ردنگاری اهداف راداری بر روی لوح ردنگار و صفحه روزا نقشه به روش استاندارد (علوم دریانوردی و استاندارد STCW[1])

سعید محمدنژاد[1]

۱- مدرس دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام‌حسین (علیه‌السلام)؛ دانشگاه علوم و فنون دریایی امام خامنه‌ای (مدظله‌العالی) sinasaeid12@gmail.com

چکیده

تعیین مسیر حرکت شناورها در دریا و توانایی تشخیص مسیر و سرعت حرکت شناورها در دریا به‌واسطه دشواری در مانور شناورها بر روی سطح آب و شرایط دید بصری که در شرایط گوناگون در محیط دریا پدید می‌آید، از مهم‌ترین پارامترهای یک دریانوردی ایمن و بدون حادثه در دریا برای شناورها است، لذا ابزار و دستگاه‌های کمک ناوبری از الگوی حرکت فیزیکی و قوانین ناشی از آن به کمک دریانوردان آمده است. اطمینان به عملکرد صحیح و در دسترس بودن اطلاعات در تمامی شرایط مانند خرابی دستگاه‌ها، باعث می‌گردد اصول محاسباتی پارامترهای حرکتی شناورها در سطح دریا، به‌عنوان فصل اصلی و جدایی‌ناپذیر دانش دریانوردی مورد اهمیت دریانوردان قرار گیرد. در این مقاله ضمن بررسی پارامترهای هدف به شیوه استاندارد و با حذف پارامتر محاسباتی سرعت بر روی لوح محاسبات مرسوم برای ردنگاری، شیوه رهگیری اهداف که ویژه شناورهای تندرو است را به‌وسیله این روش بیان نموده و در انتها نتیجه می‌گیریم که بدون ابزار لوح ردنگار نیز می‌شود تمامی محاسبات مربوط به پارامترهای اهداف را به دست آورد.

کلمات کلیدی:

ردنگاری اهداف، لوح مانور، الگوی ترسیم و ردنگاری اهداف

Manual Plotting Sheets Radar Targets a Standard Map (Maritime Science and STCW Standard)

Saeed Mohammad nejad

Nave Department, Imam Khamenei University, Zibakenar, Guilan, Iran; sinasaeid12@gmail.com

Abstract

Determining the movement of ships at sea and the ability to detect the direction and speed of ships At sea because of the difficulty in Ship maneuver on the sea surface And visual vision conditions that occur in a variety of conditions in the marine environment One of the most important factors is a safe and accident-free sailing at sea for ships.Therefore, navigation aid tools and devices have come to the aid of seafarers from the pattern of physical movement and the resulting rules Therefore, ensuring the correct operation and availability of information in all situations, such as device failure, makes Computational Principles of Ship Factors,It should be considered as the main and inseparable chapter of maritime knowledge by seafarers.In this paper, while examining the target factors in a standard way and by eliminating the computational factor of speed On a custom calculator to track how to track targets that are specific to high-speed vessels Express. Then do the plotting without using the sheet.

Keywords

Target plotting, sheets maneuver, Manual tracking.

1 Standards of Training, Certification and Watch keeping

مقدمه

یکی از با اولویت‌ترین و اساسی‌ترین اصول در دریانوردی، اصل ایمنی است که فرمانده شناور تلاش می‌کند یگان شناوری خود را بدون هیچ‌گونه خطری به سمت مقصد هدایت نماید و چون در دریا نیاز است که هرگونه خطری در زمان و فاصله دورتری تشخیص داده شود، درنتیجه نیاز به ردنگاری (سینماتیک و مانور) بیشتر احساس می‌شود. اولین کاربرد این مبحث در ارزیابی چگونگی حرکت واحدهای شناوری در دریا به‌سوی یکدیگر است. وجود تصادم و یا ارزیابی فواصل عبوری اهداف از یکدیگر و همچنین چگونگی مانور واحدهای شناوری به‌صورت ایمن و نتایج حاصل از مانورها در عدم ایجاد شرایط تصادم و یا خطرناک برای واحدهای شناوری دیگر است. از طرف دیگر برای یک یگان نظامی تعقیب و ردنگاری یگان دشمن نیز از دیگر جنبه‌های کاربردی این علم است. امروزه وجود رادارهای مجهز به سیستم آرپا[1] محاسبه و در اختیار قرار دادن اطلاعات حرکتی اهداف را برای ناوبران تسهیل نموده است. با این‌وجود آگاهی از دانش و روش محاسبات حرکتی اهداف و شناور خودی در دریا با توجه به این موضوع که امکان تداخل در سامانه‌های پشتیبانی‌کننده برای عملکرد آرپا متصور است و از سویی درک بهتر ابزارهای موجود در رادار آرپا یادگیری این موضوع را از اهمیت ویژه‌ای در بین دریانوردان برخوردار می‌نماید. در نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی و سپاه پاسداران هم‌اکنون از شیوه‌ای استفاده می‌گردد که با شیوه ناوگان تجاری تفاوت‌هایی دارد. به‌واسطه آموزش دریانوردان نظامی توسط نیروی دریایی آمریکا و غرب این شیوه از آموزش‌های آن دوران تدوین شده است؛ که در آن نکات کاربردی مخصوص یگان‌های نظامی و مانورهای خاص ویژه شناورهای نظامی نیز گنجانده شده است؛ اما در شیوه استاندارد مورداستفاده ناوگان تجاری از شیوه‌ای موسوم به روش بریتانیایی استفاده شده است. در این مقاله سعی شده است که برخی از مباحث اصلی این روش که در بین دریانوردان ناوگان تجاری مرسوم بوده است و همچنین روش رهگیری اهداف که کاربرد نظامی دارد، بیان شود. درنهایت با توجه به اینکه در برخی از شناورهای تندرو، ابزار لوح ردنگار برای انجام محاسبات مربوط به پارامترهای اهداف وجود ندارد و از سوی دیگر به‌منظور ساده‌تر شدن مباحث مربوط به ردنگاری اهداف، محقق در این مقاله روش ساده‌تر و بدون نیاز به ابزار لوح ردنگار را برای این منظور بیان کرده است.

