدنه های زیر آب چون بویانسی مورد نیاز شناور کاهش پیدا می کند برای جبران بویانسی ، آبخور شناور بایستی افزایش یابد . بنابراین با افزایش آبخور مرکز بویانسی شناور (KB) بزرگتر می شود و در نتیجه KM هم افزایش می یابد به این ترتیب پایداری شناور همواره با کاهش قطر بدنه های زیر آب افزایش می یابد (شکل ۶).

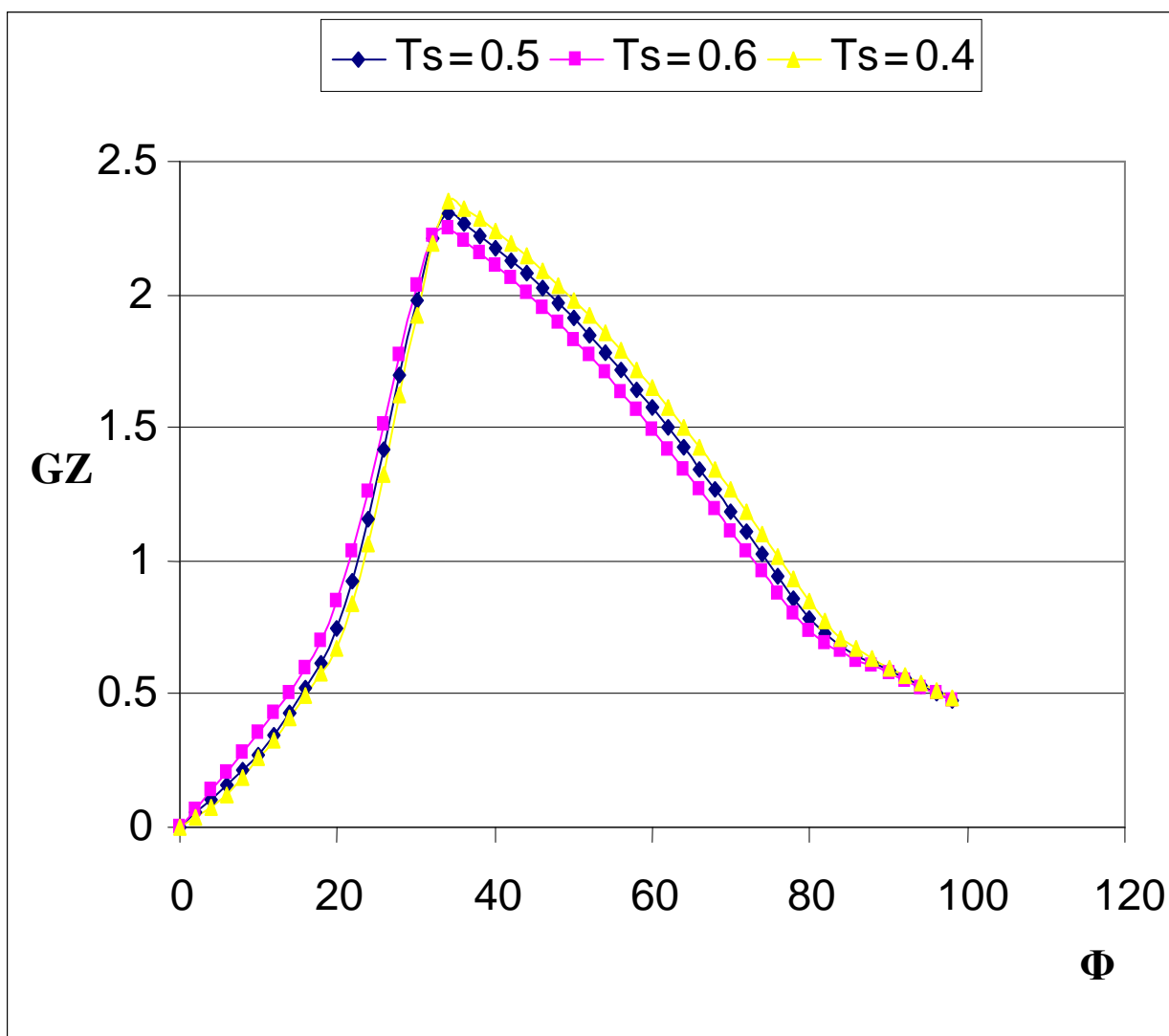


شکل ۶ - مقایسه تغییرات قطر بدنه های زیر آب بر روی پایداری

تأثیر ضخامت STRUT بر روی نمودار GZ :

با افزایش ضخامت Strut چون ممان اینرسی سطح آبخور افزایش می یابد لذا BM شناور افزایش خواهد یافت . بنابراین جهت افزایش پایداری شناور در زوایای کوچک می توان ضخامت Strut را افزایش داد اگرچه که این کار سبب کاهش پایداری در زوایای بزرگ غلتش می شود (شکل ۷) .