۱- حرکت

تغییر مکان یک جسم (شناور) از مکان A به مکان B را حرکت می‌گویند. این حرکت می‌تواند توسط دو عنصر جهت و فاصله اندازه گرفته شود (جهت A به B و فاصله A تا B) و یا می‌تواند توسط تغییرات فاصله بین A تا B در واحد زمان اندازه گرفته شود (سرعت و جهت). اگر به اطراف خود نگاه کنیم بعضی اجسام نظیر ساختمان‌ها به نظر ثابت می‌رسند، درصورتی‌که بعضی اجسام دیگر نظیر ماشین‌ها به‌نظر متحرک می‌آیند. اگر ما موضوع را نسبی فرض نکنیم، خواهیم دید که ساختمان‌ها نیز همراه کره زمین متحرک هستند و از مطالب بالا نتیجه می‌شود که هیچ جسمی را نمی‌توان یافت که دارای حرکت مطلق باشد و تمام اجسام دارای حرکت نسبت به اجسام دیگر هستند. برای تشریح حرکت باید یک مبدأ را درنظر گرفت، به‌طوری‌که تمام اجسام را نسبت به آن مبدأ سنجید. اگر مبدأ را کره زمین فرض کنیم، ساختمان‌ها نسبت به زمین ثابت خواهند بود و اگر مبدأ را خورشید فرض کنیم، ساختمان‌ها نسبت به خورشید متحرک خواهند بود و می‌توان گفت که سرعت حرکت ساختمان‌ها در هر ثانیه در حدود ۱۸ مایل خواهد بود؛ بنابراین بایستی در نظر داشت که تمام حرکت‌ها، نسبت به یک مبدأ سنجیده می‌شوند. [1]

۲- تغییر مکان حقیقی (Actual Movement)

تغییر مکان یک جسم را نسبت به سطح زمین تغییر مکان حقیقی می‌گوییم. مثلاً راه و سرعت یک شناور تغییر مکان حقیقی آن شناور را نسبت به سطح کره زمین نشان می‌دهد و یا این‌که یک ماشین که با سرعت ۷۰ کیلومتر در ساعت از تهران به‌طرف آبادان حرکت می‌کند.

۳- تغییر مکان نسبی (Relative Movement)

تغییر مکان یک جسم را از نقطه‌ای به نقطه دیگر نسبت به یک مبدأ دلخواه تغییر مکان نسبی گویند (این تغییر مکان نسبی

۱ (Automatic Radar Plotting Aid): سیستم کمک به ردنگاری در رادار

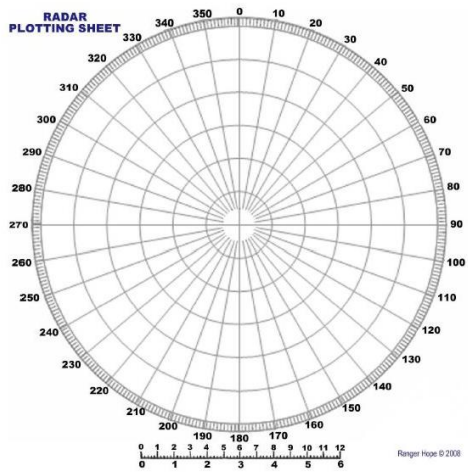
ممکن است دارای تغییر مکان حقیقی بوده و یا این‌که فاقد آن باشد). اندازه این تغییر مکان در واحد زمان برابراست با سرعت نسبی[1] آن هدف، نسبت به یک نقطه مرجع، مانند سرعت نسبی شناور هدف نسبت به شناور مرجع.[1]

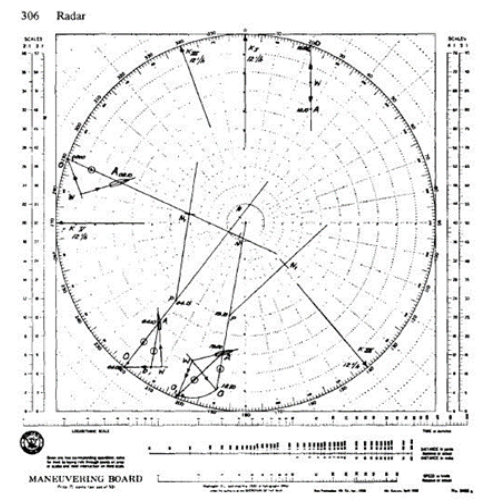
۴- لوح مانور

سازمان آب‌نگاری انگلستان برگه‌هایی را جهت پلات‌کردن اهداف تهیه نموده است که ردنگاری و حل مسائل و استخراج پارامترهای اهداف از این لوح مانور استفاده می‌گردد.

صفحه مانور عبارت است از دایره‌ای که به ۳۶۰ درجه تقسیم شده و شعاع آن حداکثر فاصله اندازه‌گیری شده توسط رادار و مرکز آن شناور خودی است. با اندازه‌گیری سمت‌ها و فاصله‌های متوالی از هدف‌های اطراف شناور و ثبت زمان اندازه‌گیری آنها برای هر هدف نقاط مختلفی روی صفحه مانور به دست می‌آیند که با وصل کردن این نقاط به همدیگر مسیر نسبی[2] به دست می‌آید و اندازه آن در واحد زمان ردنگاری، همان سرعت نسبی است. با استفاده از لوحه مانور به‌راحتی می‌شود مسائل سینماتیک را حل نمود.[1]

باید توجه داشت که شعاع دایره لوحه مانور حداکثر فاصله اندازه‌گیری توسط رادار است؛ یعنی برحسب مقیاس فاصله رادار ممکن است ۱۰ مایل، ۱۵ مایل، ۲۰ مایل، ۳۰ مایل، یا بیشتر باشد و باید فاصله‌ای که اندازه‌گیری می‌شود، روی دوایر داخلی لوحه مانور بر اساس مقیاس درنظر گرفته‌شده، گذاشته شود. در روش استاندارد فواصل را برحسب مایل بر روی لوح مانور پیاده‌سازی نمایید. فقط بر اساس دوری و نزدیکی هدف می‌توانید ۱۰ حلقه (رینگ) موجود در لوح مانور را در ضرایب مختلف استفاده کنید. این‌گونه تمام ردنگاری شما درون دایره لوح مانور قرار گیرد.[2]





شکل ۱-نمونه لوح ردنگاری (پلاتینگ مانور)

۵- مقدمات ردنگاری (پلات کردن) روی لوحه مانور

به‌منظور ترسیم و محاسبه اطلاعات یک هدف پس از ردنگاری[3] بر روی لوح مانور نکات زیر را باید موردتوجه قرار داد:

۵-۱- ردنگاری به دو صورت حقیقی و نسبی امکان‌پذیر است. استفاده از لوح مانور می‌تواند بر اساس شمال حقیقی و یا نسبت به سینه شناور (نسبی) مورداستفاده قرار گیرد؛ اما ناوبران بهتر است با اطلاعات موجود بر روی شناور تمامی سمت‌ها را به حقیقی تبدیل نمایند (شمال حقیقی) را وارد لوح مانور نمایند.

۵-۲- زمان بین دو مشاهده از یک هدف در رادار، زمان طرح‌ریزی (زمان ردنگاری) نامیده می‌شود.

۵-۳- زمان بین مشاهده و ردنگاری بستگی به فاصله هدف، سرعت شناور خودی، سرعت حرکت هدف و... دارد؛ اما بهتر است به‌منظور تسهیل در ردنگاری مضربی از ۶۰ باشد. (۶ دقیقه، ۱۲ دقیقه و...)

1 Relative Speed
2 Relative Course
۳ پلاتینگ

۵-۴- در تمامی کتب مرجع دریانوردی دنیا اصطلاحات زیر به‌عنوان قرارداد در ترسیم لوح مانور درج شده است:

C: مرکز لوح مانور، نمایانگر مبدأ صفحه‌نمایش است، صرف‌نظر از اینکه صفحه‌نمایش درواقع متمرکز یا خارج از مرکز (Off center) باشد.

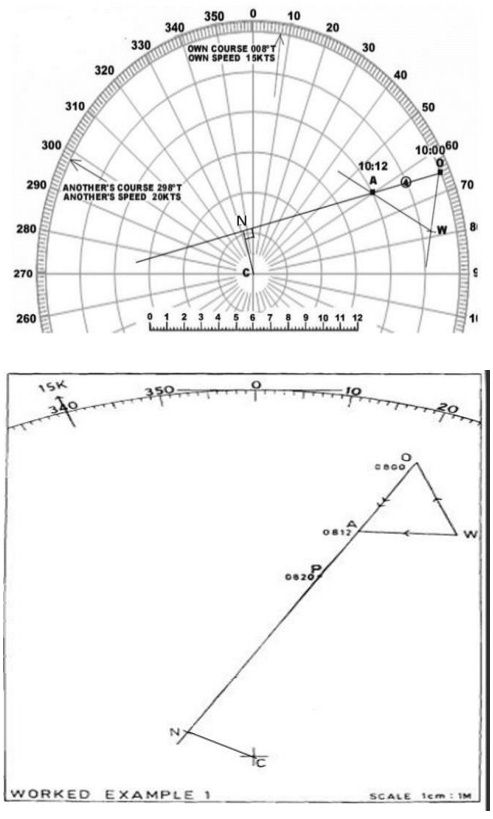
O: موقعیت حقیقی (نسبی) هدف در اولین زمان ردنگاری.

A: موقعیت حقیقی (نسبی) هدف در دومین زمان ردنگاری.

OA: حرکت نسبی هدف در سرتاسر صفحه رادار. به این خط تولیدشده خط نزدیک شونده نیز گفته می‌شود. در صفحه رادار مجهز به آرپا این خط در واحد زمان برابراست با R.vector[1] هدف؛ که هرچقدر به مرکز لوح مانور (مرکز صفحه رادار در مد نمایش نسبی) نزدیک‌تر باشد، احتمال تصادم دو هدف بیشتر است.

N: نزدیک‌ترین نقطه عبوری

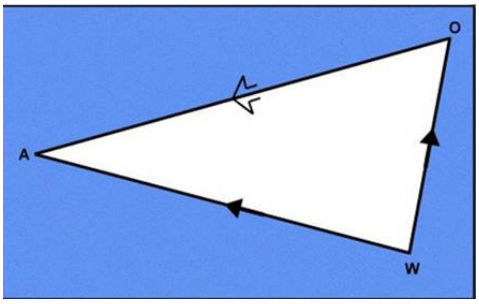
CN: نزدیک‌ترین فاصله عبوری[2](CPA): این فاصله از ترسیم خطی عمود به OA تولید می‌شود.[3]



شکل 1- نمایش اصطلاحات بر روی لوح مانور با مقیاس هر دایره (۱ مایل دریایی)، یک سانتیمتر معادل ۱ مایل دریایی

۵-۵- درک صحیح از مثلث حرکت و سرعت

بر اساس آنچه در شکل شماره (۳) مشاهده می‌کنید، مثلث اصلی طراحی شامل ضلع WO که جهت آن حرکت شناور خودی و اندازه آن میزان جابجایی شناور خودی را در مدت‌زمان ردنگاری نمایش می‌دهد و برحسب محاسبه، تناسبی از سرعت شناور خودی در مدت‌زمان ردنگاری است.



شکل ۲- مثلث حرکت و سرعت

ضلع WA که جهت آن نمایش حرکت (راه حقیقی) شناور هدف و اندازه آن میزان جابجایی شناور هدف در زمان ردنگاری است و محاسبه آن، تناسبی از سرعت شناور هدف در مدت‌زمان ردنگاری (پلاتینگ) است؛ که تناسب آن در مدت‌زمان یک ساعت، سرعت شناور هدف را نشان می‌دهد. ضلع OA که جهت آن حرکت نسبی هدف در مدت‌زمان ردنگاری هدف در دو زمان است. البته میزان اندازه این دو نقطه سرعت نسبی این هدف را نسبت به شناور خودی در مدت‌زمان ردنگاری بیان می‌کند. (شکل ۲)

۵-۶- (CPA) نزدیک‌ترین فاصله عبوری از هدف همان حداقل فاصله‌ای است که دو هدف از نزدیک یکدیگر عبور می‌کنند. به همین منظور راه و سرعت هدف و راه و سرعت شناور خودی در طول مدت‌زمان ردنگاری باید بدون تغییر باشد.

۵-۷-تمامی سمت‌ها چه حقیقی و چه نسبی از شناور خودی اندازه‌گیری می‌شوند.

۵-۸- مقیاس مورداستفاده برای ترسیم مواضع روی صفحه مانور باید تا حد امکان بزرگ باشد تا اطمینان بیشتری از صحت آن حاصل شود.

---

۱ (Relative Vector): بردار حرکت نسبی هدف (که بر اساس سرعت هدف در مدت‌زمان تعیین‌شده) ترسیم می‌شود.

2 Closest Point of Approach

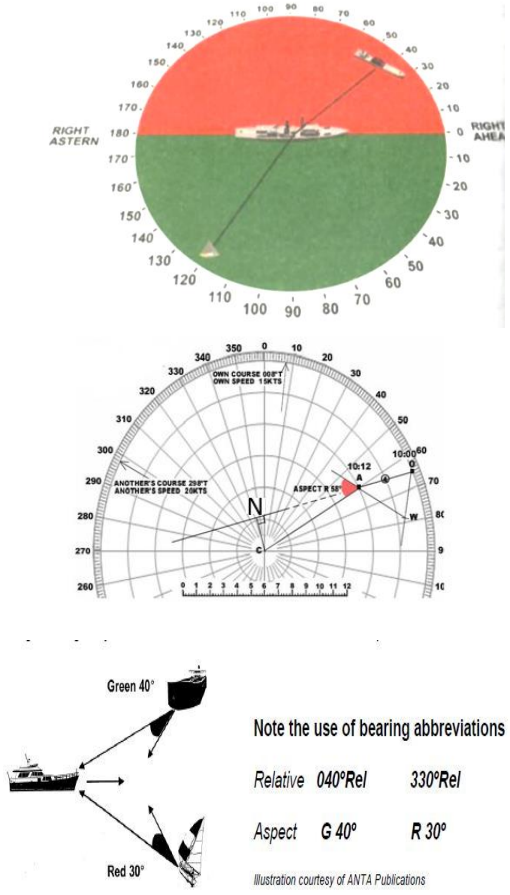
۹-۵- درصورتی‌که قصد دارید بیش از یک هدف در لوح مانور ترسیم شود، بهتر است از مقیاس یکسان برای همه آنها استفاده شود تا احتمال خطا کاهش یابد.