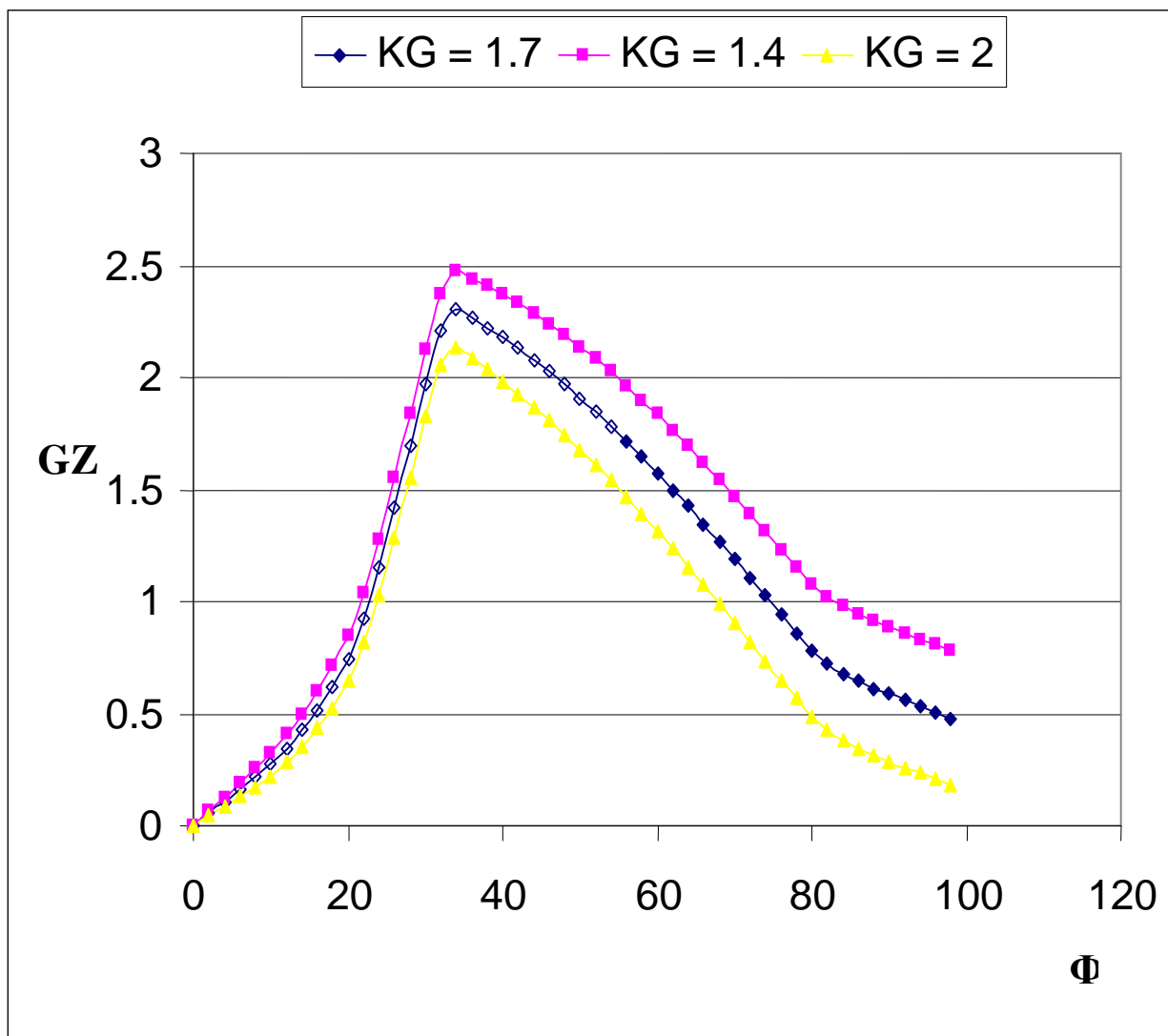




شکل ۷ - مقایسه تغییر ضخامت Strut بر روی پایداری

تأثیر ارتفاع مرکز ثقل بر روی نمودار GZ :