۱۰-۵- هنگامی‌که یک تغییر مسیر و یا سرعت ایجادشده توسط شناور یا هدف انجام شود، ممکن است این اقدام فوراً مؤثر تلقی شود، مگر اینکه در موارد دیگری بیان شده باشد.

۱۱-۵- جهت، سمت (سو) دید (Aspect)

بیان نمودن سمت یک شئ برحسب صفر تا ۱۸۰ درجه به سمت راست و چپ سینه شناور را می‌گویند.

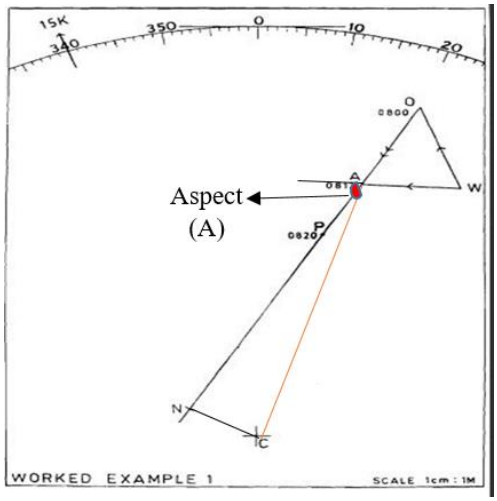
جهت دید هدف: جهتی است از هدف که از شناور خودی به سمت شناور هدف مشاهده می‌شود. یا به عبارتی زاویه‌ای بین راه هدف و خط دید ناظر (از روی شناور خودی) به سمت هدف را می‌گویند. آگاهی از سمت نسبی هدف و (Aspect) باعث به وجود آمدن فهمی از چگونگی نزدیک شدن بین دو هدف به ناظر می‌شود.[3]



شکل ۳- نمایشی از جهت Aspect

۶- طریقه ردنگاری (پلات کردن) روی لوحه مانور

نحوه ردنگاری به شیوه استاندارد دریانوردی با ذکر یک مثال کاربردی مشخص‌شده در شکل (۵) توضیح داده می‌شود:



شکل ۴- نحوه ردنگاری به شیوه استاندارد دریانوردی

شناور شما با راه ۳۴۰° حقیقی و سرعت ۱۵ گره هدفی را در ساعت ۰۸۰۰ در سمت حقیقی ۲۰ درجه یا سمت نسبی ۴۰ درجه، در فاصله ۱۲ مایلی مشاهده می‌کند. در ساعت ۰۸۱۲ همان هدف را در سمت حقیقی ۱۷ درجه یا سمت نسبی ۳۷ درجه در فاصله ۹ مایلی مشاهده می‌کند. مطلوب است محاسبه؛

CPA و TCPA[1]: زمان نزدیک‌ترین فاصله عبور هدف و راه و سرعت هدف، همچنین Aspect هدف را به روش استاندارد دریانوردی.

نکته: تمام سمت‌هایی که شما از هدف در صفحه رادار اخذ می‌کنید در صفحه لوح مانور باید به‌صورت حقیقی پیاده شود.

به این منظور اگر سمت‌های نسبی از صفحه رادار خوانده شود باید بر اساس رابطه شماره (۱) به سمت حقیقی تبدیل شود:[3]

علامت جمع برای سمت‌های کوچک‌تر از ۱۸۰ درجه و علامت منفی برای سمت‌های بزرگ‌تر از ۱۸۰ درجه استفاده شود.

$$True_{Bearing} = Ship's\ head \pm Relative_{Bearing} \quad (۱)$$

1 Time CPA

در ادامه به ترتیب زیر عمل خواهیم کرد:

۶-۱- وسط لوحه مانور را C می‌نامیم

مطابق شکل شماره (۵) ابتدا در سمت ۲۰ درجه و به فاصله ۱۲ مایل (مقیاس انتخابی در اختیار ترسیم‌کننده است در این مثال می‌توانید هر دایره را برابر ۲ مایل فرض نمایید یا به عبارتی مقیاس را دو برابر در نظر بگیرید.) بر روی دایره ششم لوح ردنگار را علامت‌گذاری می‌کنیم؛ و آن را به نام نقطه O می‌نامیم.

باید خیلی دقت شود، ممکن است که سمتی که در رادار مشاهده می‌کنید نسبی بوده؛ لذا در طراحی آن را به حقیقی تبدیل کرده‌اید و نباید با تصویر روی صفحه رادار خود اشتباه کنید.

۶-۲- هدف پس از ۱۲ دقیقه در سمت حقیقی ۱۷ درجه و بافاصله ۹ مایل از مرکز صفحه رادار را ترسیم نمایید و آن را A بنامید.

۶-۳- از نقطه O به A ترسیم نمایید. جهت آن را به مرکز لوح مانور انتقال دهید و بخوانید (به آن DRM[1] جهت حرکت نسبی هدف گویند. جهت پاره‌خط OA درون صفحه رادار همان نمایش R.vector شناور خودی در مدت‌زمان مشخص شده است.)

اگر شناور مرجع و شناور هدف در طول مدت ردنگاری راه و سرعت خود را حفظ نمایند، حرکت نسبی و سرعت نسبی (SRM)[2] هدف در این خط خواهد بود.

۶-۴- به جهت خط OA ۹۰ درجه اضافه و یا ۹۰ درجه کم نمایید. (به عبارتی به خط OA به‌وسیله خط‌کش به نقطه مرکز (C) گونیا می‌کنیم)؛ یعنی خط عمود بر این پاره‌خط را به دست آوردید و جایی را که امتداد این خط را قطع می‌کند را N می‌نامیم. فاصله پاره‌خط CN برابر است با نزدیک‌ترین فاصله عبوری (CPA) که مقدار آن در این مثال ۱٫۸ مایل است.

۶-۵- برای به دست آوردن TCPA

نسبت فاصله AN و فاصله OA را مانند رابطه (۲) در مدت‌زمان ۱۲ دقیقه (زمان ردنگاری) ضرب نمایید.

(۲)

$$\frac{AN}{OA}\times \text{plotting time interval}=\frac{8.8}{3}\times 12=35$$

۳۵ دقیقه زمان نزدیک‌ترین فاصله عبوری از هدف است که اگر به آخرین زمان محاسبه که ۰۸۱۲ اضافه شود، ساعت ۰۸۴۷ خواهد بود.

نکته مهم: درصورتی‌که موقعیت نقطه N مابین O و A و یا قبل از موقعیت A قرار گرفت رابطه به شکل رابطه (۳) تغییر کرده و این مدت‌زمان به علت آن‌که هدف در زمان ردنگاری (پلاتینگ) عبور شده فرض شده است زمان منفی می‌گردد.

$$\frac{ON}{AH}\times \text{Plotting time} \qquad (۳)$$

۶-۶- برای به دست آوردن راه و سرعت هدف باید از موارد زیر پیروی نمود:

- راه شناور خودی را که ۳۴۰ حقیقی است را از نقطه O در خلاف جهت ۳۴۰ (۱۶۰) ترسیم نمایید. اندازه آن باید به میزان جابجایی شناور خودی در ۱۲ دقیقه باشد؛ که تناسبی از سرعت شناور و جابجایی شناور در مدت‌زمان ردنگاری است. آن نقطه را W بنامید. (جهت پاره‌خط WO درون صفحه رادار همان نمایش (T.vector[3]) شناور خودی در مدت‌زمان مشخص شده است.)

در این مثال که سرعت حقیقی شناور خودی ۱۵ گره است میزان جابجایی در ۱۲ دقیقه یک‌پنجم ۱۵ مایل در واحد زمان و به‌اندازه ۳ مایل خواهد بود.

- از نقطه W به نقطه A ترسیم نمایید.
- جهت پاره‌خط WA راه حقیقی شناور هدف و اندازه آن میزان جابجایی هدف در ۱۲ دقیقه است. اگر آن را ۵ برابر کنید میزان سرعت حقیقی هدف در یک ساعت به دست خواهد آمد (دقت نمایید جهت این پاره‌خط در صفحه‌نمایش رادار در واحد زمان همان T.vector هدف است.)

1 Direct Relative Movement

2 Speed Relative Movement

۳ (True Vector): بردار حرکت حقیقی هدف و شناور خودی (که بر اساس سرعت هدف و شناور خودی در مدت‌زمان تعیین‌شده) ترسیم می‌شود.

در این مثال فاصله WA، ۳ مایل است زیرا شناور خودی سرعت ۱۵ گره دارد، پس در هر ۱۲ دقیقه ۳ مایل جابجا می‌شود.

راه حقیقی هدف ۲۷۳ درجه و اندازه پاره‌خط ۲٫۵ مایل در زمان ۱۲ دقیقه شده است؛ لذا سرعت حقیقی هدف ۵ برابر ۲٫۵ مایل یعنی ۱۲٫۵ گره است.

- برای به دست آوردن Aspect باید زاویه WA و AC را اندازه‌گیری کنید.

بدین منظور مقدار WA را بخوانید؛ که همان راه هدف است یعنی ۲۷۳ درجه.

سمت نقطه A از C برابراست با ۱۷ درجه.

سمت نقطه C از A برابر است با ۱۹۷ درجه.

پس زاویه WA و AC برابر می‌شود با

۲۷۳-۱۹۷=۷۶

Aspect در ساعت ۸۱۲ دقیقه ۷۶ قرمز (۷۶ درجه port) است.

۶-۷- در ادامه مطلوب است که موقعیت (P) هدف را در ساعت ۰۸۲۰ پیش‌بینی کنید:

- برای این منظور مدت فاصله زمان ۰۸۲۰ را بر زمان ردنگاری (پلاتینگ) تقسیم نموده و در فاصله OA ضرب می‌کنید. رابطه (۴). فاصله به‌دست‌آمده همان موقعیت شناور هدف در ساعت ۰۸۲۰ دقیقه است.

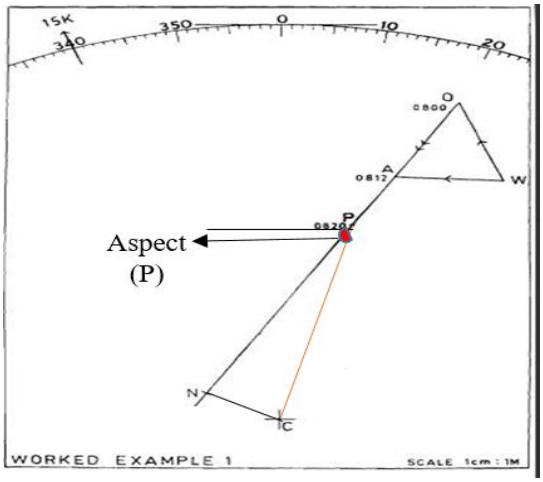
$$\text{In this case. } AP=\frac{\text{Desired interval}}{\text{Plotting interval}}\times OA \quad (۴)$$

$$=\frac{8}{12}\times 3=2\text{M.}$$

- اگر سؤال شود Aspect در زمان ۰۸۲۰ دقیقه چند درجه است، باید به روش زیر عمل کرد:
- راه شناور هدف ۲۷۳ درجه
- سمت بین P از C برابر است با ۱۳ درجه
- سمت بین C از P برابر است با ۱۹۳ درجه
- خط WA را به نقطه P انتقال بدهید. زاویه بین این خط و خط CP برابر است با زاویه Aspect

- که در این مثال برابر است با ۱۹۳-۲۷۳=۸۰

Aspect در ساعت ۰۸۲۰ دقیقه ۸۰ قرمز (۸۰ درجه در port)، در شکل شماره (۶) نمایش داده شده‌است.[3]



شکل ۶- نمایش تغییرات ردنگاری در نقطه P

۶-۸- تغییر راه و سرعت شناور خودی در زمان مشخص محاسبه میزان CPA و زمان TCPA

درصورتی‌که در ادامه مسیر دریانوردی، در یک زمان مشخص شناور خودی راه و سرعت خود را تغییر دهد، برای محاسبه فاصله (CPA) و زمان (TCPA) و Aspect باید به روش زیر عمل کرد:

در مثال زیر شناور خودی با راه ۳۳۶ درجه و سرعت ۱۲ گره هدفی را در ساعت ۱۱۰۰ در سمت ۵۰ درجه (حقیقی) و بافاصله ۵٫۵ مایل و در ساعت ۱۱۰۶ دقیقه در سمت ۵۰ درجه (حقیقی) و در فاصله ۴٫۲ مایل مشاهده می‌کند. با توجه مراحل گذشته همانند شکل شماره (۶) اطلاعات مربوط به هدف را به دست می‌آوریم. در ادامه اطلاعات راه و سرعت هدف و نزدیک‌ترین فاصله عبوری و زمان آن محاسبه گردید:

CPA: 0M TCPA:26min Course and Speed target: 282° T, 15knot
Aspect at 1106: red 52°

در ادامه شناور خودی قصد دارد در ساعت ۱۱۰۹ دقیقه، ۲۰ درجه راه خود را به سمت راست تغییر و همچنین سرعت خود را ۸ گره کم نماید. مطلوب است؛ مقادیر جدید CPA و TCPA را محاسبه نمایید.

۱- ابتدا بر اساس شیوه‌های بیان‌شده در بالا و به میزان جابجایی شناور خودی و هدف نقطه P را به دست می‌آوریم.

۲- چون راه شناور هدف و سرعت آن تغییر نکرده است لذا از نقطه W به سمت راه جدید ۳۵۶ راه جدید شناور خودی را ترسیم می‌کنیم. شکل شماره (۷)

۳- برای به دست آوردن میزان جابجایی با سرعت جدید که ۷ گره است باید تناسب میزان جابجایی را بر اساس سرعت جدید در واحد زمان ۶ دقیقه محاسبه نمایید؛ که در این مثال میزان جابجایی ۰,۸ مایل است. پرگار را در نقطه W قرار داده و میزان جابجایی جدید ۰,۸ مایل را اندازه می‌کنیم و آن نقطه را O_1 می‌نامیم.