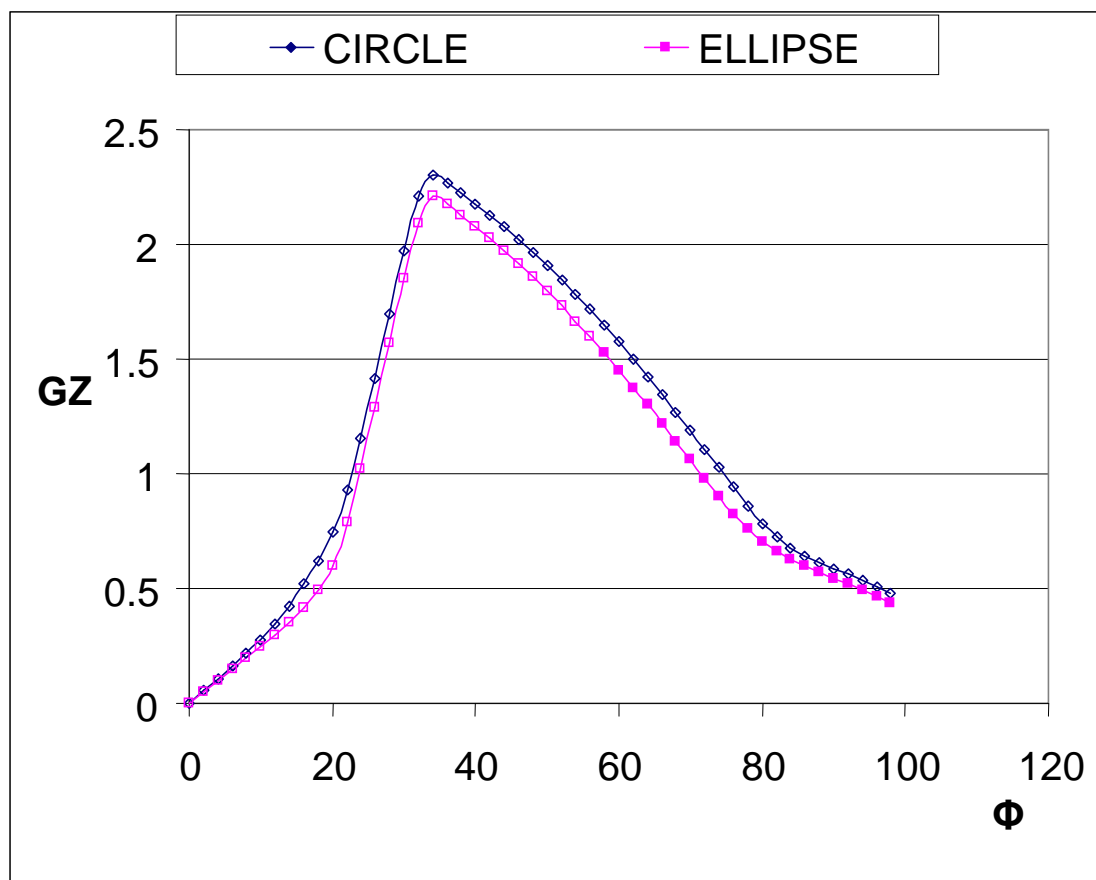
با توجه به نمودار زیر یکی از بهترین راه های افزایش پایداری شناور در تمام زوایای غلتش ، کاهش ارتفاع مرکز ثقل شناور می باشد بدین ترتیب که با کاهش ارتفاع مرکز ثقل تمام مشخصات پایداری از جمله GM اولیه شناور افزایش می یابد . در واقع با کاهش ارتفاع KG نمودار GZ تحت یک اصلاح سینوسی قرار می گیرد (شکل ۸).



شکل ۸ - تاثیر تغییرات ارتفاع مرکز ثقل بر روی پایداری

تاثیر شکل بدنه های زیر آب بر روی نمودار  $GZ$ :

از آنجاییکه ارتفاع مرکز بویانسی KB مقطع دایروی بزرگتر است لذا BM شناور با داشتن مقطع عرضی دایروی بزرگتر از مقطع عرضی بیضوی می باشد. بنابراین پایداری شناور با مقطع عرضی دایروی در مقایسه با سایر شکل های مقاطع عرضی از وضعیت بهتری برخوردار است (شکل ۹).



شکل ۹ - مقایسه تغییر مقطع عرضی بدنه های زیر آب بر روی پایداری

نتیجه گیری :

در این مقاله با استفاده از نرم افزار Auto Ship شناور Swath را با تغییر در پارامترهای مختلف آن مورد بررسی قرار گرفته و منحنی پایداری استاتیکی را در حالات مختلف با هم مقایسه شده است . حال با استفاده از دیاگرام های ارائه شده طراح می تواند با تغییرات صحیح در فرم بدنه به پایداری ایده آل برسد و ساده ترین مسیر را برای بدست آوردن مولفه پایداری مورد نیاز خود انتخاب نماید . به این ترتیب این دیاگرام ها می توانند نقش بسزایی در ایجاد پایداری مطلوب شناور Swath ایفا کنند .

	فهرست علائم :
$\Delta$	جابجایی شناور
L	طول کلی شناور
B m	عرض ماکزیمم شناور
D	ارتفاع کلی شناور
d	آبخور شناور
B 1	فاصله عرضی مراکز دو بدنه زیر آب
L g	طول بدنه های زیر آب
D g	قطر بدنه های زیر آب
B s	عرض ماکزیمم استرات
L s	طول استرات
L E	طول ورودی بدنه های زیر آب
L R	طول خروجی بدنه های زیر آب

منابع و مراجع :

1. Dubrovsky, V. and Lyakhovitsky, A., 2001. Multi-Hull Ships, Backbone Publishing, Fair Lawn, NJ.
2. Victor Dubrovsky, and Konstantin Matveev , New Types of Sea-Going Multi-Hull Ships with Superior Comfort Level and Safety, may 2005
3. Qi-Jun Ni and Yong-Lin Ye , Optimal Design for the Complex Navigation Performance of A SWATH-type Comprehensive Scientific Research Vessel
4. Richard Birmingham , Design for Stability and for Instability – Finding the Right Balance for Small Craft , the international HISWA symposium on yacht Design and yacht construction 2004