۴- از نقطه O_1 به نقطه A ترسیم می‌کنیم. این خط را به نقطه P انتقال می‌دهیم. این پاره‌خط نشانگر حرکت نسبی جدید هدف نسبت به شناور خودی پس از تغییر سرعت و راه شناور خودی است.

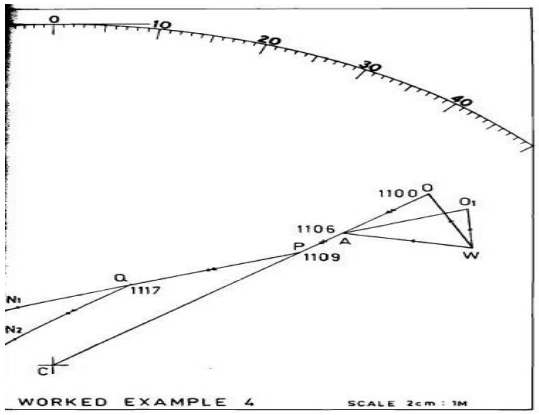
۵- مانند شیوه‌های بیان‌شده گذشته، از محاسبه فاصله CN_1 ۱,۳ مایلی CPA جدید محاسبه می‌شود.

۶- TCPA نیز برابر رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

(۵)

$$\frac{PN_1}{O_1A}\times \text{plotting interval}=\frac{3.4}{1.5}\times 06=14\text{min}$$

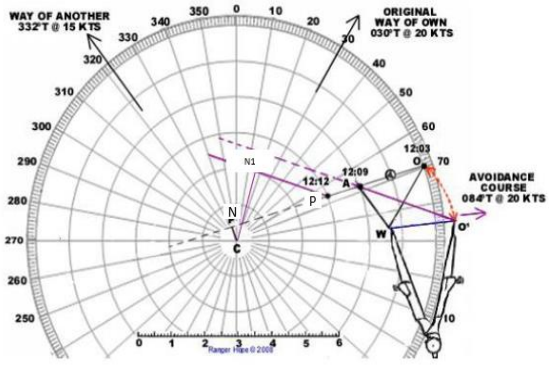
زمان CPA:1223



شکل ۷- تغییر راه و سرعت شناور خودی در زمان مشخص

در ادامه این مسئله در ساعت ۱۱۱۷ دقیقه شناور خودی به راه و سرعت گذشته خود (۳۳۶° و ۱۵ گره) باز خواهد گشت. مطلوب است محاسبه CPA و TCPA جدید از شناور هدف؟

برای این منظور مانند شیوه‌های بیان‌شده ضمن محاسبه نقطه Q مسیر حرکت نسبی OA را به نقطه Q انتقال داده و ترسیم می‌نماییم. بر اساس مطالب بیان‌شده فاصله CN_2 همان CPA جدید و زمان رسیدن به این نقطه TCPA جدید است؛ که در این مثال CPA=0.7 و زمان TCPA=9min که در ساعت ۱۱۲۶ دقیقه از این نقطه عبور خواهند کرد.[2] [3]



شکل ۸-تصویری از نمونه مثال دیگر از تغییر سرعت شناور خودی در زمان مشخص

۹-۶- تغییر راه و سرعت هدف در زمان مشخص محاسبه میزان CPA و TCPA

درصورتی‌که در ادامه مسیر دریانوردی، در یک‌زمان مشخص شناور هدف راه و سرعت خود را تغییر دهد، برای محاسبه فاصله (CPA) و زمان (TCPA) و Aspect باید به روش زیر عمل کرد:

در مثال زیر شناور خودی با راه ۰۴۴ درجه و سرعت ۱۲ گره هدفی را در ساعت ۱۲۰۰ در سمت ۰۰۵ درجه (حقیقی) و بافاصله ۷ مایل و در ساعت ۱۲۰۳ دقیقه در سمت ۰۰۵ درجه (حقیقی) و در فاصله ۶,۴ مایل و در ساعت ۱۲۰۶ دقیقه در سمت ۰۰۵ درجه (حقیقی) و در فاصله ۵,۷ مایل مشاهده می‌کند. با توجه مراحل گذشته همانند شکل شماره (۷) اطلاعات مربوط به هدف را به دست می‌آوریم. اطلاعات راه و سرعت هدف و نزدیک‌ترین فاصله عبوری و زمان آن محاسبه گردید:

CPA: 0.3 M TCPA:28min Course and Speed target: 101°T, 10knot

در ادامه شناور هدف قصد دارد در ساعت ۱۲۱۰ دقیقه، ۳۰ درجه راه خود را به سمت راست تغییر و همچنین سرعت خود را ۴ گره کم نماید. شکل شماره (۹)

- مطلوب است محاسبه نمایید مقادیر جدید CPA و TCPA

۱. ابتدا بر اساس شیوه‌های بیان‌شده در بالا و به میزان جابجایی شناور خودی و هدف نقطه P را به دست می‌آوریم.

۲. چون راه شناور خودی و سرعت آن تغییر نکرده است لذا از نقطه W به سمت راه جدید ۱۳۱ راه جدید شناور هدف را ترسیم می‌کنیم.

۳. برای به دست آوردن میزان جابجایی با سرعت جدید که ۶ گره است باید تناسب میزان جابجایی را بر اساس سرعت جدید در واحد زمان ۶ دقیقه محاسبه نمایید؛ که در این مثال میزان جابجایی ۰٫۶ مایل می‌شود. پرگار را در نقطه W قرار داده و میزان جابجایی جدید ۰٫۶ مایل را اندازه می‌کنیم و آن نقطه را A_1 می‌نامیم.

۴. از نقطه A_1 به نقطه O ترسیم می‌کنیم. این خط را به نقطه P انتقال می‌دهیم. این پاره‌خط نشانگر حرکت نسبی جدید هدف نسبت به شناور خودی پس از تغییر سرعت و راه شناور هدف است.

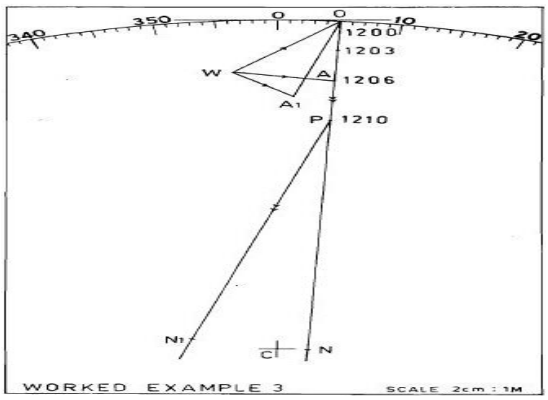
۵. مانند شیوه‌های بیان‌شده گذشته، از محاسبه فاصله CN_1 فاصله ۱٫۳ مایلی CPA جدید محاسبه می‌شود.

۶. زمان (TCPA) از رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

(۶)

$$\frac{PN_1}{OA_1}\times \text{plotting interval}=\frac{4.7}{1.6}\times 06=18\text{min}$$

زمان CPA:1228



شکل ۹- تغییر راه و سرعت هدف در زمان مشخص

یکی از موارد مورداستفاده برای شناورهای نظامی دور و نزدیک شدن به فاصله معینی از هدف و همچنین رهگیری (اینترسپت) هدف است؛ که این مسئله دور و نزدیکی در فاصله معین را به شیوه مخالف موارد ذکرشده در بالا می‌توان محاسبه نمود؛ بیان این موضوع در دو وضعیت به‌کارگیری در زیر شرح داده می‌شود.[2] [3]

۱۰-۶- رهگیری هدف با سرعت مشخص شناور خودی

به شناور خودی دستور داده می‌شود که مسئله بیان‌شده در بخش شماره (۶) را به‌طور مثال با سرعت ۲۰ گره در ساعت ۰۸۲۰ اقدام به رهگیری نماید.

مسئله را همانند آنچه در بخش (۶) بیان شد؛ همانند شکل شماره (۵) حل می‌کنید. در ادامه مراحل زیر را جهت محاسبات رهگیری همانند شکل شماره (۹) باید انجام بدهید تا بتوانید راه و زمان رهگیری را با سرعت ۲۰ گره مشخص نمایید. توجه نمایید که منظور از رهگیری (اینترسپت) یعنی ایجاد مسیر تصادم با شناور هدف، به عبارتی فاصله (CPA) آن باید صفر گردد. در حل این‌گونه مسائل باید مثلث سرعت را یک‌بار دیگر با اطلاعات جدید در مرکز لوح مانور محاسبه نمود.

۱- از نقطه P خط را به مرکز لوح مانور (C) ترسیم نمایید.

۲- چون سرعت رهگیری ۲۰ گره است، لذا از تناسب آن در مدت ۶۰ دقیقه و اندازه‌گیری فاصله PC که میزان آن ۷٫۱ مایل است و تناسب‌گیری زمان تقریبی ۲۲ دقیقه به دست می‌آید؛ که با اضافه نمودن به ساعت نقطه P زمان رهگیری ساعت ۰۸۴۲ دقیقه محاسبه می‌گردد.

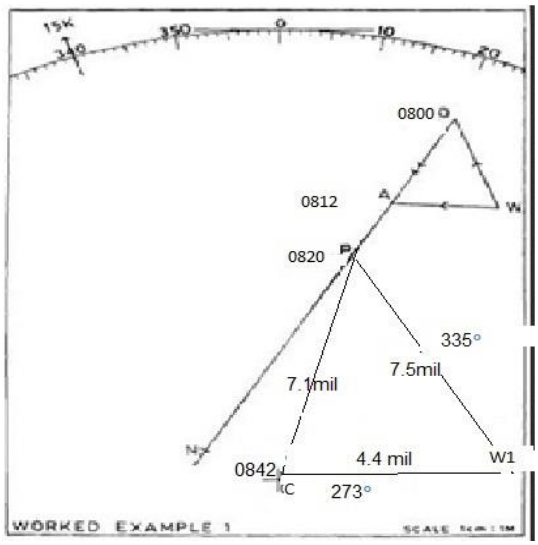
۳- از تناسب سرعت شناور هدف، در این مثال ۱۲٫۵ گره (۱۲٫۵ مایل جابجایی در مدت زمان ۶۰ دقیقه)، میزان جابجایی هدف را در مدت‌زمان ۲۲ دقیقه محاسبه نمایید؛ میزان جابجایی برابر ۴٫۴ مایل محاسبه می‌گردد.

۴- جهت خط WA را به مرکز لوح مانور انتقال می‌دهیم.

۵- از مرکز (C) به میزان 4.4 مایل دهانه پرگار را بر روی خط انتقال داده‌شده باز نموده و آن را W_1 می‌نامیم.

۶- از نقطه W_1 به نقطه P ترسیم نمایید. پاره‌خط W_1P راه اینترسپت هدف است. دقت نمایید وقتی سرعت حقیقی شناور خودی ۲۰ گره است، محاسبه جابجایی از تناسب جابجایی و زمان در مدت ۲۲ دقیقه، از نقطه W_1 به میزان محاسبه‌شده ۷٫۵ مایل از نقطه W_1 دهانه پرگار را باز نموده و کمانی را ترسیم کنیم، پاره‌خط PC را در نقطه P قطع خواهد کرد.

۷- خط W_1P (335°) همان راه رهگیری هدف با سرعت مشخص است.[2] [4]



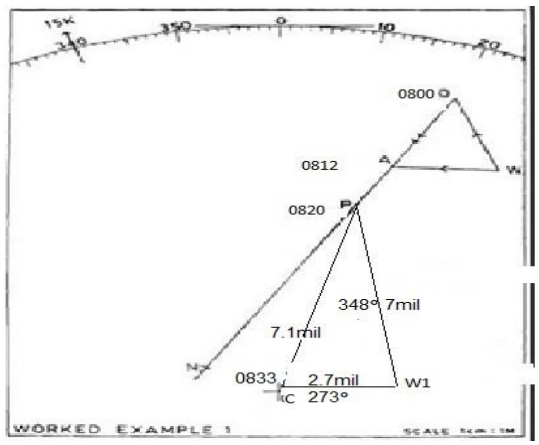
شکل ۱۰-رهگیری هدف با سرعت مشخص شناور خودی

۱۱-۶- رهگیری هدف در مدت‌زمان مشخص شده

به شناور خودی دستور داده می‌شود که به‌طور مثال در ساعت ۰۸۲۰ دقیقه، ۱۳ دقیقه فرصت دارید، اقدام به رهگیری هدف نمایید.

مسئله را همانند آنچه در بخش (۶) بیان شد؛ همانند شکل شماره (۵) حل می‌کنید. در ادامه مراحل زیر را جهت محاسبات رهگیری همانند شکل شماره (۱۰) انجام دهید تا بتوانید راه و سرعت رهگیری را مشخص نمایید. توجه نمایید که منظور از رهگیری (اینترسپت) یعنی ایجاد مسیر تصادم با شناور هدف، به عبارتی فاصله (CPA) آن باید صفر گردد. در حل این‌گونه مسائل باید مثلث سرعت را یک‌بار دیگر با اطلاعات جدید در مرکز لوح مانور محاسبه نمود.

۱. از نقطه P خط را به مرکز لوح مانور (C) ترسیم نمایید.
۲. زمان رسیدن به نقطه C بر اساس صورت‌مسئله باید ۰۸۳۳ دقیقه باشد.
۳. جهت خط WA را به مرکز لوح مانور انتقال می‌دهیم.
۴. از تناسب سرعت شناور هدف، در این مثال ۱۲,۵ گره (۱۲,۵ مایل جابجایی در مدت‌زمان ۶۰ دقیقه)، میزان جابجایی هدف را در مدت‌زمان ۱۳ دقیقه محاسبه نمایید؛ که در این مثال میزان جابجایی برابر 2.7 مایل محاسبه می‌گردد. از مرکز (C) به میزان 2.7 مایل دهانه پرگار را بر روی خط انتقال داده‌شده باز نموده و آن را W_1 می‌نامیم.
۵. از نقطه W_1 به نقطه P ترسیم نمایید. پاره‌خط W_1P راه اینترسپت هدف است؛ که در این مثال برابر (348°) است.
۶. جهت محاسبه سرعت میزان فاصله W_1P را که در مدت ۱۳ دقیقه طی نموده به دست آورده و تناسب آن را در ۶۰ دقیقه محاسبه می‌کنیم. در این مثال میزان جابجایی در مدت‌زمان ۱۳ دقیقه برابر ۷ مایل است، لذا جابجایی در ۶۰ دقیقه برابر ۳۲ مایل است که معادل سرعت شناور خودی جهت رهگیری در مدت ۱۳ دقیقه با راه ۳۴۸ درجه است. [2] [4]



شکل ۵- رهگیری هدف در مدت‌زمان مشخص

نتایج و بحث

مسائل مربوط به بخش‌های (۱۱-۶ و ۱۰-۶) با قرار دادن در نرم‌افزار شبیه‌ساز رادار آرپا و استفاده از منو نمایش تمرینی اهداف (Trial)، عملکردها اهداف بر اساس یافته‌های محاسباتی بر روی برگه مطابقت نموده است. همچنین این محاسبات با روش حل معادلات حرکتی اهداف به روش نیروهای ائتلاف (آمریکایی) که مبنایی از سرعت و حرکت بر روی لوح ردنگاری است نیز حل گردید و تطابق محاسبات انجام گردید.

از مزایای این روش می‌توان به محاسبه بر روی یک برگ با هر مقیاسی (مانند نقشه دریایی که دارای صفحه مدرج روزا) است و با حذف پارامترهای محاسبات سرعت اشاره

نمود. از سوی دیگر زمان و تعداد محاسبه پارامترها در این روش سریع‌تر از روش آمریکایی است.

با تجربه حل مسائل حرکتی مشاهده‌شده بر روی صفحه رادار می‌توان به این نتیجه رسید که حتی یک ناظر بی‌تجربه هم با ممارست در کاربری رادار در چنین وضعیت‌هایی به‌درستی درک خواهد کرد که هر وقت سمت هدفی به مرکز لوحه مانور ثابت باشد خطر تصادم محتمل است. بندهای زیر در تشخیص صحیح از تغییرات دامنه حرکتی یک هدف حائز اهمیت است:

۱-سمت هدف ثابت و فاصله هدف در حال افزایش به این معنی است که دو شناور نسبت به هم خطر تصادم ندارند.

۲- سمت هدف ثابت و فاصله هدف ثابت بدین معنی است که راه و سرعت هدف با شناور خودی برابر است.

۳- سمت هدف ثابت و فاصله هدف در حال کاهش بدین معنی است که دو شناور به سمت خطر تصادم پیش می‌روند.

دقت به مسیر حرکتی شناورها و اهداف به‌منظور تصمیم‌گیری صحیح در خصوص رعایت قوانین راه دریایی (قوانین بین‌المللی جلوگیری از تصادم) بسیار اهمیت دارد.[4] [3]

جمع‌بندی نتایج

وجود وضعیت‌های مختلف شناورها نسبت به یکدیگر و چگونگی حرکت آن‌ها و نمایش آن شناورها بر روی صفحه رادار محاسبات دیگری را به جهت ارزیابی موقعیت و تصمیم‌گیری می‌طلبد که در مجال این مقاله نمی‌گنجد. در این مقاله سعی شده است که با حذف پارامترهای سرعتی در لوح مانور و جایگزین کردن محاسبات استاندارد بر اساس میزان جابجایی (فاصله)، فضایی را به جهت محاسبه پارامترهای هدف در خارج از لوح معروف به مانور نیز فراهم آورد.

نتیجه ۱: این‌که با وجود یک صفحه مدرج (مانند صفحه روزا) درون یک نقشه و به‌کارگیری از یک مقیاس انتخابی موجود در نقشه توسط کاربر تمام محاسبات بالا قابل انجام است.

نتیجه ۲: این شیوه مشکل شناورهای تندرو را که با کمبود فضا، در دست نبودن لوح مانور و فراهم نبودن رادار آرپا روبرو هستند؛ مرتفع نموده و با استفاده از رادارهای نسبی و حل پارامترهای هدف بر روی نقشه‌های دریایی، کمک شایانی در زمینه شناسایی پارامترهای حرکتی هدف به‌منظور استفاده در موارد جلوگیری از تصادم در دریا و یا حل مسائل تاکتیکی رزمی در شناورهای تندرو نظامی خواهد نمود. [2] [5]

نتیجه ۳: درک صحیح از پایه دانشی این روش به کاربران رادار امکان حل مسائل را با استفاده از خطوط سمت‌گیری و اندازه‌گیری الکترونیکی[1] و خطوط موازی[2] موجود در رادارهای دریایی درون صفحه رادار به‌صورت لحظه‌ای و با الگوی ساده بیان می‌دارد.

نتیجه ۴: نتایج بدست آمده در زمان ترسیم ردنگاری در این شیوه، به علت تطابق با صفحه‌نمایش داده شده در رادار مجهز به آرپا، کمک مؤثری در درک مفاهیم آرپا می‌کند.

نتیجه ۵: مسائل مربوط به رهگیری (اینترسپت) هدف در این روش ساده و خلاصه‌تر بیان می‌شود.

مراجع

[۱] امیرحسین ارانی، آریا شفقت، ابوطالب مطلبی «سینماتیک و مانور» مازندران، انتشارات دانشگاه دریایی امام خمینی (ره) نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۵

[2] Alan Bole Alan Wall Andy Norris W O Dineley, " Radar And ARPA Manual: Radar, AIS And Target Tracking For Marine Radar Users " 3rd Edition, Kindle Edition, Butterworth-Heinemann British Library Catalouguing Data, Ebook ISBN:9780080480527, 21st April 2005

[۳] Edward J. Coolen, M.N.I,"Nicholls's Concise Guide To The Navigation Examinations" Volume2. British Center Of Maritime Books,1984

[۴] D.J. House." SEMANSHIP TECHNIQUSE" 2Th Edition. England Butterword-Heinemann. British Library Catalouguing Data (Ebook ISBN 0750652314),2003

[5]CAPT.H.Subramaniam"PRACTICAL NAVIGATION" INDIAN National Shipowners Associaion.18th May 1976

1EBL,VRM

2 PI